

Probleme außer der Mitte gespeister Antennen

Von
Wolfgang, DG0SA

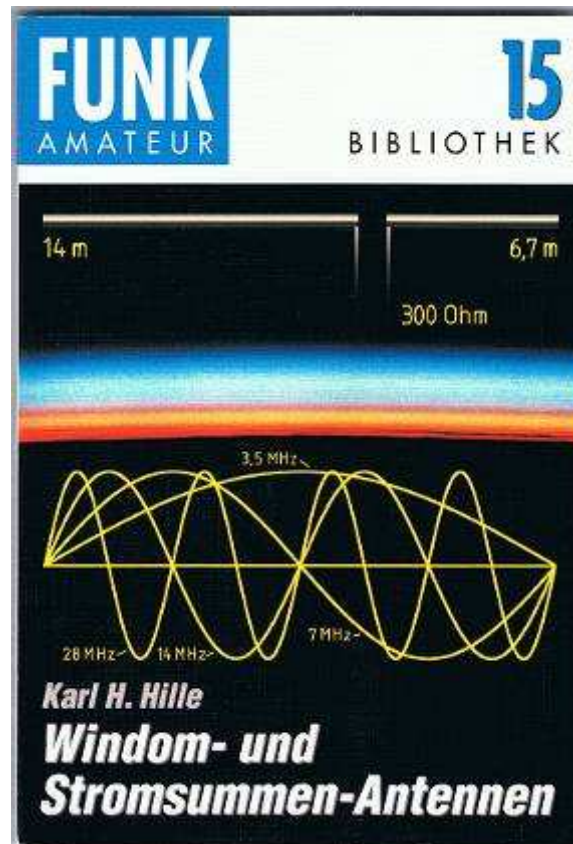
18. Inseltreffen am 04.10.2008 in Göhren auf Rügen

Außerhalb der geometrischen Mitte gespeiste Antennen

- **Dieser Vortrag beschäftigt sich nicht mit Oberwellenunterdrückung!**
- Ich möchte mich auf solche Fälle beschränken, wo die Energieübertragung mittels Zweidrahtleitung oder Koaxialleitung vom TX zum Strahler bzw. vom Strahler zum RX erfolgt
- Die Speisung eines Strahlers mit Eindrahtleitung (klassische Windom-Antenne) wird in diesem Vortrag nicht behandelt
- Der Vortrag beschäftigt sich mit dem praxisnahen Aufbau einer Antennenanlage, bestehend aus Sende/Empfangsgerät (TRX), Antennenanpassgerät (ATU), Speiseleitung (Koaxialleitung, Hühnerleiter) sowie Strahler
- Es wird untersucht, welchen Einfluss die Wahl des Speisepunktes auf dem Strahler hat, wo ein Balun Sinn macht, welche Speiseleitungslängen gefährlich oder ungefährlich sind und wie die Speiseleitung verlegt werden sollte
- Zusätzlich werden einige populäre Antennen unter die Lupe genommen

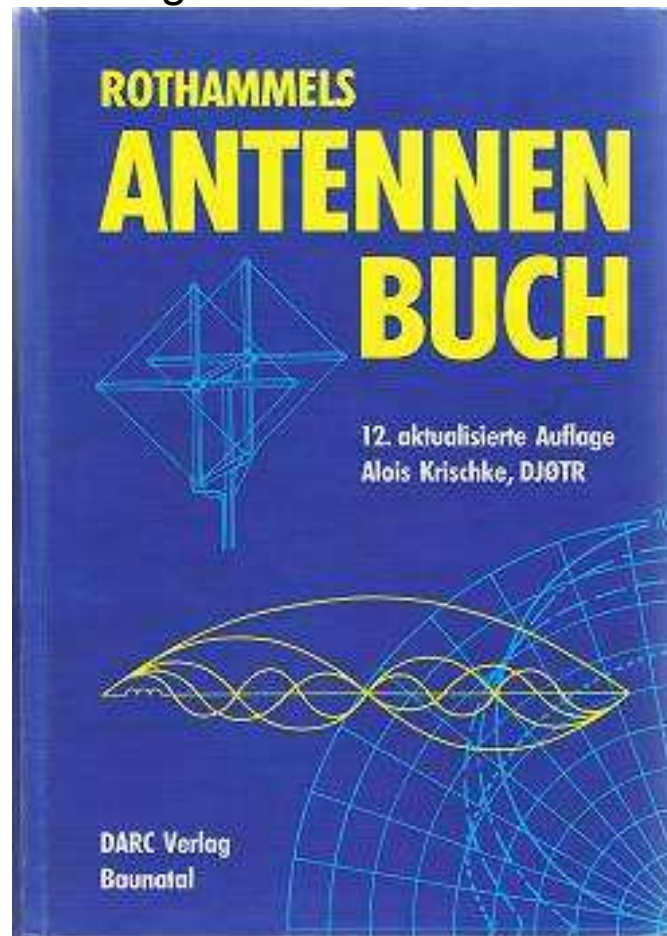
Außerhalb der geometrischen Mitte gespeiste Antennen

- Mein Vortrag enthält einige gegenteilige Auffassungen zu den Darstellungen von OM Karl H. Hille, DL1VU



Außerhalb der geometrischen Mitte gespeiste Antennen

- Auch mit einigen Passagen zu Windom-Antennen und Baluns in der „Antennenbibel“ bin ich nicht ganz einverstanden



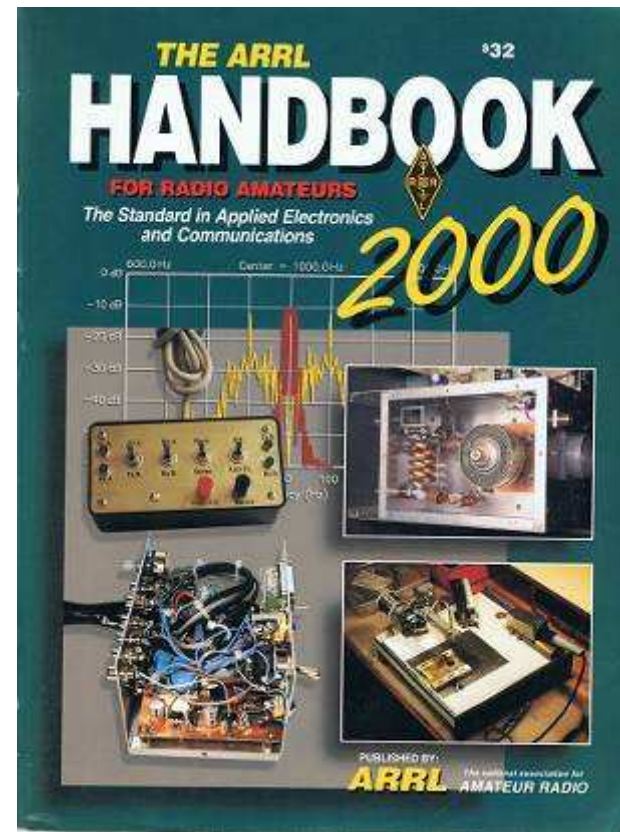
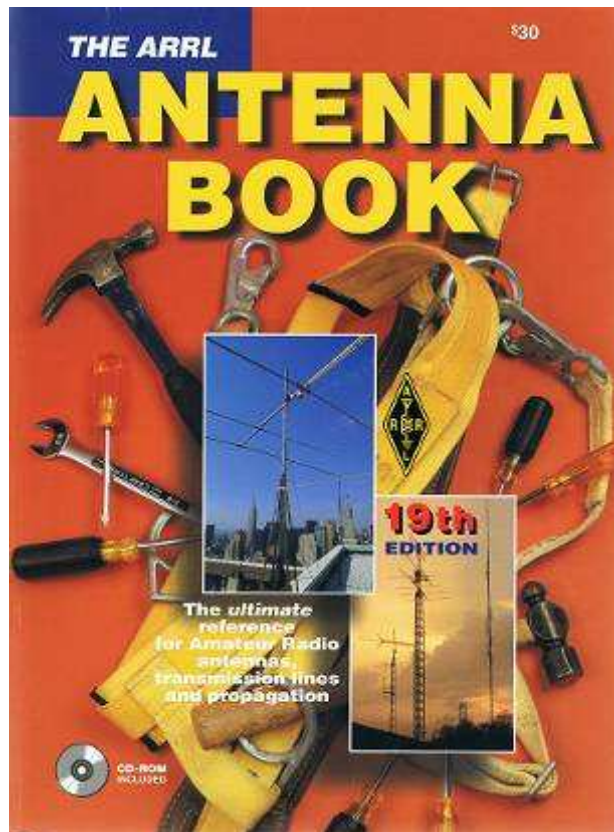
Außerhalb der geometrischen Mitte gespeiste Antennen

- Und auch bei diesem Buch sollte man immer kritisch bleiben
- Schon auf dem Umschlag springt mir ein „falscher Balun“ ins Auge
- Alfred Klüß, DF2BC, steht damit in der Reihe vieler, zum Beispiel E. T. Red und Reinhard Birchel, DJ9DV, Kurt Fritzel, DJ2XH, Jerry Sevick, W2FMI, R. H. Turrin, C. L. Ruthroff.
- Ich stehe auch in dieser Reihe der Irrtümer, denn mein Vorschlag Balun 1:4 auf nur einem Kern ist auch nicht so toll.



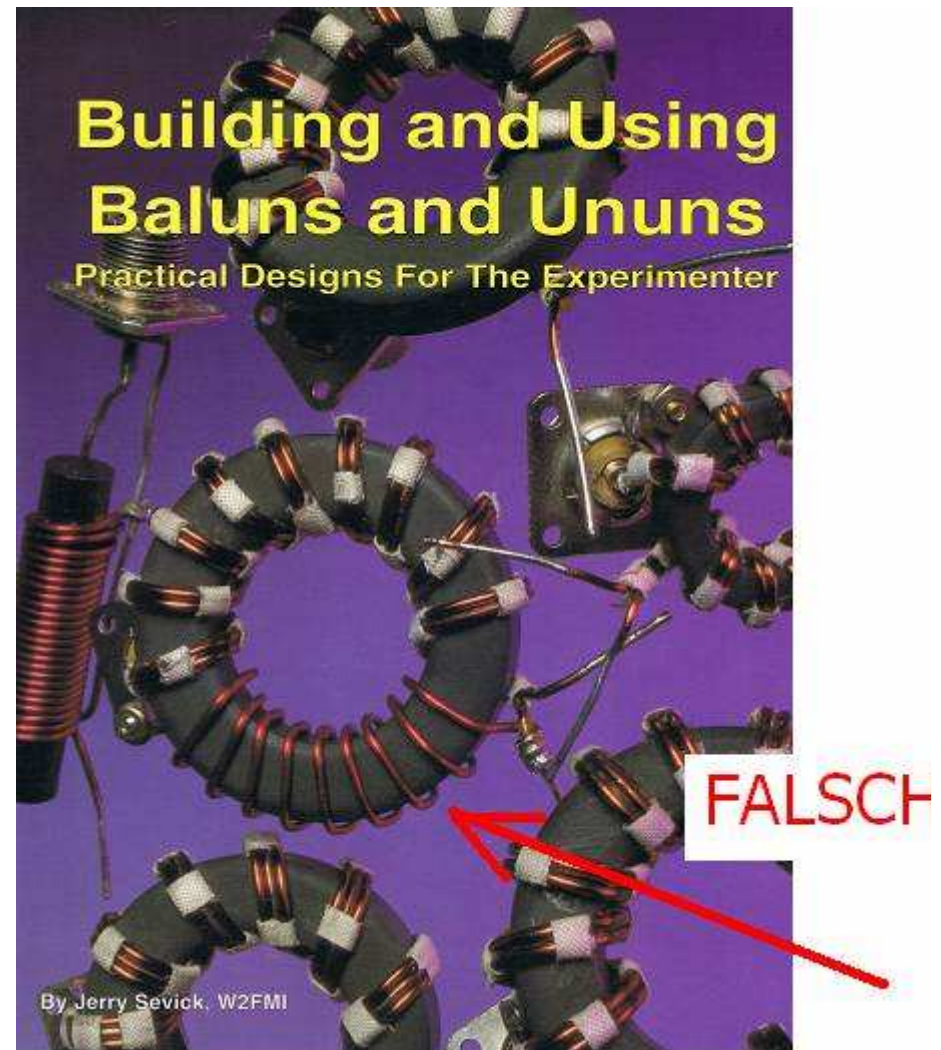
Außerhalb der geometrischen Mitte gespeiste Antennen

- Amerikanische Literatur ist oft exakter in der Darstellung



Außerhalb der geometrischen Mitte gespeiste Antennen

- Aber auch nicht immer. Jerry Sevick, W2FMI, zeigt schon auf der Titelseite einen Balun mit dem „dritten Draht“, der auf nur einem Kern gewickelt ist. Und das ist falsch!
- Wird der „dritte Draht“ auf den selben Kern wie die Zweidrahtleitung gewickelt, so kann man sich je nach Wickelrichtung aussuchen
 1. SWR kaputt
 2. Drosselwirkung gegen Gleichtaktströme kaputt



Theorie und Praxis – ein Widerspruch?

Nur eine gute Theorie kann Basis für eine gute Praxis sein

- „an ihren Früchten werdet ihr sie erkennen“ (Jesus)
- Erste Transatlantikverbindung gelang durch Marconi trotz fehlerhafter Theorie über die Ausbreitung von Wellen

Die Wahrheit einer Theorie ist in ihrer praktischen Durchführung zu suchen.

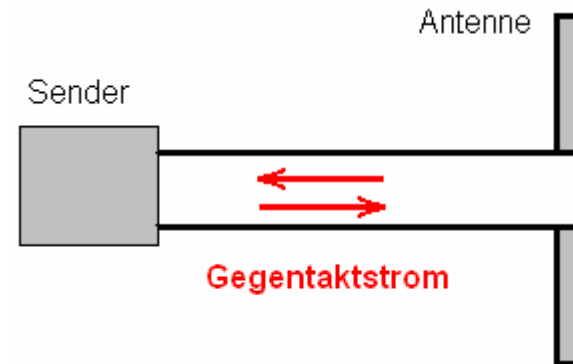
es kommt vor, dass jemand trotz mangelnder oder gar falscher theoretischer Grundlagen in der Praxis Erfolg hat

Theorie und Praxis – ein Widerspruch?

- *Ja - so ist es in der Theorie
man glaubt, es geht, doch geht es nie
Doch in der Praxis wiederum,
da geht es, nur weiß man nicht warum!*
- Der von Alfred Klüß in seinem Buch als „alter, wahrer Spruch“ bezeichnete Reim sollte nicht unser Leitfaden beim Antennenbau bleiben!
- Bei der Betrachtung der „up and outer – Antenne“ hatte ich die **Idee**, das Gegengewicht wegfällen zu lassen und dafür die äußere Seite der Koaxialkabelschirmung zu nutzen. Mit einer **Simulation** ermittelte ich die Längen für Strahler und Gegengewicht. Dann ergriff ich mein Werkzeug und baute das Ganze **praktisch** auf.
Es spielte auf Antrieb, der Beweis für die Durchführbarkeit meiner Idee.

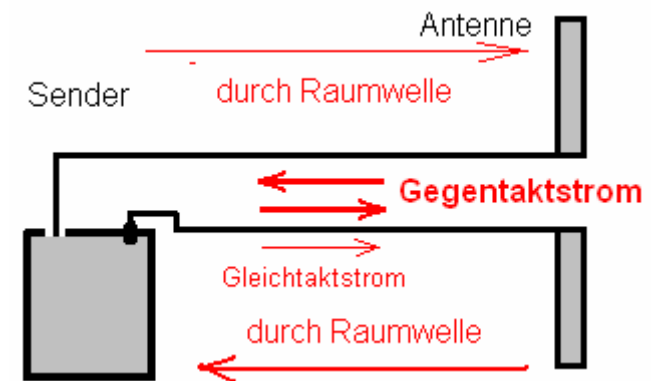
Gegentaktstrom und Gleichtaktstrom

- Der Energietransport von einer Quelle (Sender) zur Last (Antenne) findet in der Leitung durch TEM-Wellen statt. (transversal elektromagnetische Wellen)
- Eine TEM-Wellen führende Leitung, in der die Richtung der Welle mit der Richtung der Leitung exakt übereinstimmt, strahlt nicht.
- Nimmt man an solch einer Leitung eine Strommessung in den einzelnen Leitern vor, so stellt man z.B. an einer Zweidrahtleitung betragsgleiche, aber entgegengesetzt gerichtete Ströme fest
- Das sind **Gegentaktströme** (differential mode current)
- Summe aller Ströme = Null (in einer Vektorbetrachtung)



Gegentaktstrom und Gleichtaktstrom

- Führt eine Leitung eine TEM-Welle, die nicht exakt in Richtung der Leitung liegt, so strahlt diese Leitung
- Nimmt man eine Strommessung an den einzelnen Leitern vor, so ist die Summe aller Ströme ungleich Null. Das Ergebnis ist **Gleichtaktstrom**, ein Vektor mit Betrag und Richtung (common mode current). **Gleichtaktstrom ist mit Wellenablösung (Strahlung) verbunden.**
- Ursache für das „Abdrängen“ der TEM-Welle aus der gewünschten Richtung sind Unsymmetrien im Übertragungssystem.



Was ist ein „Balun“

- Ein Balun verfügt über zwei wichtige Eigenschaften:

1. lässt Gegentaktstrom ungehindert hindurch

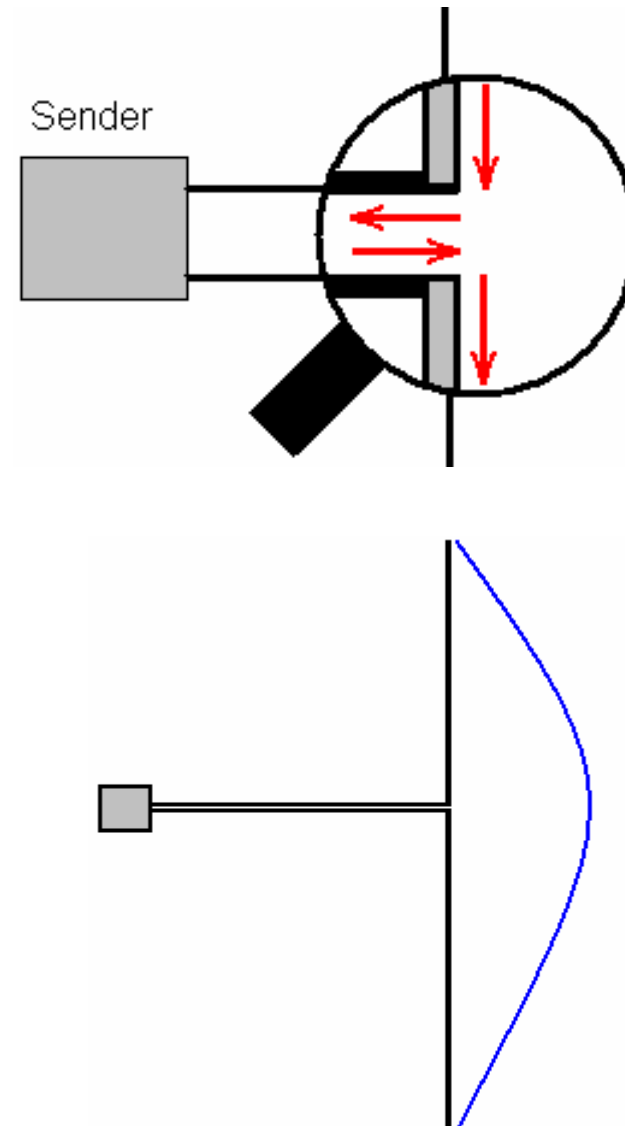
das bedeutet, der Energiefluss in der Leitung, von der Antenne zum TRX, vom TRX zur Antenne usw. kann ungestört stattfinden.

2. sperrt den Gleichtaktstrom

das heißt, an der Einbaustelle ist für den Gleichtaktstrom ein Hindernis. Bis zu diesem Punkt kann er fließen. Da Gleichtaktstrom zur Wellenablösung führt, kann der Leiter von der Quelle des Gleichtaktstromes bis zum Einbauort des Baluns auch strahlen! (und empfangen)

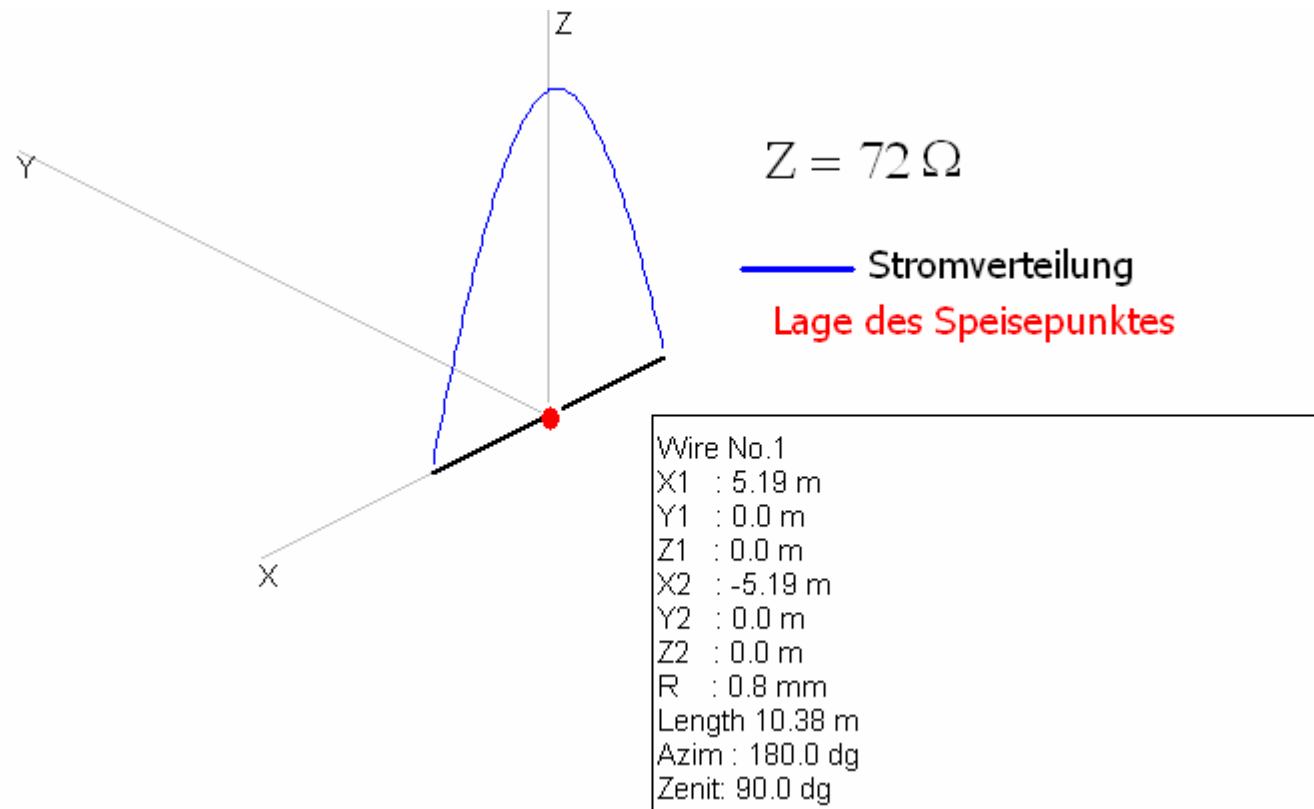
Gegentaktstrom und Gleichtaktstrom

- Am Speisepunkt eines Dipols wird aus dem Gegentaktstrom aus der Leitung ein Gleichtaktstrom auf dem Strahler mit Wellenablösung (Strahlung)
- Am Strahlerende kann der Strom nur „Null“ sein
- Es bildet sich beim $\lambda/2$ Dipol ein halbsinusförmiger „Strombelag“ aus
- Bei außer der Mitte liegenden Einspeisepunkten kann der Strom auf dem Strahler größere Werte annehmen als der Strom im Speisepunkt (ähnlich wie beim angezapften Parallelschwingkreis)
- Ist am Ende der Leitung kein Strahler angeschlossen, erfolgt Totalreflexion der TEM-Welle. Das SWR wird ungeheuer schlecht. **Die Leitung wird trotzdem nicht strahlen!**



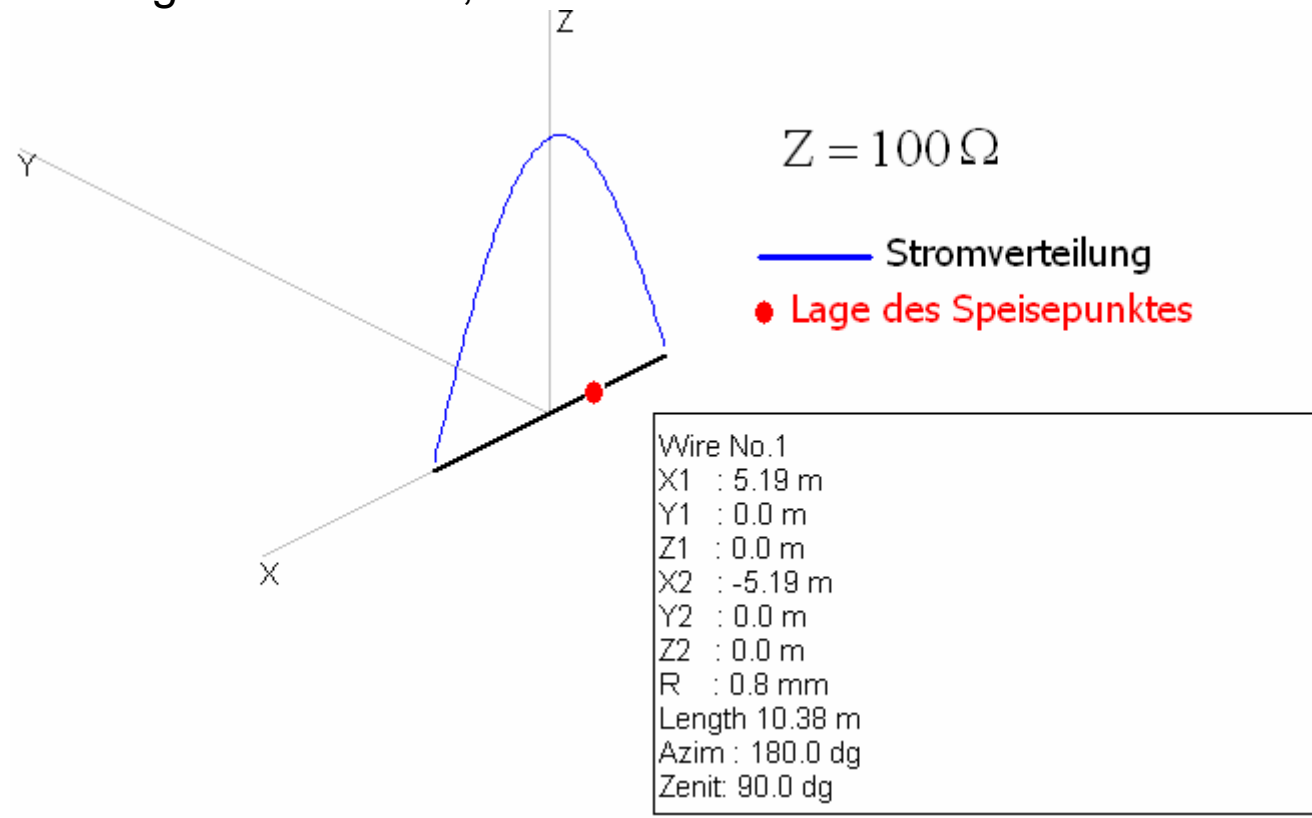
Speisung des $\lambda/2$ resonanten Dipols

- Speisepunkt in der Mitte des Strahlers ergibt 72Ω



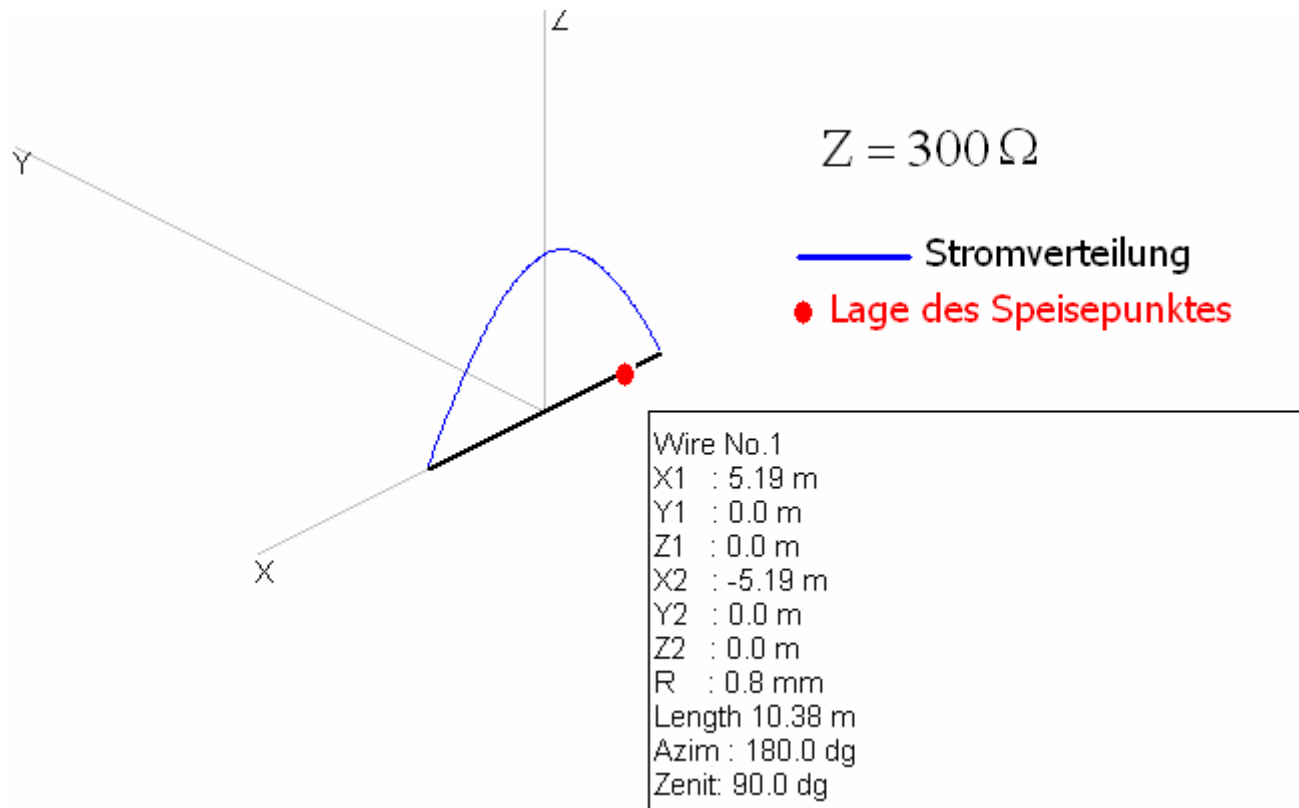
Speisung des $\lambda/2$ resonanten Dipols

- Speisepunkt außerhalb der Mitte des Strahlers, egal ob links oder rechts, ergibt einen größeren Wert, hier 100Ω



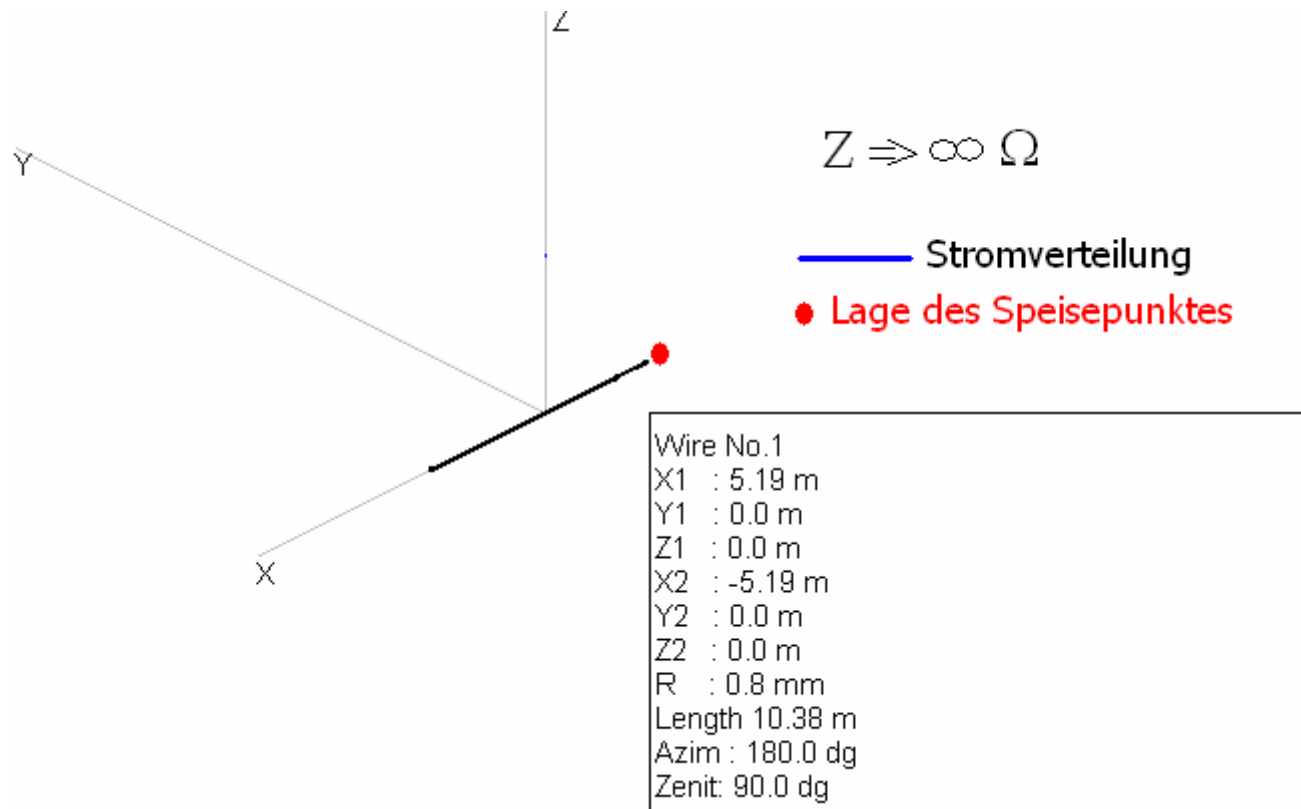
Speisung des $\lambda/2$ resonanten Dipols

- Impedanz steigt, je weiter sich der Speisepunkt von der Mitte entfernt, an diesem Punkt auf 300Ω



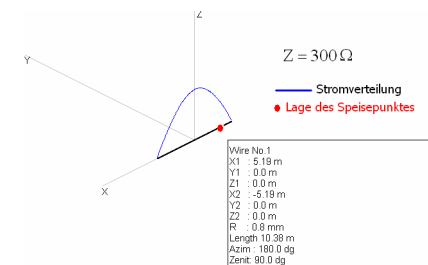
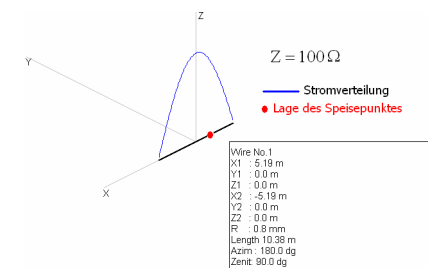
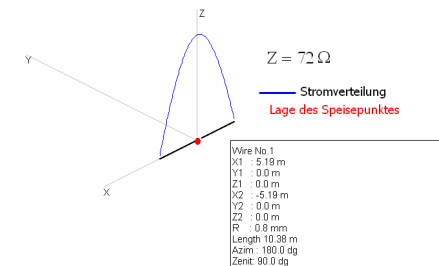
Speisung des $\lambda/2$ resonanten Dipols

- Extremfall: Speisepunkt am Ende des Strahlers, der Wert geht gegen Unendlich. Es lässt sich keine Leistung mehr einspeisen



Speisung des $\lambda/2$ resonanten Dipols

- Egal, wo der $\lambda/2$ Dipol gespeist wird, es tritt eine Stromverteilung auf, die die Form einer halben Sinuskurve hat
- Je weiter der Speisepunkt aus der Mitte verschoben wird, umso hochohmiger wird die Impedanz
- Unmittelbar links und rechts am Speisepunkt hat der Strom den gleichen Betrag und die gleiche Richtung auf dem Strahler
- Die scheinbar kleiner werdende Amplitude der Stromkurve über dem Strahler ist mit der konstanten Quellenspannung der Simulation zu begründen (wird vom Programm vorgegeben).
Wenn z.B. 100 Watt eingespeist werden, ist die Stromamplitude in allen drei Fällen gleich hoch



Wann strahlt die Speiseleitung?

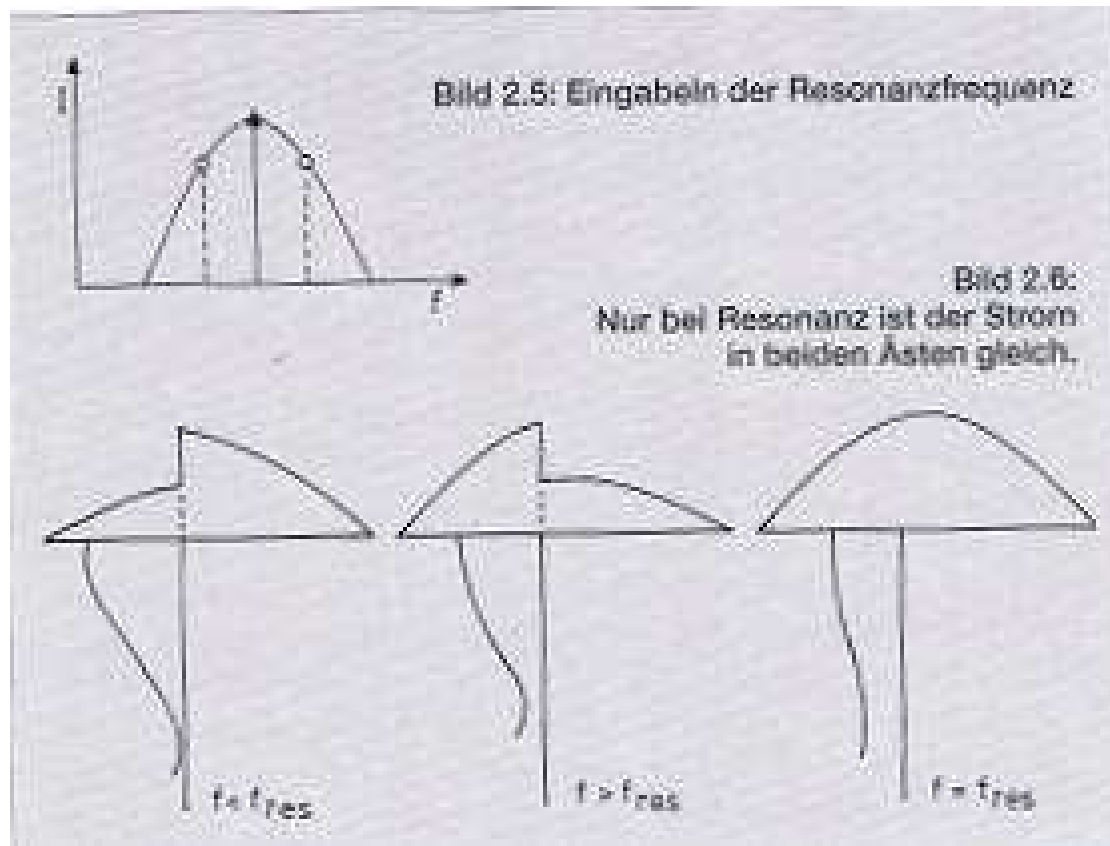
- Karl H. Hille schreibt zum SWR, er meint, bei einem resonanten Dipol strahlt die Speiseleitung nicht:

ke aus: kurzer Ast – Strom zu klein, langer Ast – Strom zu groß. Die Welligkeit auf der Speiseleitung wird unerwünscht stark, und die Speiseleitung strahlt kräftig. Liegt dagegen die erregende Frequenz über der Resonanzfrequenz des Strahlers, so gilt das mittlere Bild. Der Strom fließt im kurzen Ast recht kräftig. Dafür ist er im langen Ast schwächlich. Es entsteht ein Stromsprung an der Speisestelle. Die Speiseleitung hat eine hohe Welligkeit und strahlt. Ist die Frequenz zu hoch, so gilt: kurzer Ast – Strom zu groß, langer Ast – Strom zu klein. Ist die erregende Frequenz mit der Resonanzfrequenz identisch, so kann es keinen Stromsprung geben, nicht einmal dann, wenn der Speisepunkt schlecht gewählt ist. Die Resonanzmessung ist einfach: Auf

- Auch bei resonanten Strahlern kann die Speiseleitung strahlen
- Die Welligkeit auf der Speiseleitung ist nie ein Grund für unerwünschte Strahlung
- Ein Stromsprung entsteht auch bei resonanten Strahlern durch Einfluss der Speiseleitung

Wann strahlt die Speiseleitung?

- Bild aus dem Buch „Windom- und Stromsummen-Antennen“ von OM Hille



Wann strahlt die Speiseleitung?

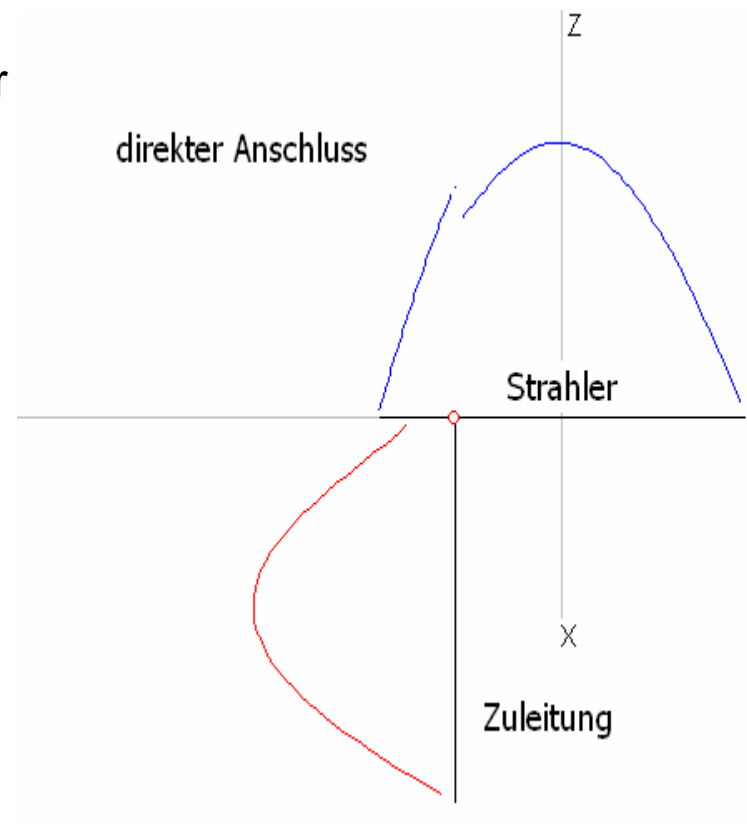
- Alfred Klüß sieht Anpassungsfragen als Ursache der strahlenden Leitung:

„Leider hat die Windom aus ihrer Anfangszeit wegen der Probleme mit der strahlenden Eindrahtleitung einen schlechten Ruf, der ihr bis zum heutigen Tage in den als FD-4 und FD-3 bekannten modernen Versionen unverdient immer noch anhaftet. Vielfach „funktioniert“ sie auch noch im 15-m-Band oder auf den WARC-Bändern, in Abhängigkeit von der Länge der Speiseleitung. Das Kabel ist in diesen Fällen in das System Antenne einbezogen und übernimmt Transformationseigenschaften. Klare Anpassungsverhältnisse sind nicht mehr gegeben, die Speiseleitung ist strahlender Teil der Antenne geworden.“

- Durch fehlerhafte Anpassung strahlt die Leitung nie!

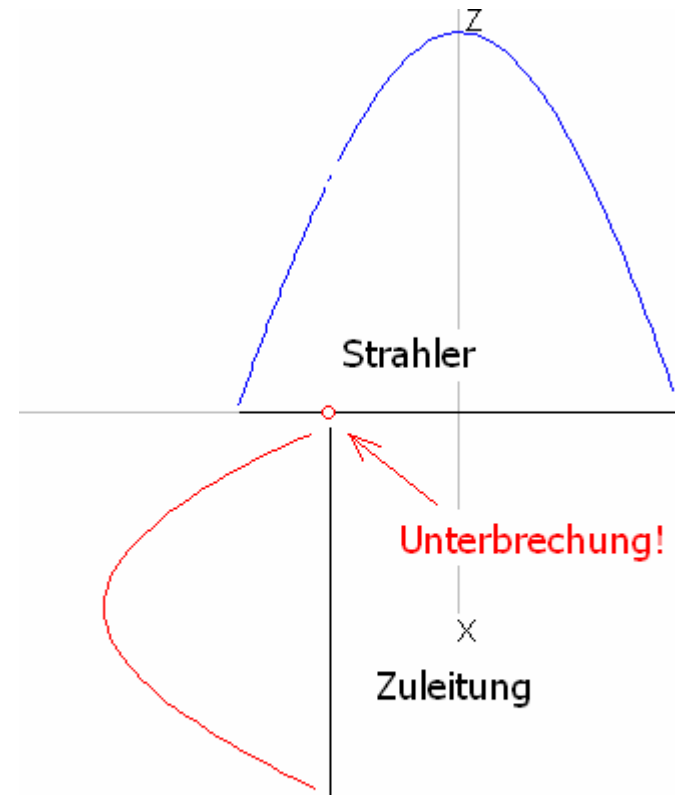
Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

- Die Leitung verhält sich nie neutral
- Ein Teil des Stromes nutzt die Zuleitung als Strahler, auch wenn der Strahler resonant ist
- Würde die Stromkurve auf der Leitung zur Kurve auf dem Strahler addiert werden, so ergäbe sich wieder ein sauberer Halbsinus



Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

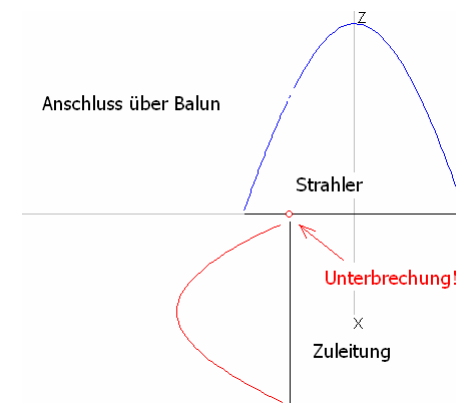
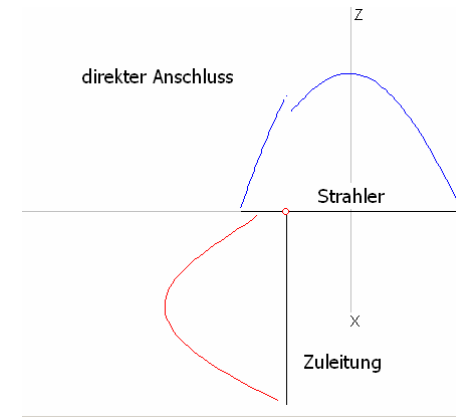
- Das Einfügen eines Baluns verhindert den „Stromsprung“ im Speisepunkt. Jedoch verhindert der Balun nicht, dass die Leitung strahlt, wenn sie eine „gefährliche Länge“ hat, das ist die Länge $\lambda/2$ und Vielfache davon.
- Ursache: Strahlungskopplung (wie bei der Yagi-Antenne)



Anschluss über Balun

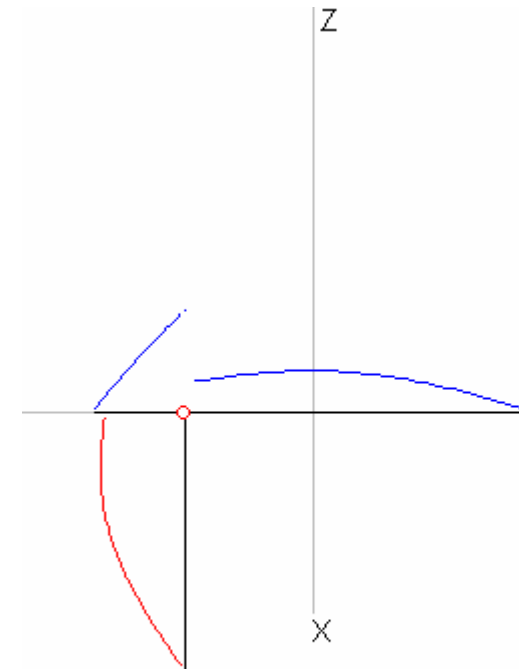
Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

- Nur ein **Balun** im Speisepunkt sorgt dafür, dass der Gegentaktstrom aus der Leitung sich nicht auf Strahler **und** Speiseleitung aufteilt. Das würde der Gegentaktstrom sonst auch bei einem resonanten Strahler tun! Hier irrt also OM Hille.
- Es tritt auf der Speiseleitung bei „gefährlichen Längen“ von $\lambda/2$ und ganz zahligen Mehrfachen davon (das sind resonante Längen) eine starke Einkopplung über Strahlung auf, die zu Gleichtaktstrom auf der Leitung führt (Gleichtaktstrom \rightarrow Wellenablösung)
- Ein Balun allein ist somit nicht immer ausreichend!



Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

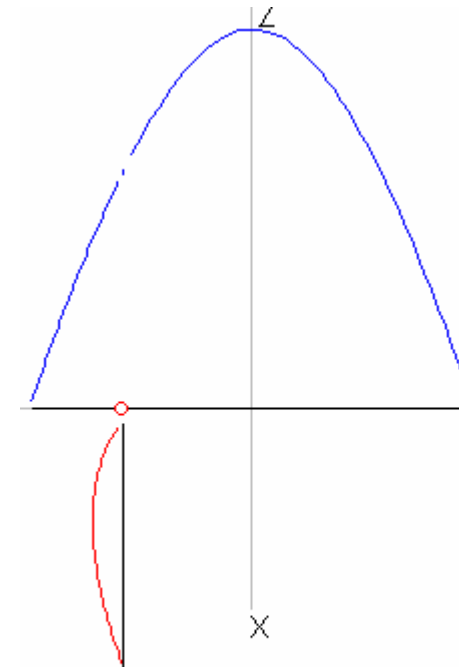
- Es gibt „gefährliche Längen“ der Speiseleitung, wo der Gegentakstrom am Speisepunkt sich auf den Strahler und die Zuleitung besonders stark aufteilt
- Hier wird besonders deutlich, dass dieser Effekt trotz Resonanz des Strahlers auftritt



Anschluss ohne Balun,
Speiseleitung $0,35 \lambda$

Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

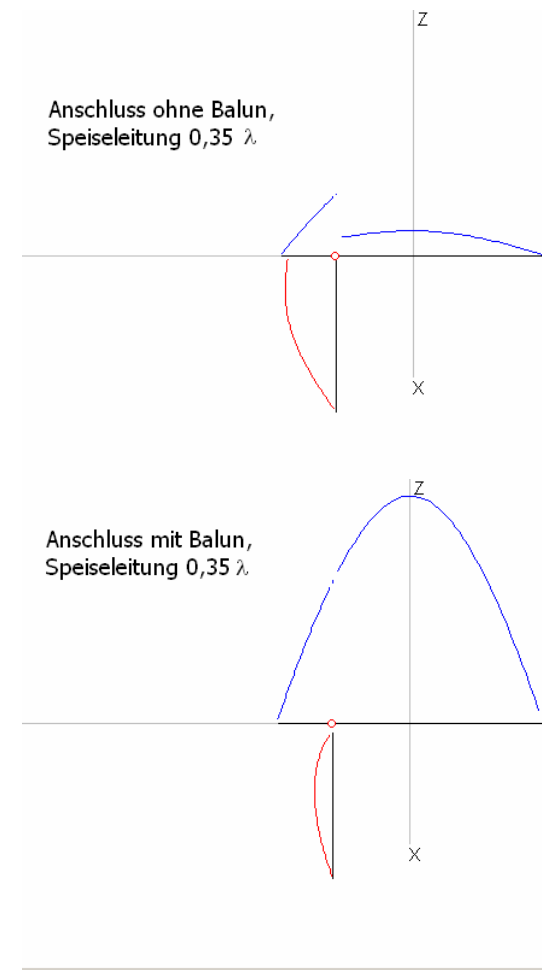
- Ein Balun wird in solchen Fällen wirksam sein
- Durch die „ungefährliche Länge“ der Speiseleitung tritt nur ein geringer Gleichtaktstrom auf, verursacht durch Einstrahlung



Anschluss mit Balun,
Speiseleitung $0,35 \lambda$

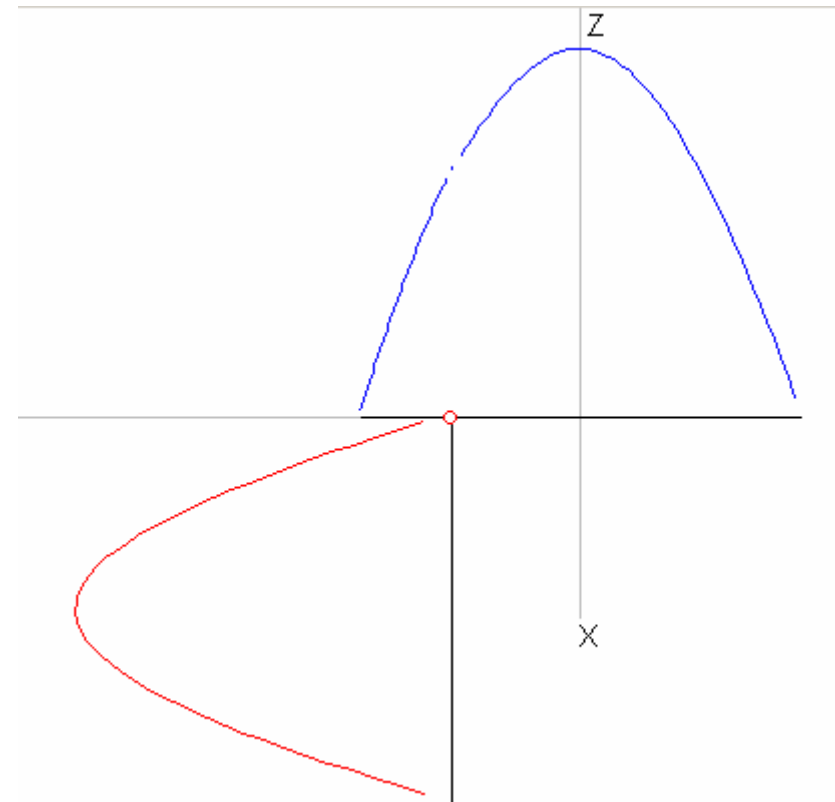
Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

- Ohne Balun oder mit einem unwirksamen Balun kann es bei einer scheinbar „ungefährlichen Länge“ zu einem erheblichen Gleichtaktstromfluss auf der Leitung kommen, die Leitung bildet den dritten Draht des Strahlers
- Ein guter Balun verhindert das. Der Balun und eine „ungefährliche Länge“ der Speiseleitung (Länge ungleich $\lambda/2$ und deren Vielfache) schaffen es, dass die Speiseleitung nur gering strahlt bzw. empfängt



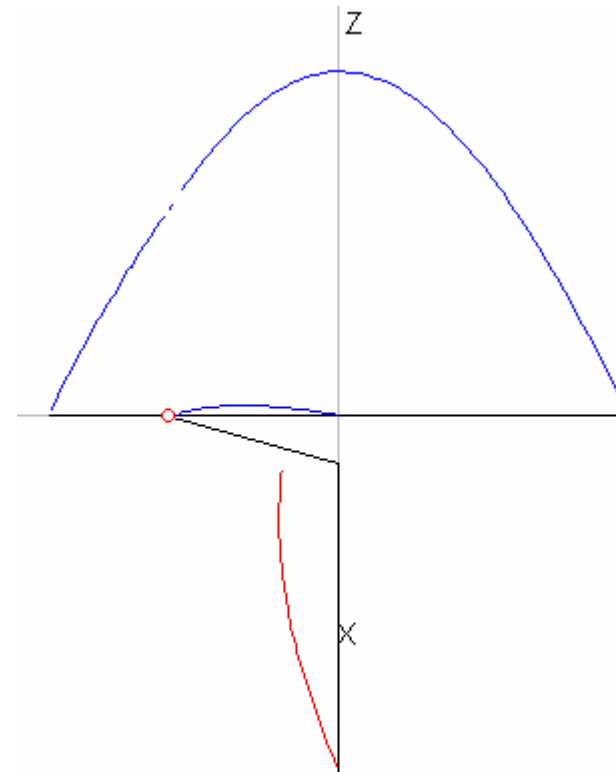
Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

- Um einen weiteren Problemkreis zu verdeutlichen, nehmen wir den schlimmen Fall der $\lambda/2$ langen Speiseleitung mit Balun an. Da die Einkopplung über Einstrahlung und nicht über Abfließen erfolgt, wird der Balun „umgangen“.
- Im Ergebnis haben wir eine stark strahlende Speiseleitung, die genauso strahlt und empfängt, wie der eigentliche Strahler



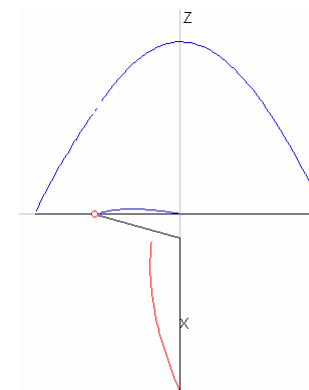
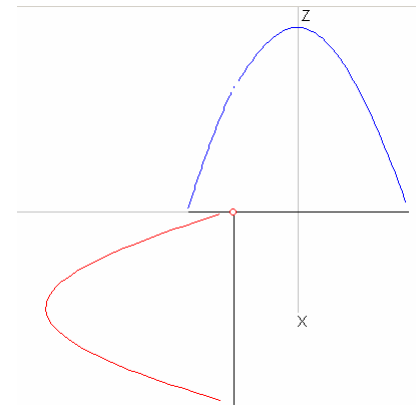
Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

- Es hilft nur, die Leitung in die „neutrale Zone“ des Strahlers zu legen. Auch bei der Mehrbandantenne befindet diese sich in der Mitte des Strahlers
- Trotz „gefährlicher Länge“ der Speiseleitung strahlt sie jetzt nur noch gering



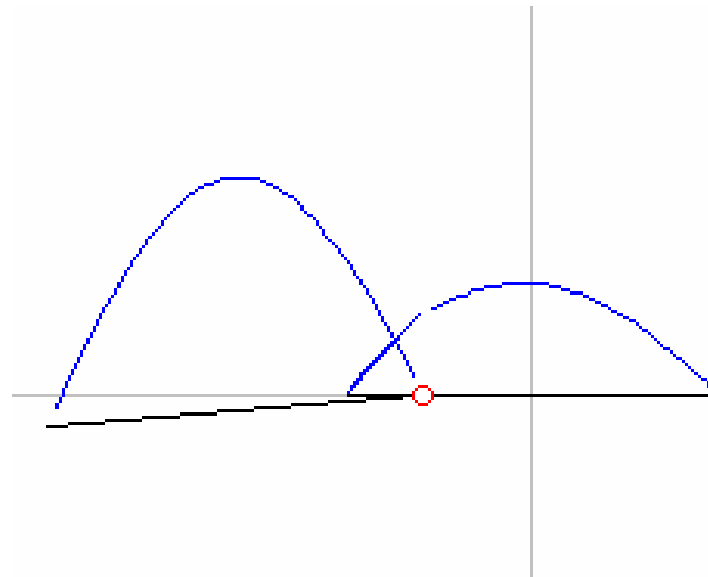
Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

- Eine Speiseleitung strahlt und empfängt trotz Balun, wenn sie außerhalb der „neutralen Zone“ des Strahlers hängt. Das tritt besonders stark bei „gefährlichen Längen“ auf.
- Bei einer Mehrbandantenne ist die Chance einer „gefährlichen Länge“ der Speiseleitung besonders groß. Hier helfen eingefügte Baluns, die die Speiseleitung in Abschnitte aufteilt
- Abhilfe schafft vor allem die Verlegung der Speiseleitung in die Symmetrieachse des Strahlers, wo die Einstrahlung sehr gering bleibt.



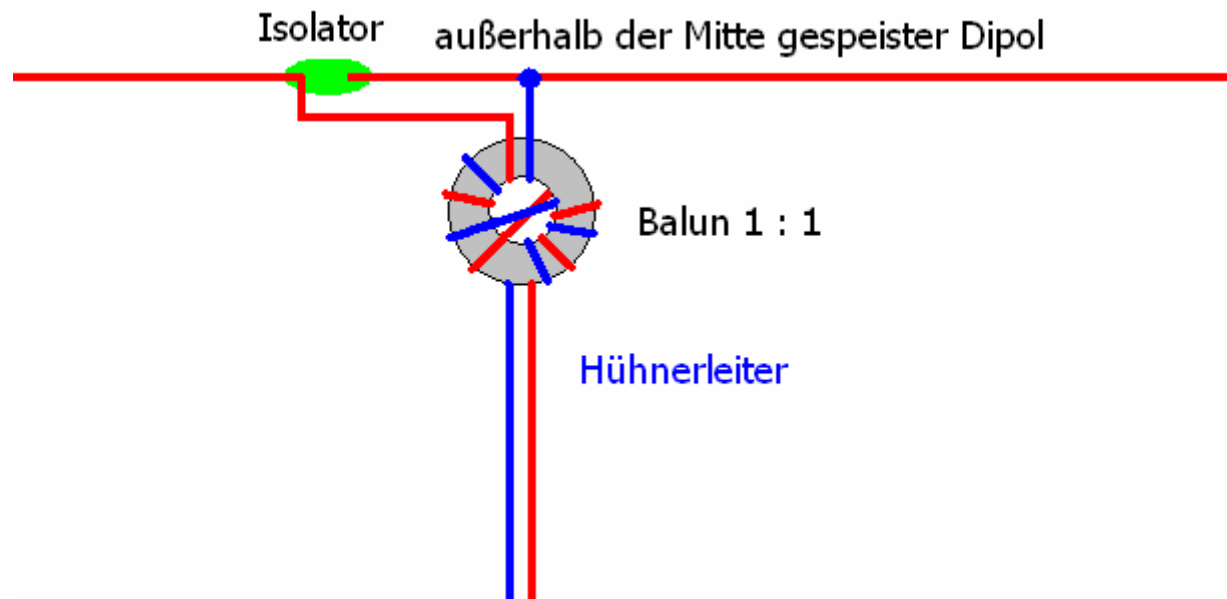
Speisung des resonanten Dipols über eine Leitung

- Schlimmer geht es nicht: die Speiseleitung wird entlang der Achse des Strahlers weggeführt. Obwohl ein Balun vorhanden ist, wird durch Strahlungskopplung die Speiseleitung zum zweiten Strahler (und zur Empfangsantenne)
- Hier hilft das Vermeiden einer gefährlichen Länge der Speiseleitung durch einige Baluns (Unterteilung in kurze Abschnitte – wie bei Abspanndrähten von Mittelwellensendemasten – der Balun wirkt für Gleichtaktstrom wie ein Isoliererei, Gegentaktstrom lässt er hingegen durch)



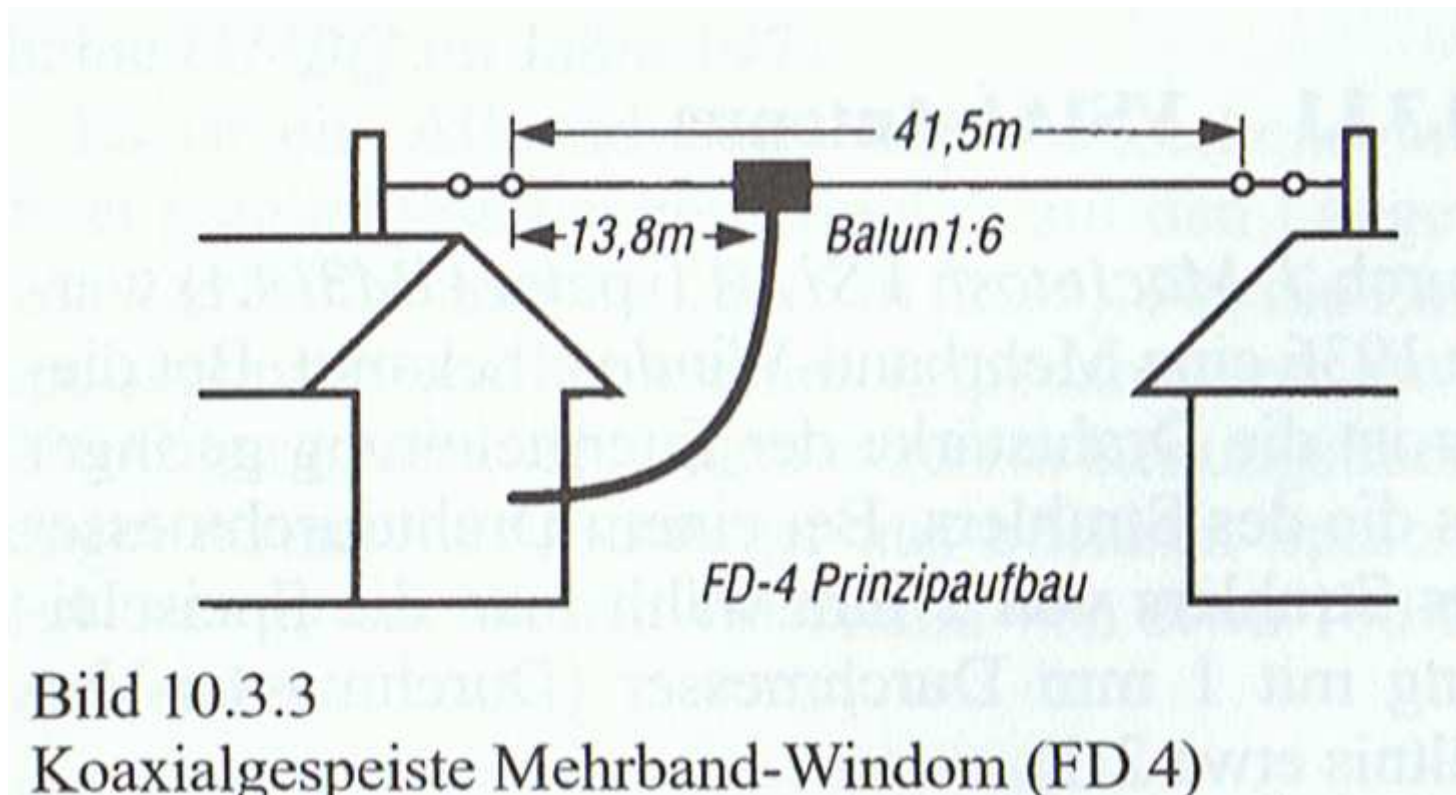
Vorschlag für eine außerhalb der Mitte gespeiste Antenne

- Noch nicht ausprobiert, aber sicher hinzubekommen: eine außerhalb der Mitte gespeiste Antenne mit wenig strahlender Speiseleitung.
- An das Ende der Hühnerleiter kann ein Antennenabstimmgerät angeschlossen werden. Die Maße des Strahlers ähnlich FD4



Die TVI-Schleuder

- Auszug aus dem Rothammel, 12. akt. Auflage, Seite 222



Die TVI-Schleuder

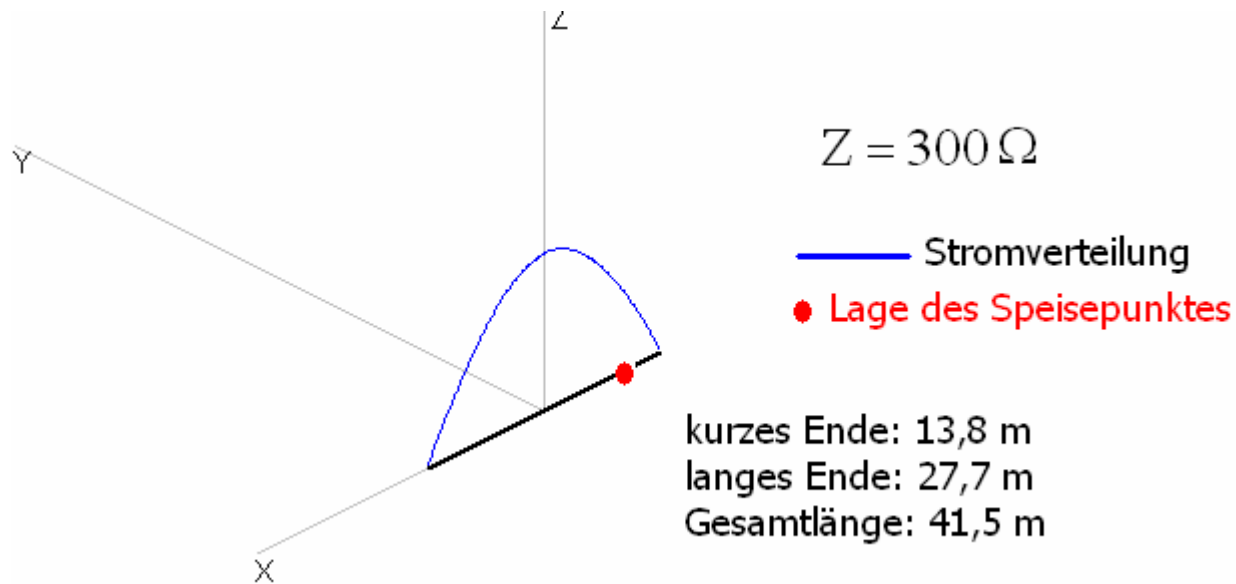
- Zitat:

Trotz Koaxialspeisung und besserer Mantelwellenunterdrückung ist die Antenne problematisch. Sie wird nicht ganz zu Unrecht als „Bundesdeutsche Oberwellenschleuder“ oder „TVI-Schleuder“ bezeichnet. Bei der asymmetrisch eingespeisten Windomantenne sucht sich die Antenne als Ausgleich Parasitärstrahler ähnlich wie ein Gegengewicht, das dann auch strahlt. Übliche Parasitärstrahler sind das Stromnetz, Telefon- und Steuerleitungen.

Als Zusatzstrahler wirkt manchmal auch der Schirm des Koaxialkabels. Wenn dieses nicht senkrecht von der Windom-Antenne weggeht, koppelt die Antenne auf das Kabel und erzeugt Mantelwellen.

Die TVI-Schleuder

- Simulation der als „Fritzel-Dipol“ FD bekannt gewordenen Antenne
- Die FD4 ohne Speiseleitung – kein Grund für die üble Nachrede
- Gleiches Verhalten bezüglich Abstrahlung von Oberwellen und „Suchen von Parasitärstrahlern“ wie ein gleichlanger, mittengespeister Dipol



Die TVI-Schleuder

- Die Simulation der 10m hohen, waagrecht gespannten Antenne mit dem Simulationsprogramm Mmana von Makoto Mori JJE3HHT zeigt für eine Impedanz von 300Ω brauchbare Werte für (80m), 40m, 20m, 17m, 12m, 10m

The screenshot shows the MMANA software interface. The window title is "MMANA - C:\Programme\MMANA\MMANADEU\ANT\fd4.maa". The menu bar includes "File", "Edit", "Options", and "Help". The main menu has "Geometry", "View", "Compute", and "Far Field Plot".

Simulation parameters are set as follows:

- Freq: 28.500 MHz
- Ground: Real (Real ground setup)
- Height: 10.0 m
- Material: noloss

Simulation results displayed in the text area:

```

WAVE LENGTH = 10.519298[m]
TOTAL PULSE = 232
FILL MATRIX...
FACTOR MATRIX...
PULSE VOLTAGE[V]  CURRENT[mA]  IMPEDANCE Ohm  SWR
w1e 1.00+j0.00  3.15+j2.58  190.24-j155.68  2.18
CURRENT DATA...
FAR FIELD...
No Fatal Error(s)
1.38(s)
    
```

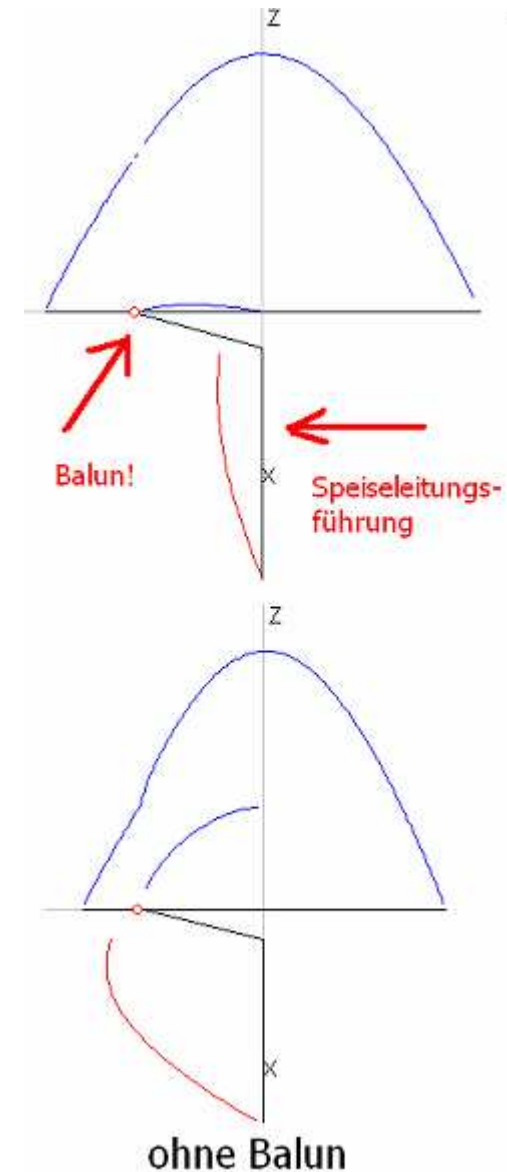
The results table below shows the performance of the antenna at various frequencies:

No.	Freq MHz	R(Ohm)	jX(Ohm)	SWR 300	Gh dBd	Ga dBi	F/B dB	Elev.dg	GND	Height	Pol.
8	28.500	190.243	-155.682	2.18	---	10.51	-13.85	14.4	Real	10.0	Hori
7	24.900	161.087	-139.416	2.38	---	8.43	-3.70	16.4	Real	10.0	Hori
6	21.050	3695.21	386.149	12.45	---	8.49	-44.31	19.3	Real	10.0	Hori
5	18.080	177.168	74.485	1.85	---	8.55	-5.36	22.4	Real	10.0	Hori
4	14.150	156.750	-114.978	2.28	---	5.95	-13.63	28.4	Real	10.0	Hori
3	10.110	3559.11	603.017	12.21	---	4.68	-2.89	39.7	Real	10.0	Hori
2	7.050	114.011	9.471	2.63	---	5.77	-18.93	59.8	Real	10.0	Vert
1	3.550	40.805	48.491	7.55	---	7.80	-1.01	90.0	Real	10.0	Hori

At the bottom of the window, there are buttons for "Start", "Optimization", "Optimization log", "Plot", "Wire edit", and "Element edit".

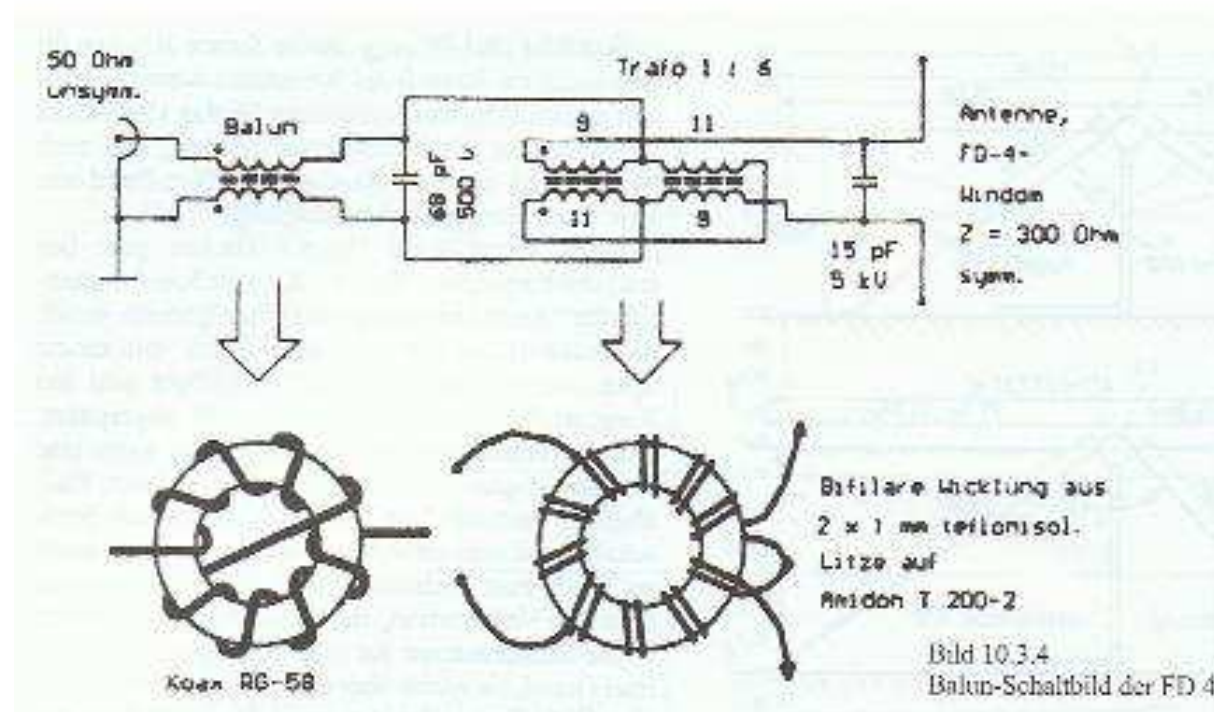
Die TVI-Schleuder

- Die FD 4 ist ein außer der Mitte gespeister Strahler, dessen Speisepunkt so gewählt ist, dass sie für einige Bänder mit brauchbarem SWR an 300Ω angepasst ist
- Das SWR für 80 m wird sehr von der Aufbauhöhe bestimmt, je höher die Antenne hängt, um so besser (Simulationshöhe 10m)
- Und so beseitigt man die Probleme, siehe Bild oben:
- Und das passiert, wenn der „Balun“ nichts taugt, siehe Bild unten:



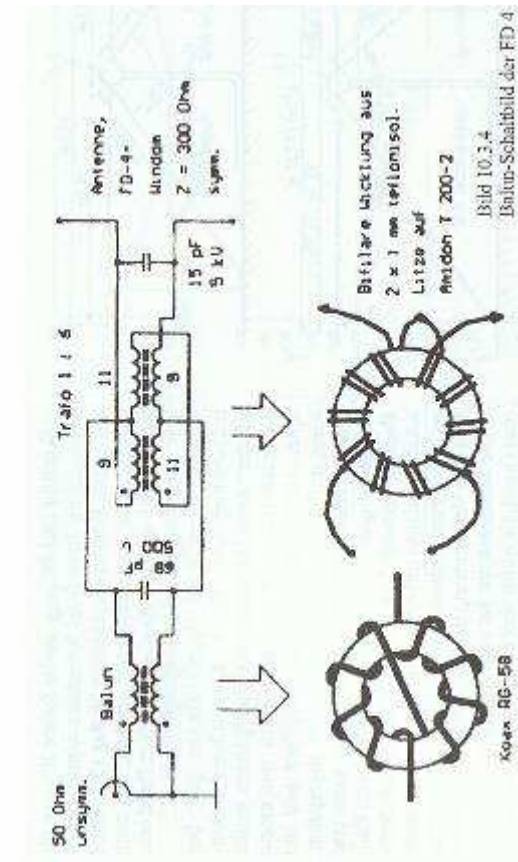
Die TVI-Schleuder und ihr Balun

- Die Probleme der FD4 stammen vom Balun und von der Art der Verlegung der Speiseleitung sowie deren „gefährliche Längen“. Alles das lässt sich in den Griff bekommen
- Die Balunzeichnung im „Rothammel“ ist fragwürdig



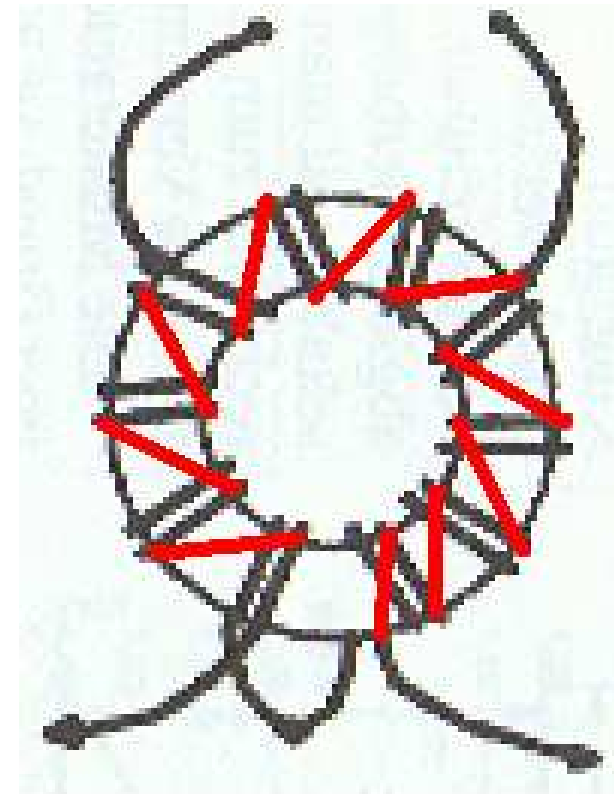
Die TVI-Schleuder und ihr Balun

- Zwei Kerne sind schon mal ein guter Anfang
- W1JR-Bewicklung ist mechanisch günstig, wenn das Koaxialkabel nicht zu starr ist
- Zwei 100 Ω Leitungen aus AWG18 CuAg-Litze, PTFE isoliert, sind viel leichter auf den Kern zu bringen (siehe DG0SA-Balun)
- Die Verwendung von Pulvereisenkernen verbietet sich an dieser Stelle, für Breitbandtransformatoren nimmt man Ferrite, für den Balun sogar EMV-Ferrite
- Die Bewicklung des Trafos (gibt es jemanden, der das Schema versteht?) ergibt keinen Sinn
- Das Schaltbild des Trafos ergibt ebenfalls keinen Sinn
- Vorsicht: einige handelsüblichen Balun 6:1 sind keine Baluns, nur Breitbandübertrager



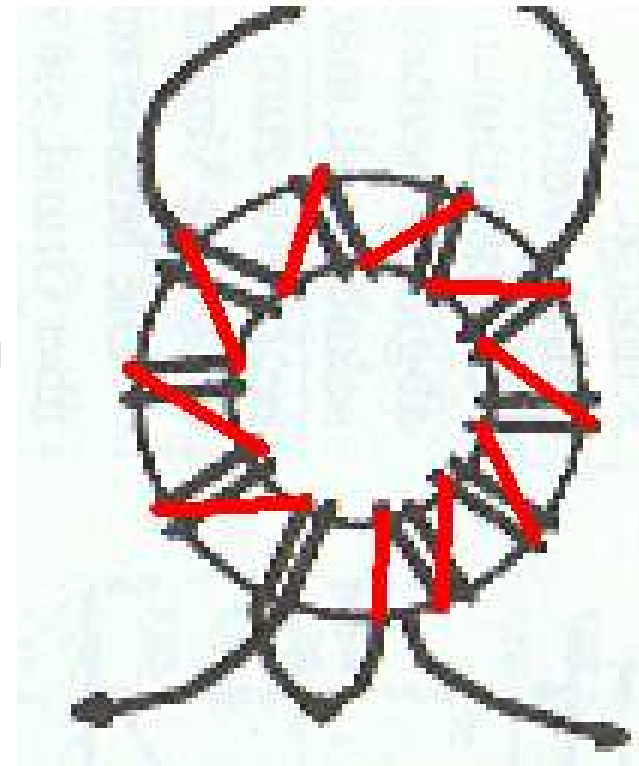
Die TVI-Schleuder und ihr Balun

- Versuch, die Zeichnung aus dem Rothammel zu deuten. Es ist ein Genie, der anhand der Zeichnung im Rothammel vermag, einen funktionsfähigen Balun zu bauen, denn:
- Zwischen den beiden unteren Anschlüssen (Anschlüsse der sekundären Wicklung) sind 10 Windungen zählbar. Rechts unten beginnend nach rechts zählen. (notwendig wären 20 Windungen)
- Rot gekennzeichnet ist die Drahtführung unterhalb des Kerns



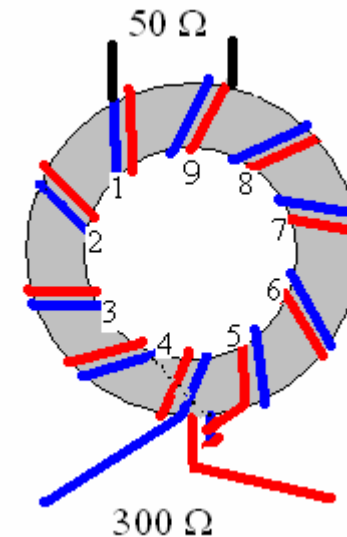
Die TVI-Schleuder und ihr Balun

- Die primäre Wicklung ist ebenfalls falsch gezeichnet
- Zwischen den beiden oberen Anschlüssen (Anschlüsse für die primäre Wicklung) gibt es überhaupt keine Verbindung, der linke Anschluss endet an sich selbst als eine Kurzschlusswindung mit 10 Windungen
- Der rechte obere Anschluss ist eine Anzapfung der sekundären Windung



Die TVI-Schleuder und ihr Balun

- Und so wäre es richtig:
- Für ein Transformationsverhältnis 6:1 braucht man sekundär 20 Windungen und primär 8 Windungen
- Für den Breitbandtransformator ist ein Ferrit einzusetzen, kein Pulvereisenkern
- Optimaler ist es jedoch, ein Wickelschema zu entwickeln, wo beide niederohmige Anschlüsse sehr dicht beieinander sind, weit auseinander liegende hochohmige Anschlüsse stören dagegen weniger.
- Eine andere Teilung statt 10-er Teilung bringt die beiden 50 Ω Anschlüsse nebeneinander (Bausatz DG0SA)
- Keinesfalls darf auf den Trafokern die Balunwicklung mit aufgebracht werden! Sie wird dadurch völlig unwirksam.

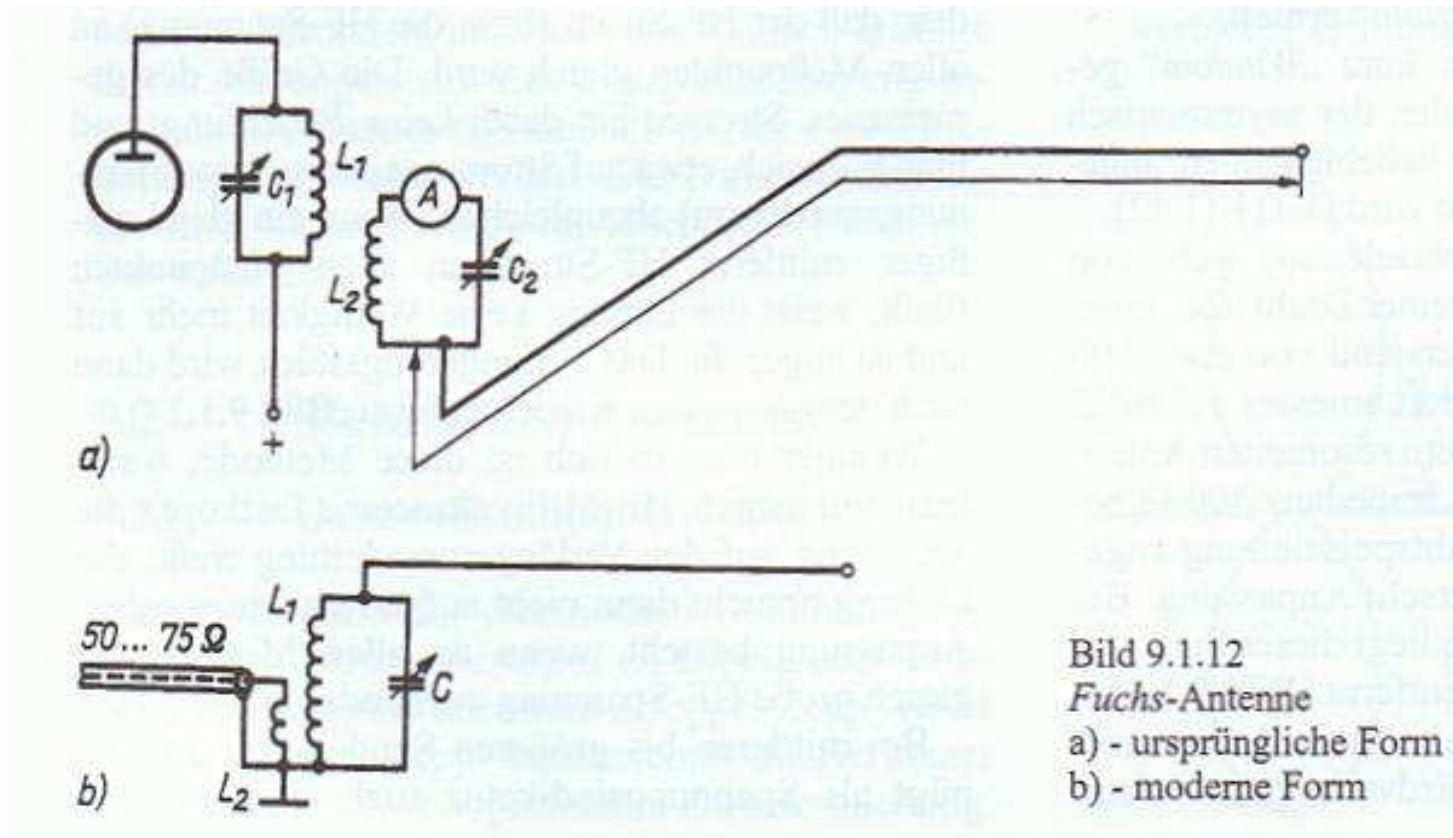


Die TVI-Schleuder ist gar keine

- Die FD4 als „Bundesdeutsche Oberwellenschleuder“ oder „TVI-Schleuder“ zu bezeichnen, ist recht unprofessionell.
- Um die vorteilhaften Eigenschaften diese Entwicklung zu nutzen, ist ein funktionsfähiger Balun einzusetzen. Im Zweifelsfall ist die Fähigkeit des Baluns zur Unterbindung von Gleichtaktströmen prüfen, denn dies wäre ein großer Mangel. Es kommt zum Stromsprung an der Einspeisestelle, dadurch zu Gleichtaktstrom auf der Speiseleitung und unerwünschter Strahlung
- Die Speiseleitung ist auf kurzem Weg in die „neutrale Zone“ des Strahlers bringen. Dadurch wird Gleichtaktstromfluss durch Einstrahlung auf der Speiseleitung verringert
- „gefährliche Längen“ sind zu vermeiden, mit ein, zwei Baluns (1:1 mit Impedanz der Speiseleitung) auf der Speiseleitung werden ungefährliche Längen hergestellt

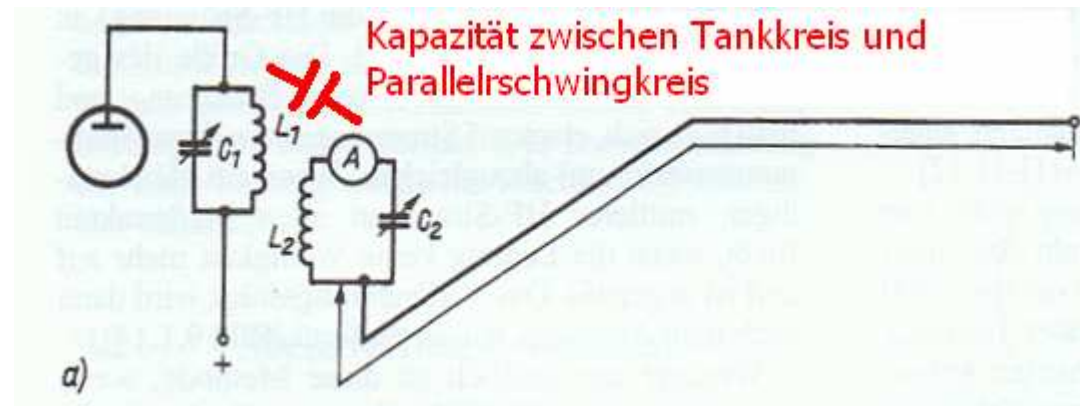
Die Fuchsantenne

- Auszug aus dem Rothammel, 12. akt. Auflage, Seite 193



Die Fuchsantenne

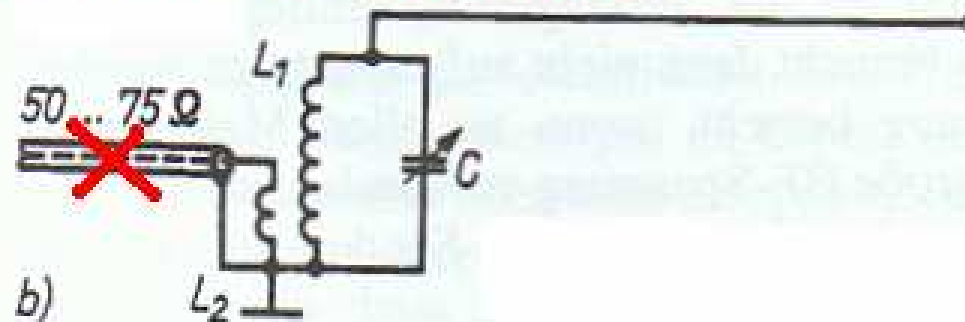
- Die klassische Form funktioniert nur, weil der Tankkreis und der Parallelschwingkreis auch kapazitiv miteinander verkoppelt sind und an einer sehr hochohmigen Stelle des Strahlers eingekoppelt wird
- es fließt genauso viel Strom in den Strahler wie über die Kapazität in Richtung „Erde“. Da ohne diesen Stromfluss der Strahler nicht erregt werden kann, ist der Einsatz eines Baluns sinnlos. Alles strahlt...



Die Fuchsantenne

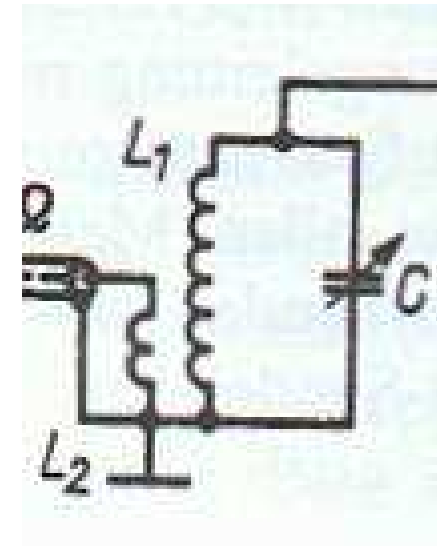
- Bei der „modernen Form“ wird eine „Erde“ genutzt. Sie muss jedoch nicht allerhöchsten Ansprüchen genügen
- Wird an der „Erde“ geschlampt, können über die Kapazität zwischen der primären und der sekundären Wicklung von L1 Teile des Gegentaktstromes aus der Leitung als Gleichtaktstrom auf der äußeren Seite des Koaxialkabels abfließen. Im Empfangsfall werden störende Felder einen Gleichtaktstrom auf der Leitung induzieren und der gelangt dann in den Empfänger! Ein guter Balun dicht am Fuchskreis verhindert das. Gefährliche Längen der Speiseleitung sind zu vermeiden!

hier Balun 1:1 einfügen



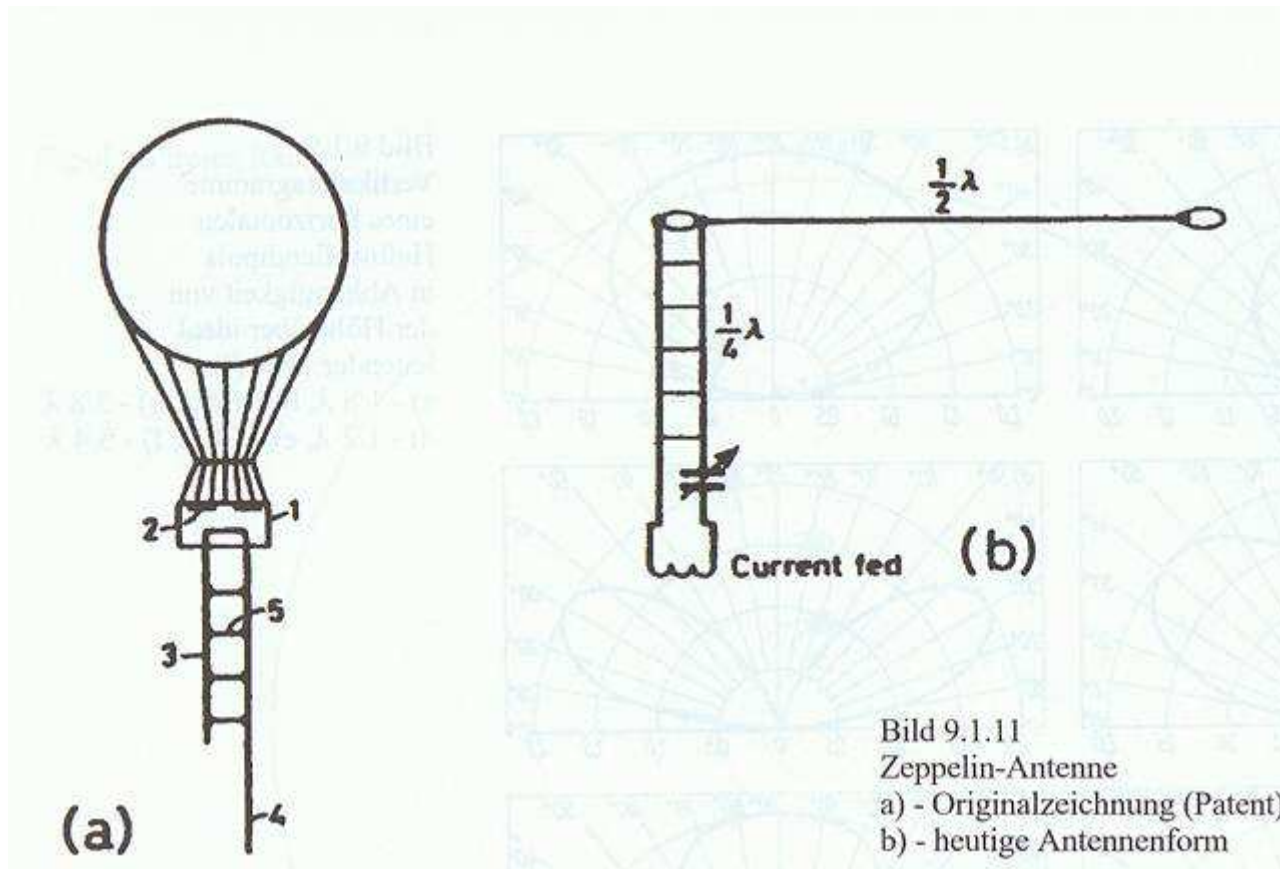
Die Fuchsentenne

- Beim Fuchskreis wird ein Pulvereisenkern oder eine Luftspule genutzt, ein Ferrit ist hier fehl am Platze
- Die Güte des Parallelschwingkreises ist über 100
- Für 80 m empfiehlt der „Rothammel“ 18 μH . Mit einer Güte von 100 liegt dem Kreis ein Verlustwiderstand von 40 $\text{k}\Omega$ parallel, was eine verlustarme Anpassung verspricht
- Wenn das SWR am Bandanfang und am Bandende ohne Nachstimmen genau so gut ist, wie in der Bandmitte, dann ist etwas faul! Dann sind die Verluste im Übertragungsweg so hoch, dass die selektiven Eigenschaften des Strahlers gar nicht mehr wahrgenommen werden (Prinzip „Dummyload“)
- Unbedingt einen Balun in der Zuleitung verwenden und deren Länge „ungefährlich“ halten



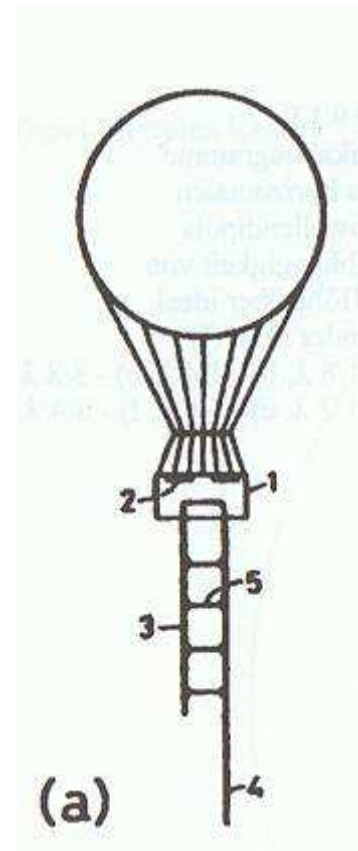
Die Zeppelinantenne

- Auszug aus dem Rothammel, 12. akt. Auflage, Seite 192



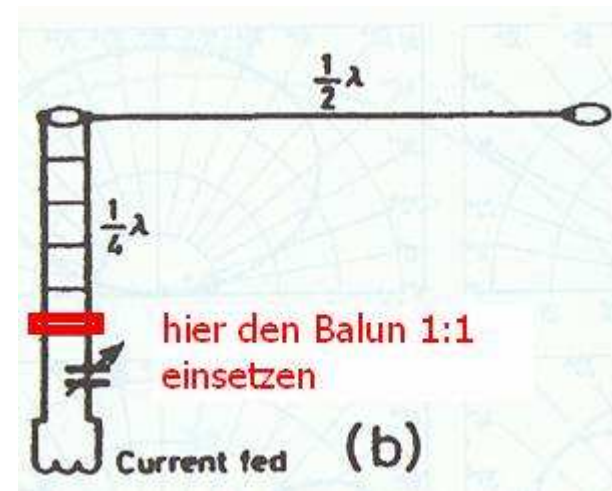
Die Zeppelinantenne

- Dr. Hans Beggerows Zeppelinantenne enthält einen Strahler mit $l/2$ Länge, an dessen Ende eine Zweidrahtleitung mit $l/4$ angeschlossen ist.
- Die Einspeisung erfolgt am ballonseitigen Ende der Zweidrahtleitung, der Energietransport von dort zum Ende der Zweidrahtleitung in Form eines Gegentaktstroms. Die Zweidrahtleitung transformiert die niedrige Impedanz des Senderausganges (Stromspeisung) auf eine hohe Impedanz am Ende der Speiseleitung (Spannungsspeisung).
- Am Ende der Zweidrahtleitung erfolgt eine betrags- und richtungsgleiche Aufteilung in das dem Ballon zugewandte Ende der Zweidrahtleitung und in den unten hängenden Strahler in Form eines Gleichtaktstromes. Strahler +strahlende Zuleitung = Antenne
- Der Gleichtaktstrom auf Strahler und Zuleitung führt zu hohen Spannungen am Ende von Strahler **und Zuleitung**



Die Zeppelinantenne

- Die moderne Form der Zeppelinantenne besitzt eine Speiseleitung, die ebenfalls strahlt
- Würde man einen Balun am oberen Ende der Speiseleitung einsetzen, so kann der Strahler nicht erregt werden, da der Gegentaktstrom sich nicht „als Gleichtaktstrom aufteilen kann“
- Der Balun muss an das untere Ende der Speiseleitung gesetzt werden, Impedanz ist eher unwichtig
- Als Balun eignet sich eine auf einem EMV-Ferrit gewickelte Zweidrahtleitung mit hoher Spannungsfestigkeit (AWG 18, CuAg, PTFE-isoliert)
- Ein 60 mm Kern verträgt 800 Watt, wenn er nicht im Spannungsbauch sitzt (Spannungsbauch infolge Gleichtaktstrom auf der Leitung)



Die Vertikalantenne

- Auszug aus dem Rothammel, 12. akt. Auflage, Seite 442

Die *Marconi*-Antenne ergibt mit dem Spiegelbild der idealen Erde (totale Reflexion) einen vertikalen Halbwellendipol. Dabei entspricht die Strom- und Spannungsverteilung der des Halbwellendipols. **Bild 19.4.1** zeigt die *Marconi*-Antenne mit der Strom- und Spannungsverteilung.

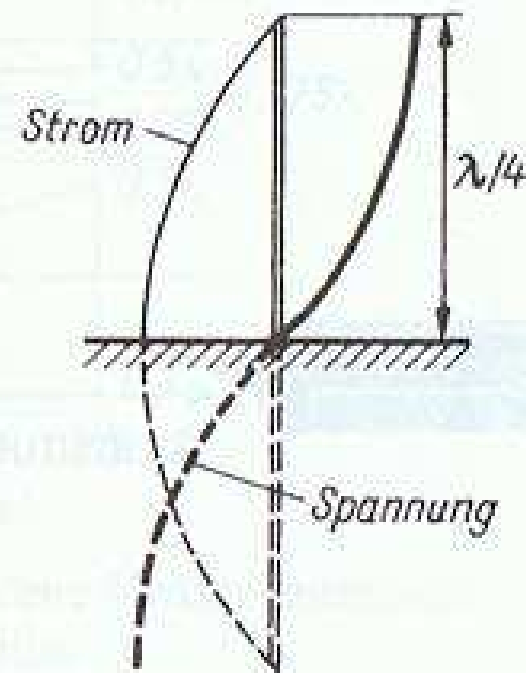


Bild 19.4.1

Die Vertikalantenne

- Die Spiegelung erfolgt an idealer Erde. Ich habe es schon überall versucht, aber nirgendwo gibt es eine ideale Erde zu kaufen
- Einer idealen Erde nahe kommt ein Blechdach mit Abmessungen des Mehrfachen der Wellenlänge
- Statt einer durchgehenden Fläche kann auch ein Gitternetz verwendet werden
- Die nächste Möglichkeit sind sehr viele seitwärts vom Strahler weg gespannte Drähte (Radials)
- Es können auch drei Drähte mit der jeweiligen Länge von $\lambda/4$ verwendet werden (Groundplane, Triple Leg)
- Als letzte Möglichkeit wird nur noch anstelle der „Erde“ ein einzelner Draht verwendet (Up And Outer)

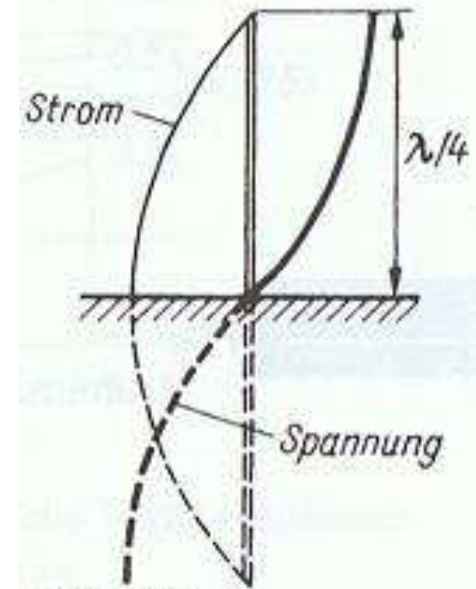
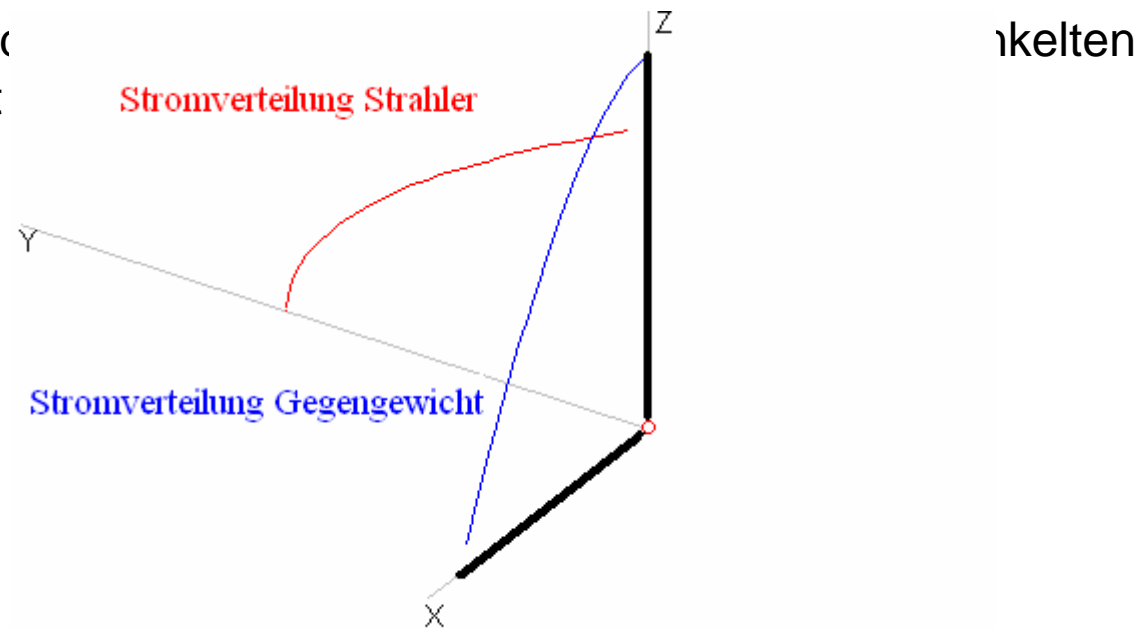


Bild 19.4.1
Marconi-Antenne
(Strom- und
Spannungsverteilung)

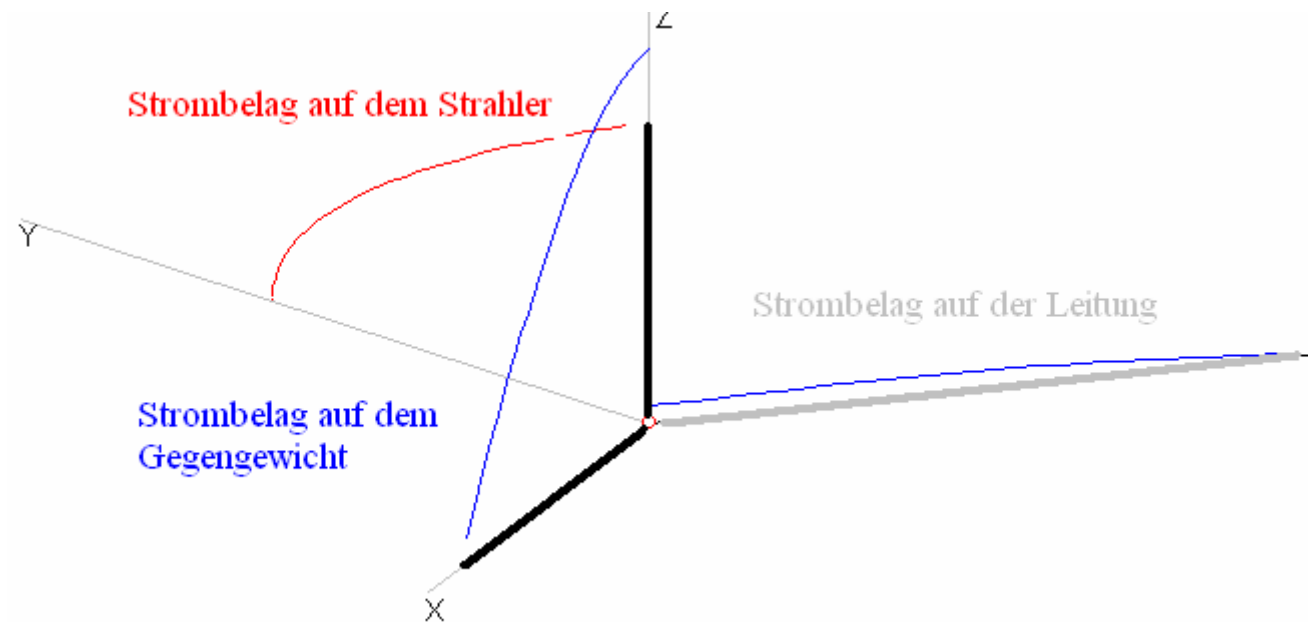
Die Vertikalantenne Up And Outer

- Der Name der Antenne weist darauf hin: ein Draht geht hoch, der andere seitwärts weg vom Speisepunkt. Auf deutsch wäre der Name „hoch und seitwärts“ schon komisch anzuhören
- Die Up And Outer ist eigentlich ein Dipol, manchmal auch außer der Mitte gespeist. Gleich lange Schenkel sind jedoch besser.
- Mit Variation ϵ des Schenkels ist



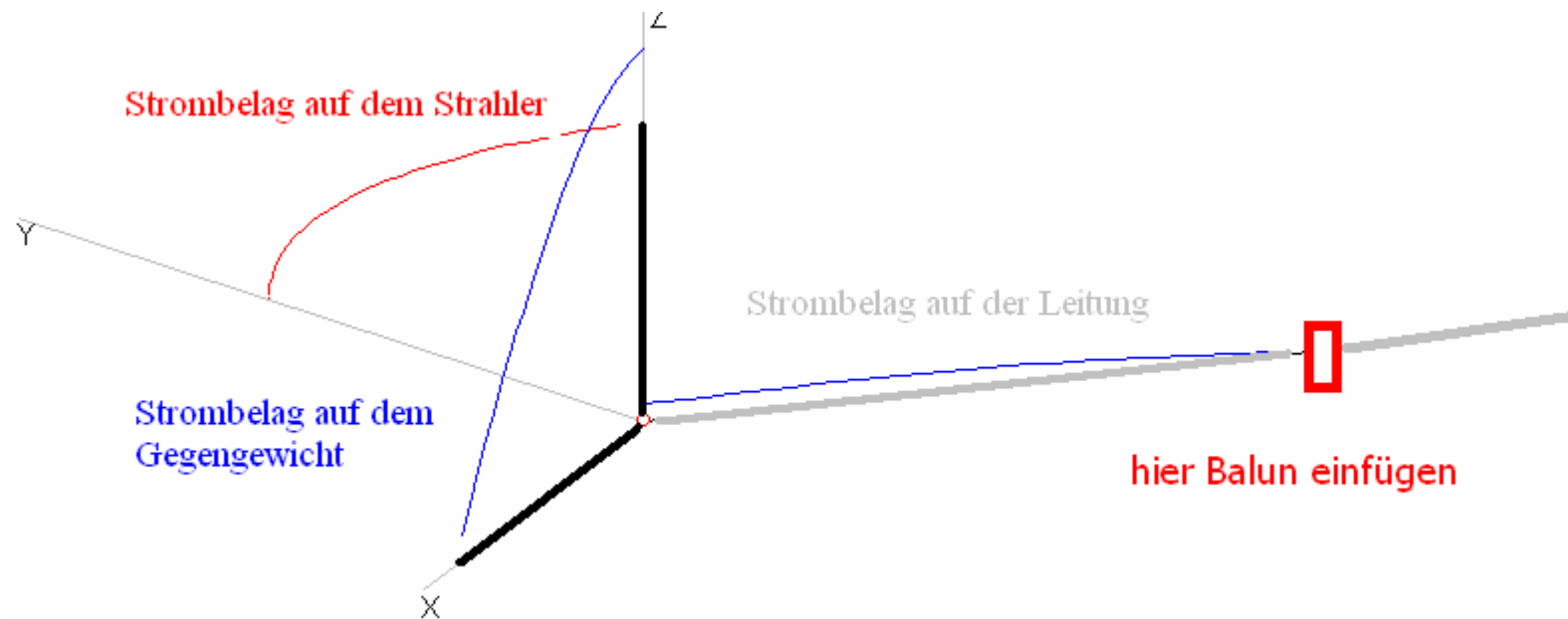
Die Vertikalantenne Up And Outer

- Ohne Balun führt die Zuleitung nur geringen Gleichtaktstrom, wenn sie in Gegenrichtung des Gegengewichts weggeführt wird.
- Die Zuleitung führt nur dann wenig Gleichtaktstrom, wenn sie $\lambda/2$ lang ist



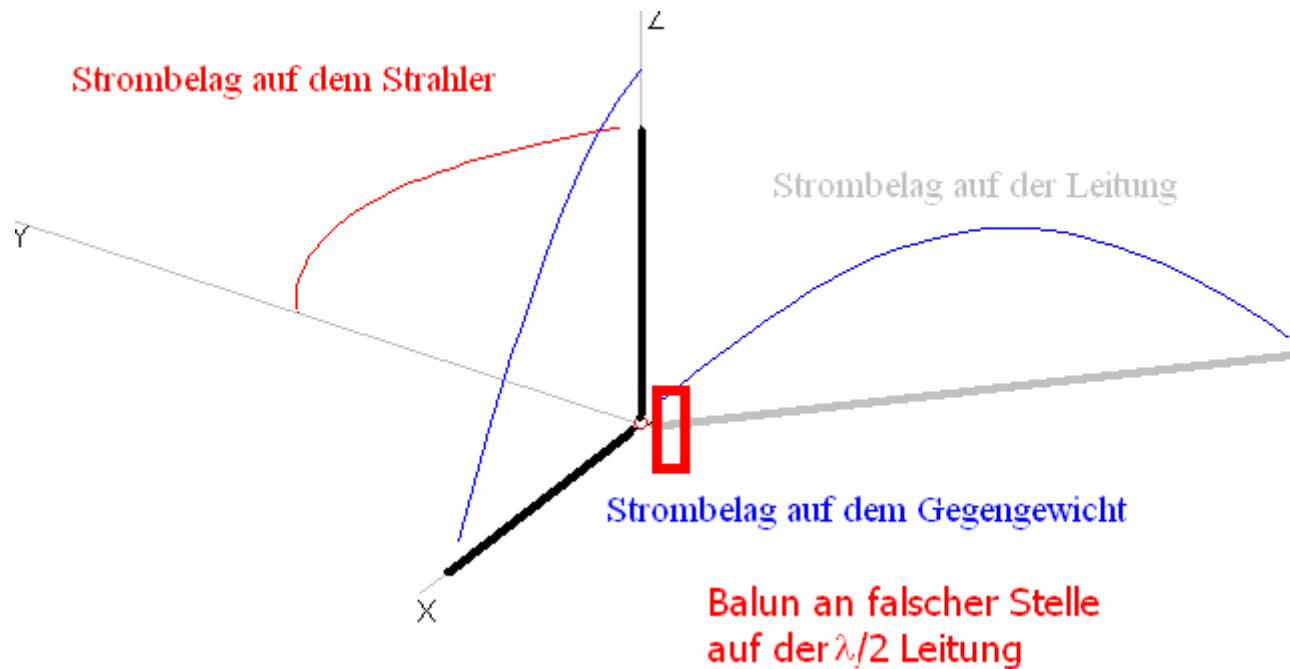
Die Vertikalantenne Up And Outer

- Die Zuleitung führt nur dann wenig Gleichtaktstrom, wenn sie $\lambda/2$ lang ist, aber was tun, wenn Sie länger ist?
- Das erreicht man auch durch Einfügen eines Baluns auf der Zuleitung. Der Einbauort ist $\lambda/2$ Länge vom Speisepunkt entfernt.



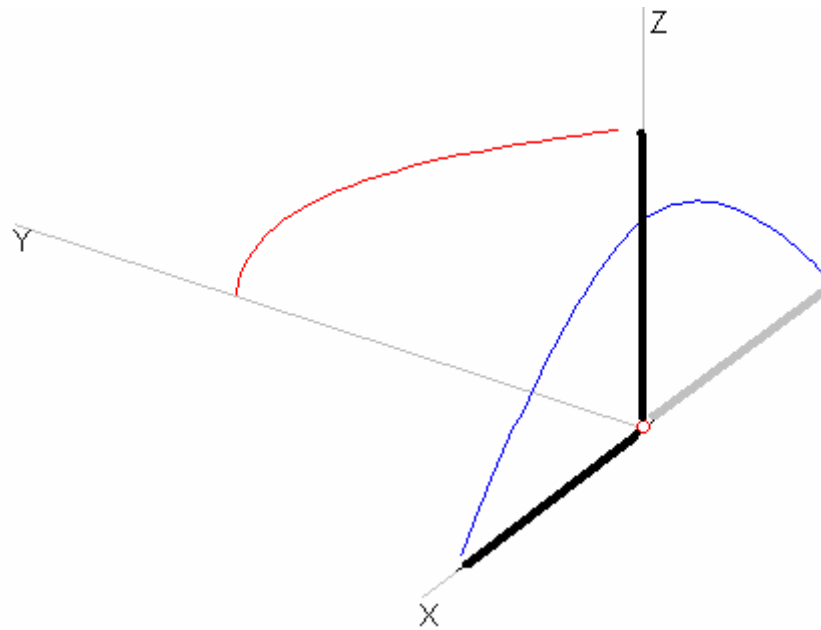
Die Vertikalantenne Up And Outer

- Mit Balun an falscher Stelle, hier direkt neben dem Speisepunkt, wird der Strombelag auf der $\lambda/2$ langen Zuleitung sogar noch viel größer
- Das zeigt, dass Simulationen oft „Augen öffnen“ können



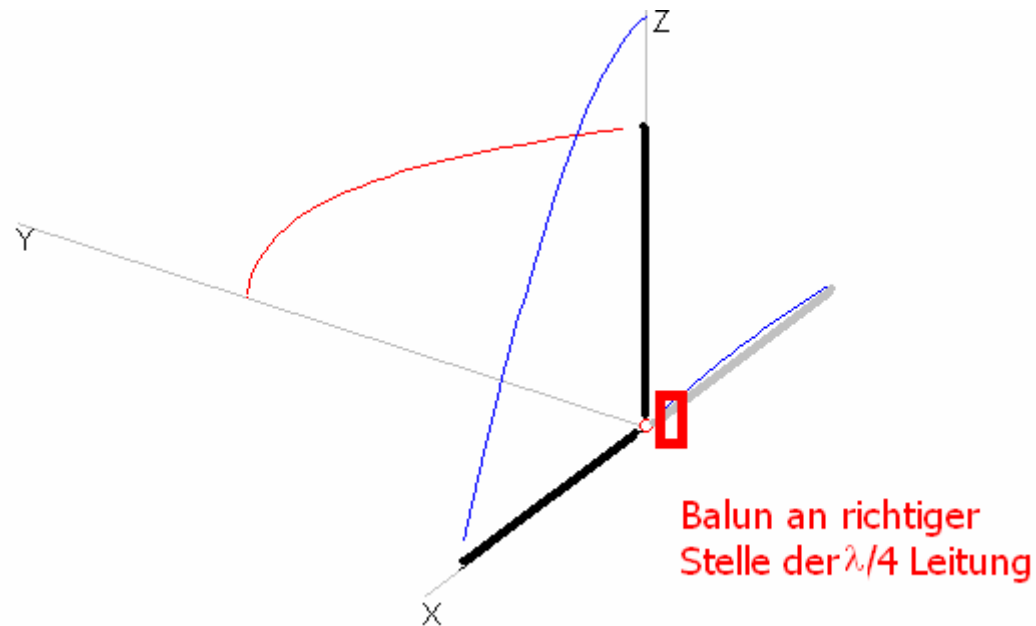
Die Vertikalantenne Up And Outer

- Wird die Zuleitung mit $\lambda/4$ bemessen, so strahlt sie **ohne** Balun genauso wie das Gegengewicht



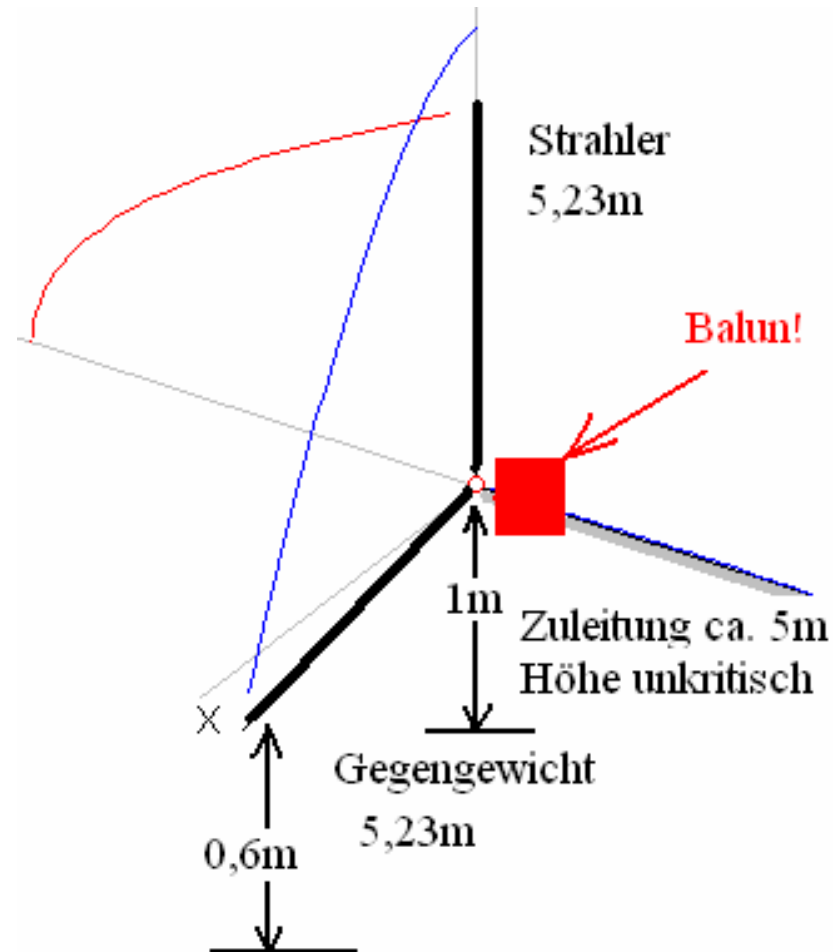
Die Vertikalantenne Up And Outer

- In diesem Fall der $\lambda/4$ langen Leitung **hilft ein Balun** sehr deutlich
- Der Strombelag auf der Zuleitung wird sehr gering



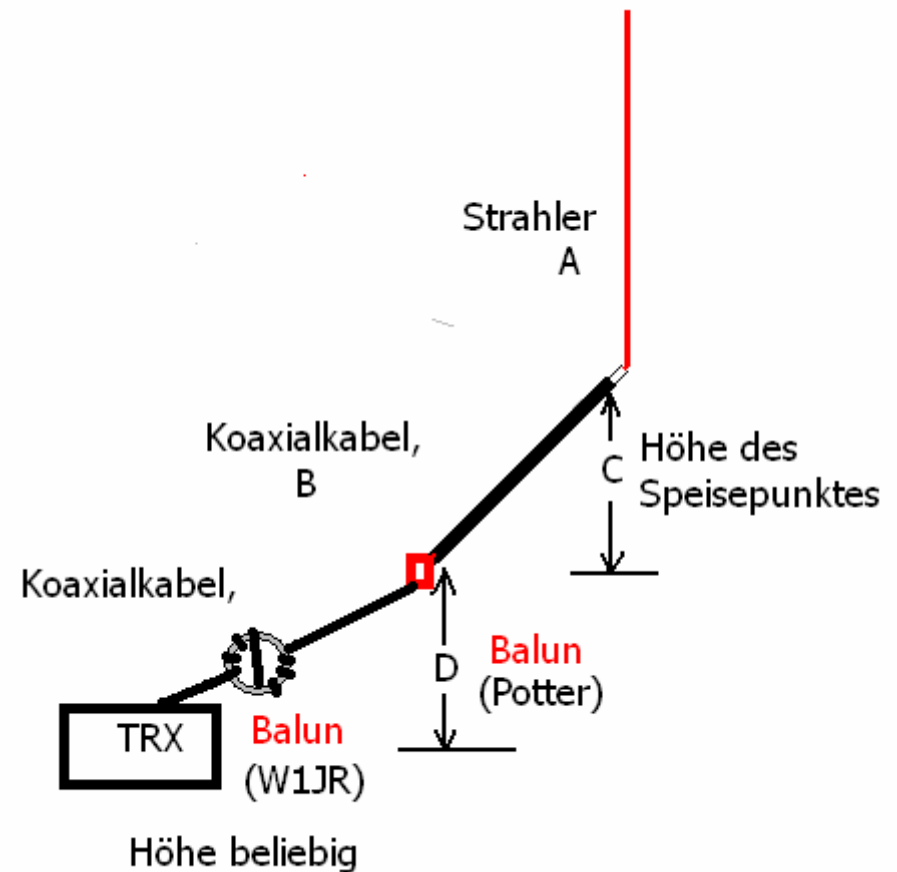
Die Vertikalantenne Up And Outer klassisch

- Bemessen für 20 m
- SWR 1,2
@14,06 MHz
- SWR 2,0
@14,35 MHz
- **Darauf kommt es an:**
Zuleitung entweder $\lambda/2$ lang und dann ein Balun zum TRX oder Zuleitung etwa $\lambda/4$ lang und zwischen Speisepunkt und Kabel kommt der Balun



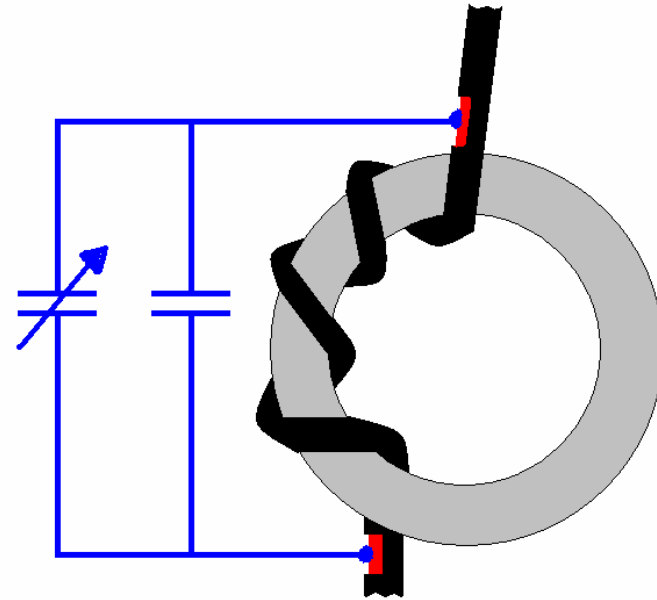
Vorschlag für eine Vertikalantenne Up And Outer

- Der Strahler wird einfach an den Innenleiter des Koaxialkabels angeschlossen
- Von dort bis zum Balun wirkt die äußere Seite des Schirms vom Koaxialkabel als „Gegengewicht“
- Als Balun sind Resonanzkreise nach Potter (Bell) geeignet. Diese bestehen aus Zweidrahtleitung auf einem Pulvereisenkern mit einem Parallelkondensator (siehe Vertikal20)
- Es schadet nicht, das Verbindungskabel vom Balun (Potter) zum TRX einige Male durch einen Ferritring zu ziehen. So entsteht ein Balun (W1JR).



Vorschlag für eine Vertikalantenne Up And Outer

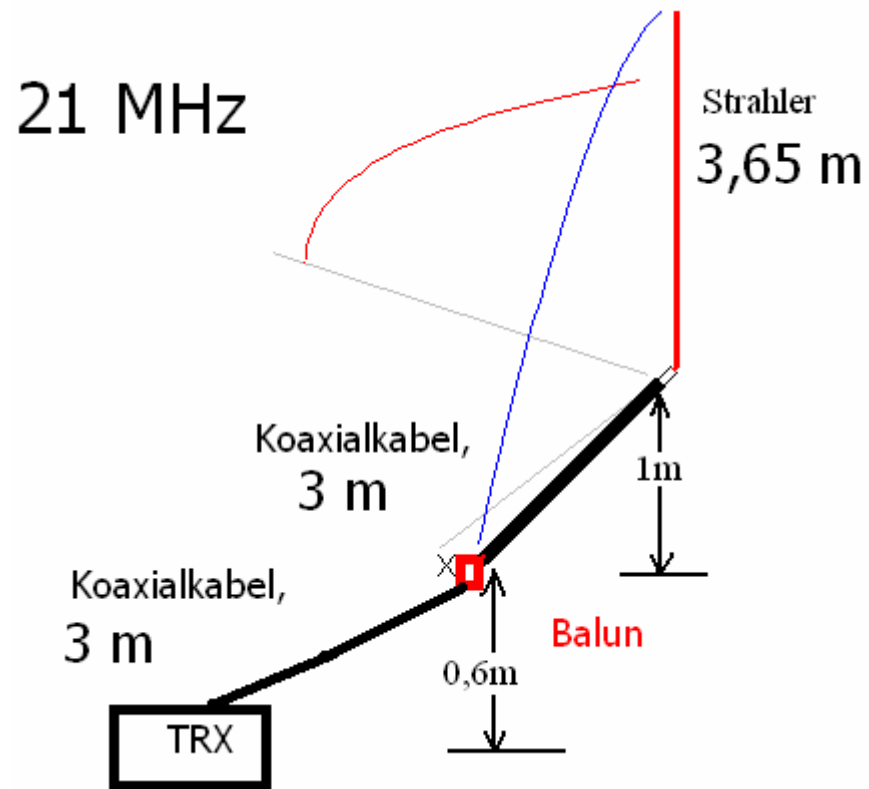
- Balun 1:1 nach Potter (Bell)
- Wirkung wie ein Sperrkreis (Trap)
- Der Resonanzkreis ist auf die gleiche Frequenz hinzutrimmen, wie die Betriebsfrequenz der Antenne
- **Pulvereisenkerne** verwenden, z.B. das 17-er Material von Micro Metals (Vertrieb durch Amidon)
- Bewährt haben sich **spannungsfeste und HF-geeignete** Kondensatoren, dazu parallel ein spannungsfester Trimmer zum Feinabgleich.



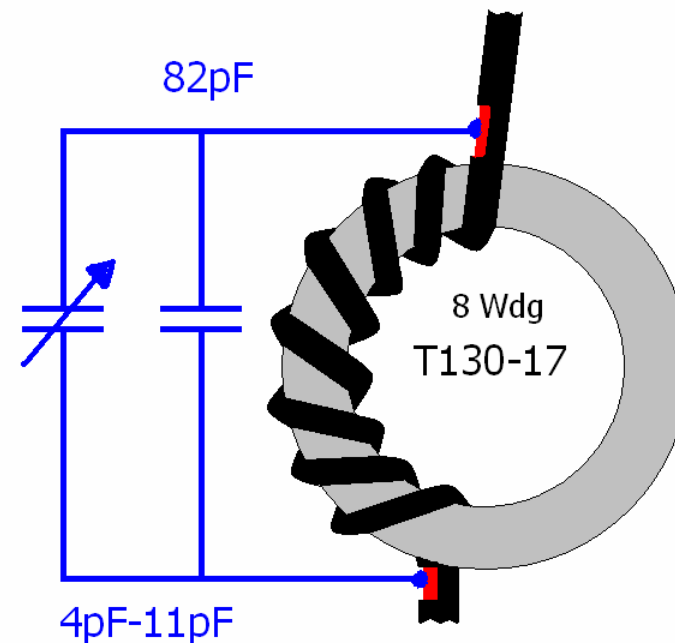
Vorschlag für eine Vertikalantenne Up And Outer

- Probeaufbau für 15 m:
- Spule: 8 Wdg. RG174 auf T130-17
- Kondensator 82 pF Vishay Cera Mite NP0 1000 Volt
- Trimmkondensator aus alter MTS-Funkstation, 4 pF – 11 pF
- Gehäuse aus dem Baumarkt
- 2 BNC-Flanschbuchsen, das chinesische Gewinde auf 3mm aufgebohrt
- 1 handelsübliches RG58 Kabel mit Steckern, 3 m lang
- 1 kürzeres RG58 Kabel zum Verbinden des Balun mit dem TRX, einige Male durch Ringkern gezogen.
- Flexibler Draht 3,65 m
- Balun nach Potter durch Verschieben der Wicklung auf den Abstimmbereich 20,9 MHz bis 21,5 MHz bringen
- Alles zusammen stecken
- Draht am Teleskopmast befestigen, Übergangsstelle Draht – Koaxialkabel ebenfalls
- Balun am Tisch befestigen
- SWR 1,2 über das ganze Band mit dem Trimmer hin und her schieben
- **Der Probeaufbau funktionierte auf Anhieb**

Vorschlag für eine Vertikalantenne Up And Outer



- Anzahl der Windungen im Bild sind acht – in der Innenseite des Kerns zählen



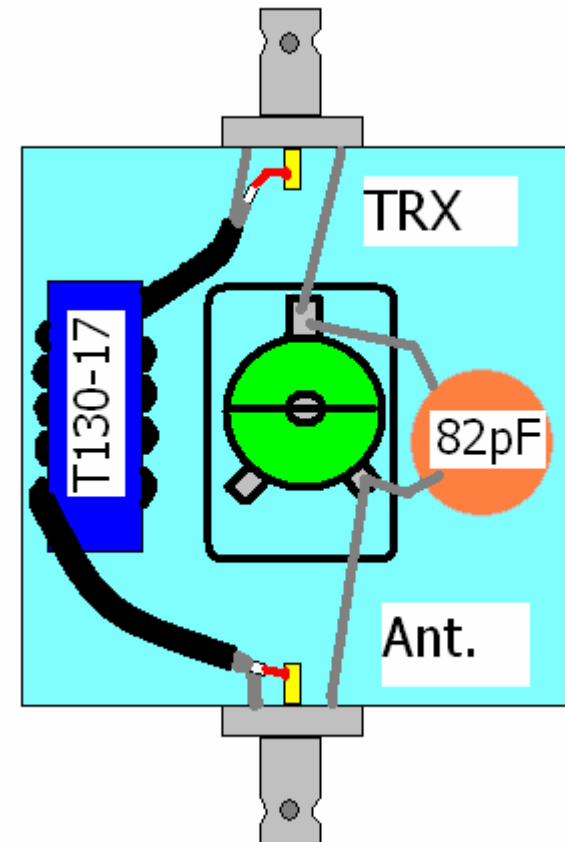
Vorschlag für eine Vertikalantenne Up And Outer

- Der Balun nach Potter:

die TRX-Seite ist jene, wo die Drehkondensatorenachse an der BNC-Buchse liegt.

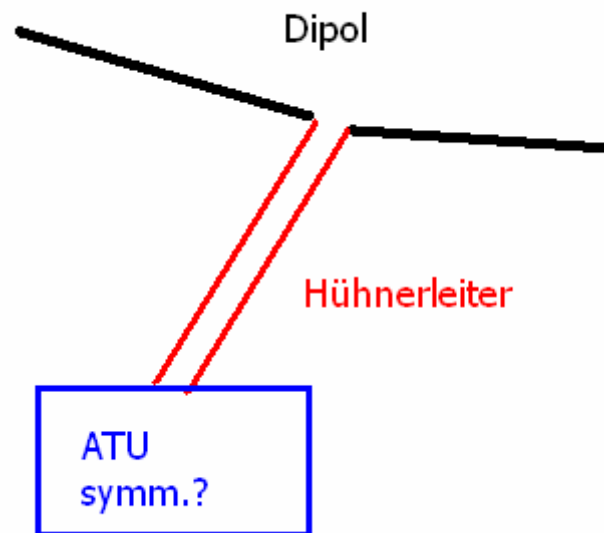
Verwechselt man die Anschlüsse, so wird der Drehknopf „handempfindlich“.

Außerdem besteht beim Abstimmen unter Leistung die Gefahr, dass kleine blaue Funken in die Fingerkuppen schlagen, was unangenehm riecht...



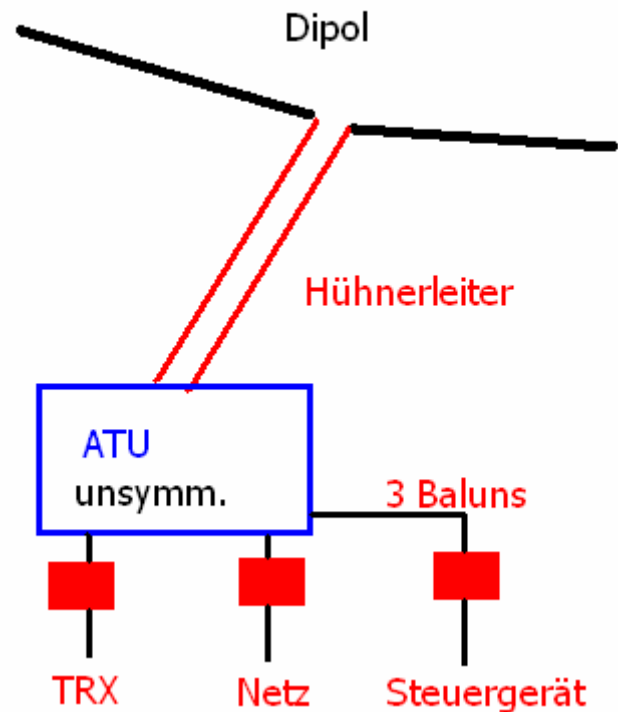
Symmetrisches Antennenanpassgerät erforderlich?

- Bei einer Hühnerleiter und einem in der Mitte gespeisten Dipol wird der Ruf nach einem symmetrisch aufgebauten Antennenanpassgerät laut
- Den Aufwand dafür kann man sich sparen, ein unsymmetrisches macht es genau so gut, aber nur mit **richtigem** Balun



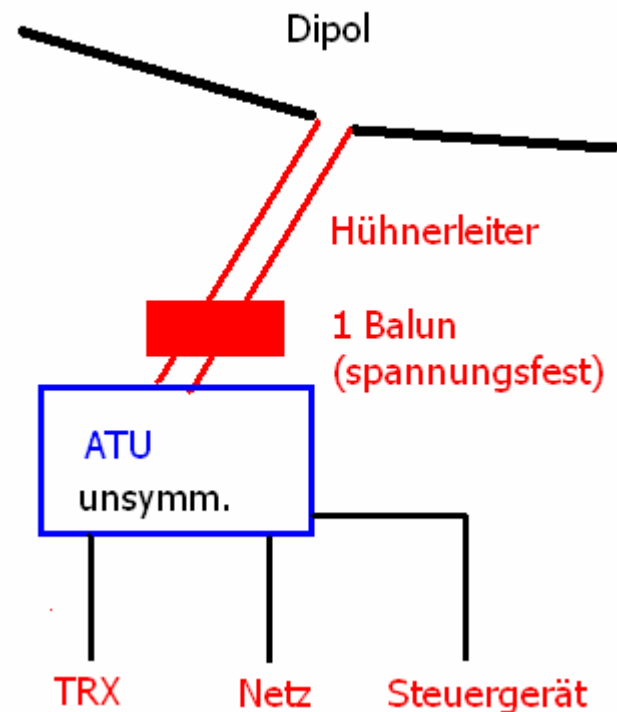
Symmetrisches Antennenanpassgerät erforderlich?

- Rüstet man den ATU mit Baluns an allen abgehenden Leitungen aus, so „merkt“ die Hühnerleiter nicht, dass es sich um einen unsymmetrischen ATU handelt
- Nachteil: HF am ATU-Gehäuse



Symmetrisches Antennenanpassgerät erforderlich?

- Ein Balun zwischen Antennenanpassgerät und Hühnerleiter ist die elegantere Lösung
- Der Balun muss spannungsfest sein
- Transformierende Baluns eignen sich nicht, da sie bei zu kurzen Antennen Flussprobleme bekommen



Symmetrisches Antennenanpassgerät erforderlich?

- Karl H. Hille schreibt:

In den ersten Jahren verwendete ich den den Transmatch und dahinter einen Balun 1:4, später einen Balun 1:6. Beim Einspeisen von 500 Watt bekam ein industriell gefertigter Balun 1:6 einen Schluß, weil der lackisolierte Dynamodraht die Spannung nicht aushielt. Nach diesem Vorfall wickelte ich mehrere Baluns 1:1 mit teflonisolierter, versilberter Litze, 19 x 0,2 mm. **Diese Baluns haben bis heute jede Beanspruchung ausgehalten, so daß ich die Kombination: spannungsfester Balun und Transmatch nur empfehlen kann.**

- AWG 18 hat 19 Litzendrähte mit 0,254 mm Durchmesser mit insgesamt ca. 1mm² Querschnittsfläche. Mit „Transmatch“ meint Karl H. Hille ein Transmitter Matching Network, und da wir der deutschen Sprache mächtig sind, hier besser Antennenanpassgerät genannt, oder in gutem Denglisch mit Antennentuner, Tuner oder ATU bezeichnet.

DGOSA

- Tel. 03821 721578
- Fax 03821 721580
- E-Post: wwippermann@t-online.de
- Netz: www.wolfgang-wippermann.de

