

Antennen und Anpassung auf KW mit Hinweisen von DL2DAP- Teil-2:

Informationen zusammengestellt von Heinz Plate, DL2DAP, eMail: plate.dl2dap@t-online.de

Einleitung und Vorwort:

Im Internet und "Technischen Amateurfunk-Foren" können sich Funkamateure mit vielen interessanten technischen Informationen bzw. Diskussions-Beiträgen zu KW-Antennen informieren. Es ist für mich sinnvoll die passenden Informationen (z.B. das **Antennenbuch von Rothammel**) als Nachschlagewerke zu sammeln und bei Bedarf zu Rate ziehen.

Ich möchte das Thema so verständlich beschreiben, das es für den Funkamateure in der Praxis und für sein schönes Hobby hinreichend genau und hilfreich ist. Ich betrachte die wichtigen Themen als Hilfe zur Selbsthilfe für Funkamateure.

Inhalt: Teil 2

5- Messung und Beurteilung:

- **Aufbau und Messverfahren zur Bestimmung von Impedanz, SWR und anderen Parametern.** Analysegeräte z.B. **VNAs** und technische Tools zur Optimierung der Antennenanpassung.

Beim ersten Tests gelang es nicht sofort die gewünschte **Resonanz** auf **40m** einzustellen. **Später konnte ich eine gute Resonanz erzielen, bis das SWR so gering war das kein Rücklauf mehr feststellbar war.**

- **Der Fußpunktwiderstand** der verkürzten **Vertikalantenne** ist sehr stark von den Erdverhältnissen und den Radials abhängig.

Abhängig von Frequenz und Gegengewicht ist der **Fußpunktwiderstand** meistens **kleiner/sehr viel kleiner** auch als **36 Ω (50 Ω).**

Bei der HF-P1- Antenne beträgt der **Speisewiderstand** auf **40m** sehr schnell in Größen **von 4-25 Ohm**. Was ist dann mit der Resonanzfrequenz der Antenne?

Resonanz und optimale Anpassung fallen zusammen, wenn keine induktiven bzw. kapazitiven Blindanteile vorhanden sind.

Die Antenne muss auf Resonanz gebracht und die niedrige Impedanz auf **50 Ω** hoch transformiert werden.

- **Bestimmung** des Reflexionsfaktors mit Messkabel und Hilfe des **Netzwerk-Analysators- VNA...Messung** (Grundlagen- **Infos** und Aufbau).

In der HF-Messtechnik wird ein VNA eingesetzt, um verschiedene S-Parameter (Reflexions- und Transmissionsfaktor usw.) als Funktion der Frequenz zu messen.

Mit einem VNA können Impedanzen (Wirk- und Blindwiderstände) und Anpassungen (Stehwellenverhältnisse) als Verlauf von Betrag und Phase über der Frequenz gemessen werden.

Es lassen sich somit Frequenzgänge von z. B. Filtern oder Verstärkern messen oder auch die genauen Resonanzfrequenzen und Impedanzen von Schwingkreisen oder Antennen bestimmen.

- **Die Antennenanlage- DL2DAP** besteht aus integrierten Elementen / Komponenten, (**ein Netzwerk**) beginnend mit dem **Tx (Rx)**, Koppler (**ATU**), evtl. Balun u. Co, dann der **Koax- Zuleitung** und der eigentlichen **Antenne**.

Da alle Komponenten Verluste und einen "**Transformatorischen Charakter**" haben, die von den am Eingang und Ausgang der Komponenten vorhandenen Impedanzen abhängig sind, sollte man nach **einer optimalen** Zusammenschaltung der Einzelkomponenten für minimale Verluste in der Antennenanlage sorgen.

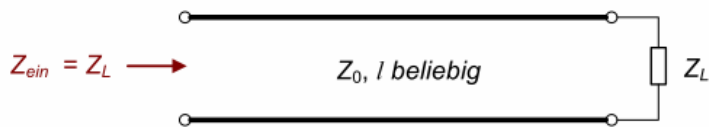
- **Ich testete zur Abstimmung mit 100 W und arbeiteten mit Tuner- MFJ 971.**

Die Wiederholbarkeit der Einstellung war so gut, das die Markierung mit der Schablone an der **Spule (88 Windungen) für 40m** angehalten werden konnte und die **Resonanz** festgestellt wurde.

- Impedanzanpassung / Impedanztransformation

Hat eine Übertragungsleitung den gleichen Wellenwiderstand wie die Last, also die Antenne, findet keine Impedanztransformation statt.

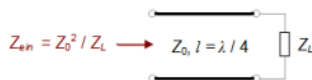
Also: $Z_{\text{Ein}} = Z_L$ und das unabhängig von der Leitungslänge.



Lambda/4-Leitungstransformation

Die Leitung hat einen Wellenwiderstand Z_0 und ist $\lambda/4$ lang. Die Last hat eine beliebige Impedanz Z_L .

In diesem Fall findet eine Impedanztransformation statt, und zwar gilt: $Z_{\text{ein}} = \frac{Z_0^2}{Z_L}$



Obwohl ein **Viertelwellenlängentransformator** theoretisch zur **Anpassung komplexer Impedanzen** verwendet werden kann, ist es auch üblich ihn zur Anpassung realer Impedanzen zu verwenden.

Eine **komplexe Lastimpedanz** kann jedoch durch Addition immer in eine reale Impedanz umgewandelt werden die richtige Reihen- oder Nebenschluss-Blindkomponente.

Bei der **Betriebsfrequenz** beträgt die elektrische Länge des Koax-Anpassungsabschnitts $\lambda/4$, aber auf **anderen Frequenzen** ist die Länge unterschiedlich, so dass keine perfekte Übereinstimmung mehr erzielt wird.

Der Viertelwellenlängentransformator hat wie andere Transformationsmethoden eine begrenzte (schmale) Bandbreite.

6- Praktische Anwendungen Praxis:

Aufbau und Betrieb der HF-P1-Antenne von DL2DAP

Beispiele für praktische Anwendungen der Antennenanpassung in verschiedenen Bereichen (Station, portabel- oder mobil) des **Amateurfunkbetriebs**.

DL2DAP- Testaufbau und Messungen:

- HF-P1 - Amateurfunkbetrieb im 40m-Band mit 100 Watt

Tx / ATU- 10m Koax-Kabel bis Mantelwellensperre - 4m Koax-Kabel zum Antennenfußpunkt (Lambda 1/4-Strahler) - als Radial / Gegengewicht

- MP-1 bzw. HF-P1 anpassen Info von DD7LP

Bei der MP1 Antenne fällt mit fallender Arbeitsfrequenz der **Speisewiderstand** sehr schnell in Größen von 4-25 Ohm.

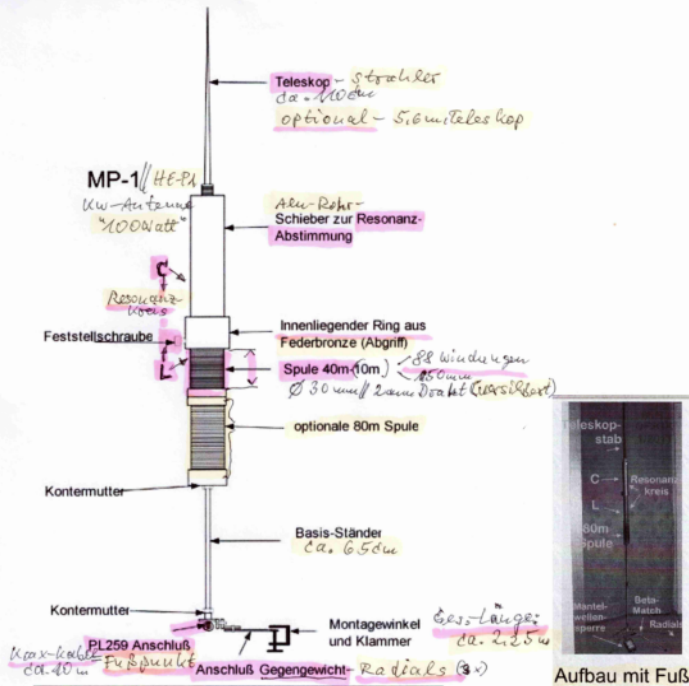
Wenn meine HF-P1 bei 7,100 MHz in Resonanz ist, dann habe ich einen Speisewiderstand von wesentlich kleiner als 12-20 Ohm.

Mantelwellen wenn z. B. symmetrische Antennen mit einer unsymmetrischen Leitung (Koaxkabel) gespeist werden, kann es zu sog. Mantelwellen kommen, es fließt ein Mantelstrom. In diesem Fall liegen Gleichtaktanteile vor, kann zu unerwünschten Abstrahlungen und somit zu Störungen anderer Geräte führen.



Mantelwellensperre von DL2DAP

DL2DAP - HF-P1- vertikale $\lambda/4$ KW- Antenne 2025



Vereinfachtes Schema einer AFu- KW- Sendeanlage - DL2DAP



HF-P1-Antenne und Testaufbau für Messungen von DL2DAP

- Impedanzanpassung mit Hilfe einer Viertelwellenlängen- Übertragungs- Leitung ($\lambda/4$)

Ein Impedanztransformator kann durch Einfügen eines Koax- Kabel einer Übertragungs-Leitung realisiert werden mit entsprechendem Wellenwiderstand. Ein Viertelwellenlängen-Impedanztransformator ($\lambda/4$) ist eine Komponente, die Verwendet wird, bestehend aus einer Koax- Übertragungsleitung mit einer Länge von $\lambda/4$ und abgeschlossen mit einer Antenne (einer bekannten Impedanz Z_L).

1. HF-P1-Antenne Messungen, Einstellung der Spule am 30.01.2024

MFJ- 207- Analyzer

40m- Band: 7,150 MHz, (Spule ca. 88 Wdg. Sichtbar = ca.148 cm) SWR: 1,2

2. HF-P1-Antenne Messung mit NanoVNA (Kalibrierung- ok) am 24.04.2024

HF-P1- SWR (Indoor ohne Radials)

Span- 1-30 MHz

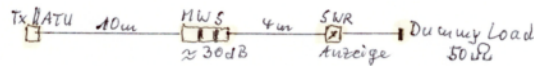
SWR- 1,32 bei 7,100 MHz

Smith-Diagramm ca.24 Ohm

Resonanz bei 7,100 MHz

3. HF-P1-Antenne Test und Messungen von DL2DAP am 21.02.2025

21.02.2025
Indoor-DL2DAP

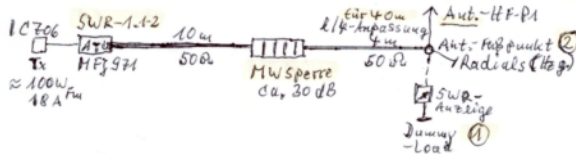


HF-P1-Messung // Test: 7.200 MHz
(100)

1. FH ATU mit MWS SWR --- Dummy
100W E 2,5/3,0 1+1/2 ≈ 60W -Load
48A 1+1/2
2. II F mit MWS Ant. mit Radials
3dB/2,8 1+1/2 HF-P1 (Hzg)

Leitungs dämpfung: 15m-RG58 = ca. 2dB
(mit st. H.Bu. + MWSperre)

$$Tx = 100W (Fu) - 2dB = ca. 63W$$



7- Zusammenfassung und Ausblick (Fazit):

Zusammenfassung wichtiger Punkte und Herausforderungen im Bereich der Antennenanpassung vertikal verkürzter KW-Antennen.

Die Funktionsweise des Systems (Netzwerk) besteht aus AFu-Tx -> (evtl. ATU, Mantelwellensperre, Balun) Speiseleitung -> Antenne.

Ein komplexes Amateurfunk- Antennensystem ist ein System, das aus vielen integrierten Elementen oder Komponenten besteht, deren Verhalten verändert werden kann und das durch Nichtlinearität, Wechselwirkungen und sie beschreibt die Eigenschaften in einem **komplexen** System (Gesamt-Betrachtung) und sind durch das Zusammenspiel gekennzeichnet.

- Da eine Antenne immer eine Zuleitung braucht, ist die Schnittstelle Antenne // Zuleitung von besonderer Bedeutung, denn hier geschieht die Wandlung von auf der Zuleitung fortschreitenden Welle auf die stehende Welle zu der Antenne.

Die Zuleitung zur Antenne wird charakterisiert durch einen komplexen Wellenwiderstand mit kapazitivem Anteil und den frequenzabhängigen Verlusten. An der Schnittstelle Zuleitung // Antenne treffen Wellen- und Fußpunktimpedanz aufeinander, was zu einem frequenzabhängigen, komplexen Reflexionsfaktor führt, der die Verluste auf der Zuleitung vergrößert und deren elektrische Maximalbelastung stark reduziert.

- Bei der HF-P1 handelt es sich, aus meiner Sicht, um eine kleine leichte und schnell aufzubauende Vertikalantenne mit akzeptabler Verarbeitungsqualität.

Die Nachteile einer extrem verkürzten Antenne hebt natürlich auch die HF-P1 nicht auf. Wer jedoch mit den **Kompromissen** einer derart verkürzten Antenne Leben kann, schnell mal QRV sein möchte, wird portabel im Garten oder Urlaub das eine und andere interessante QSO führen können.

- Für eine effiziente Abstrahlung elektromagnetischer Wellen **ist eine komplexe Leistungsanpassung** des Senders an Speiseleitung, Antenne und die **Resonanz der Antenne incl. Speiseleitung**, (Antennentuner, Speiseleitung und die Antenne in "gemeinsamer Resonanz") erforderlich.

Die Forderung nach Resonanz ergibt einen realen Lastwiderstand für den Sender.

8- Anlagen als PDF und ggfls. Nachfragen beantworten:

Den Funkamateuren die Möglichkeit bieten, Fragen per eMail zu stellen und Infos, Hilfen zum Thema anzubieten.