

Anpassungsschaltungen und Informationen über Langdrahtantennen

Vorstellung von einfachen Antennenanpassungsmöglichkeiten für die Nutzung von „resonanznahen Langdrahtantennen“. Eine Langdrahtantenne sollte je nach Frequenz in unseren AFU Bereichen 160Meter, z.B. bis 10Meter deutlich länger als nur ein paar Meter Draht sein. Die gesamte Drahtlänge L, bis zur Anschlussbuchse des Antennenanpassungsgerätes beträgt mindestens $\lambda/2$ mal + Verkürzungsfaktor*. Der zusätzliche Vorteil ist noch, allerdings Frequenz und Längenabhängig, die Abstrahlungsnebenzipfel und die damit zusammenhängenden Winkel bei Oberwellenbetrieb anderer Bänder. Diese können bei langen Antennendrahten für bestimmte Zielgebiete empfangs- und senderseitig günstig sein. Die Strahlungsgewinne können bei entsprechender Antennendrahtlängen im Oberwellenbetrieb bis zu 3dB erreichen. Alles andere, also zu kurze „Langdrahtantennen“, sind Antennengebilde mit extrem schlechtem Wirkungsgrad. (geht doch irgendwie – Ihr müsst euch nur Fragen wie! Man hört eine Station laut, nur man wird selber nicht oder schlecht gehört – warum wohl?)

Auch oft angewandt eine breitbandige Transformation von kurzen Drahtantennen durch einen UnNun bei diesen Lösungen ist der Phantasie und den zugehörigen Anwendungen keine Grenzen gesetzt. Meistens handelt sich dabei um Schmalbandlösungen für spezielle Antennentypen.

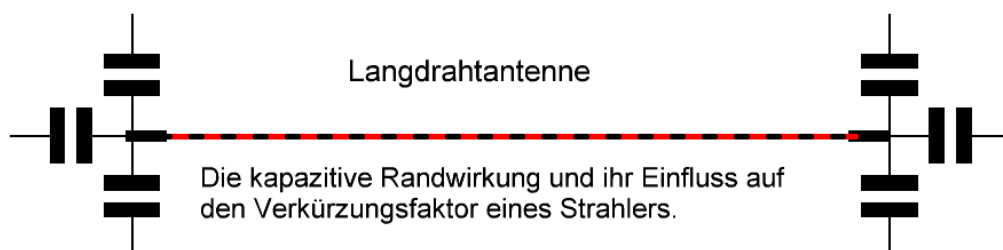
Zu den erforderlichen Längen von Langdrahtantennen dazu etwas Ernüchterung:

Irgendeine Drahtlänge X funktioniert nicht optimal als Langdrahtantenne, das ist ein gewaltiger Irrtum auch nicht mit Anpassungsschaltungen jeglicher Art Blindwiderstände zu eliminieren. Denn auch diese Antennenformen, wie alle anderen Antennen, unterliegen mathematischen „elektrischen“ Berechnungen. Man muss sich im Klaren sein, welches Band man als sein bevorzugtes ansieht und welche Platzverhältnisse vorhanden sind. Bei einigen Längen ist es bedingt möglich auch Mehrbandbetrieb vorzunehmen. Leider sind die Drahtlängen ein sehr großer Kompromiss. Es sind einfach zu viele Längen erforderlich um wirklich optimal mit nur einem universal Langdraht auf verschiedenen AFU Bänder im Oberwellenbetrieb arbeiten zu können.

Ein Beispiel: Bei einer durchaus realisierbaren theoretischen Strahler Länge von 40,71Meter also für das 80Meterband bemessenen Antenne geht hervor, dass die weiteren Resonanzen mit ihren

Resonanzfrequenz	Strahler Länge
3650kHz = 0,5λ	41,06 Meter
7150kHz = 1 λ	40,88 Meter
14200kHz = 2 λ	41,69 Meter
21250kHz = 3 λ	41,97 Meter
28520kHz = 4 λ	41,78 Meter

Längen nicht genau harmonisch zur Grundwelle liegt. Dort müssen Kompromisse bezüglich der Langdrahtantenne in Kauf genommen werden. Die wirkliche Langdrahtantenne ist nun mal **keine Universalantenne**. Denn es gibt dazu fundierte mathematische Berechnungen. Dazu kommt noch der Verkürzungsfaktor*, der sich bei einer Langdrahtantenne etwas anders verhält als bei einem Dipol. Die kapazitive Randwirkung und ihr Einfluss, bei einer Langdrahtantenne sind an beiden Enden kapazitive Belastungen vorhanden. Das sieht so aus:



Anpassungsschaltungen und Informationen über Langdrahtantennen

Die mechanische Drahtlänge einer Langdrahtantenne mit weiteren Resonanzstellen ergibt sich aus der folgenden Berechnung:

$$l/m = \frac{149,9 \times (n - 0,05)}{f/\text{MHz}}$$

l - gesuchte Länge
 n - Anzahl der Halbwellen auf der Antenne
 f - Resonanzfrequenz

Ein weiteres Beispiel: Um das 160Meterband über eine Langdrahtantenne, die diese Bezeichnung auch verdient, abdecken zu können ist eine Drahtlänge von ca. 81 Metern@1,85MHz erforderlich! Daran sieht man erst einmal die Begriffsdefinition „ich habe eine Langdrahtantenne“. Dann sollte die Frage im Funkverkehr berechtigt gestellt/gefragt werden: Wie lang ist denn der Draht für die derzeitige genutzte Wellenlänge?

Resonanzfrequenz	Antennenlänge $\lambda/2$
1,85 MHz	81,02 Meter
3,65 MHz	41,06 Meter
5,35 MHz	27,99 Meter
7,15 MHz	20,96 Meter
14,2 MHz	10,55 Meter
18,1 MHz	8,28 Meter
21,25 MHz	7,05 Meter
24,931 MHz	6,01 Meter
28,52 MHz	5,25 Meter

In der linken Tabelle sind theoretische Abmessungen für Langdrahtantennen in $\lambda/2$ (**Lambdahalbe**) zu entnehmen. Dort wird einem erst mal klar, wie lang ein Strahler sein muss um eine **halbe** Wellenlänge zu erreichen.

Bei diesen Längen kann man von Langdrahtantennen sprechen. Ab Frequenzen von 5351,5 kHz bis hin zu 29700kHz dürfte die Realisierung solcher Langdrahtantennen kein unlösbares Problem darstellen.

Die obigen Längenangaben beziehen sich auf die rein theoretischen. Diese sollte man auch als erstes berücksichtigen bezüglich des Platzbedarfes zur Installation einer Langdrahtantenne. Kürzungen des Antennendrahtes sind immer möglich (flicken ist schlecht).

Bevor man mit dem abschnippeln beginnt, sollte der Langdraht an seiner Aufhänge Position **gemessen werden**. Dazu ist ein NWA zu empfehlen, um zu sehen und daraus zu berechnen welche überhängende Länge dann entfernt werden kann.

So nun zum Verkürzungsfaktor der grundsätzlich unter „1“ ist! **Wiederum muss man mit dem Verkürzungsfaktor* 0,97 vorsichtig sein**. Es wäre jetzt zu umfangreich die komplexen Hintergründe über dieses Thema zu schreiben und zu erklären. Nur so viel: Die gesamte Umgebung einschließlich der Aufhängungen des Antennendrahtes geht damit ein. Siehe dazu auch die Seite 1 mit den Randwirkungen der sogenannte Endeffekt, ein isolierter Draht, die Drahtstärke (*Schlankheitsgrad*). Ein dicker Strahler muss bei gleicher Resonanzfrequenz etwas kürzer sein als ein dünner Draht.

Ein Antennendraht von etwa 2 mm Durchmesser, wie er im Drahtantennenbau üblich ist, hat einen Verkürzungsfaktor von 0,97. Dazu eine vereinfachte Formel zur Längenberechnung mit Verkürzungsfaktor:

$$\text{vereinfachte Formel } l \approx \frac{145,4}{m \cdot f} \text{ MHz}$$

Rechenbeispiel: Für einen Halbwellenstrahler 80 Meterband
 Länge: $145,4 : 3,65(\text{MHz}) = 39,83$ Meter Drahtlänge für 80m.

Anpassungsschaltungen und Informationen über Langdrahtantennen

Wie oben beschrieben, das sind Idealwerte und müssen nicht am eigenen Standort zutreffen!

Wenn man eine Langdrahtantenne installiert hat, muss man einige Messungen durchführen, nicht nur mit dem Maßband. Übrigens braucht der Langdraht nicht vollkommen gerade gestreckt aufgebaut werden, sondern man hat auch die Möglichkeit ihn umgeknickt womöglich um das gesamte Grundstück herumzulegen über entsprechende Stützpunkte. Ein wichtiges Kriterium ist dabei den Knickwinkel bei Anbringung des Antennendrahtes, dieser darf nicht kleiner als 90° Grad sein. Das ist natürlich nicht die perfekte Anbringung einer solchen Langdrahtantenne.

Wer hat schon so ein großes Grundstück zur Verfügung, auf dem man einen gestreckten 81 Meter $\lambda/2$ Strahler für 160 Meter unterbringen kann, nicht zu vergessen den/die Befestigungspunkt(e) plus ununterbrochene Antennendrahteinleitung bis zum Abstimmgerät. **Die volle Länge des Antennendrahtes zählt** – also keine Drahtanschlussstücke dahinter! Dann noch die Anbringung der Antenne in einer geeigneten Höhe Nx , das heißt grundsätzlich also so hoch wie möglich.

Nach der „Wellenlängenentscheidung“ und Anbringung des Antennendrahtes einfach mal den Nano VNA, Rig- Expert und wie sie alle heißen an diesen Draht auf kürzesten Weg anschließen, das heißt **unmittelbar kontaktieren**. Umso über die noch nicht aussagefähige S11 Messung die Resonanzstellen der Antenne zu sehen, die sind schon zu erkennen. Genau dort, wo dann auch später das Anpassung Transformation Netzwerk installiert werden soll muss diese Messung erfolgen. Sehr wichtig dabei, die **HF Erde** muss mit dem Messgerät verbunden werden. Sonst hat man keine aussagefähigen Messungen über die Resonanzstellen. Das absolute SWR bzw. die S11 Rückflussmessung ist bei dieser Messung zunächst noch uninteressant, denn es geht nur um die vorhandenen Resonanzstellenverläufe. Die exakte Anpassung des Antennendrahtes an den 50Ω Anschluss wird später über einige der vorgestellten Anpassungsschaltungen erzielt.

Nicht vergessen: Es zählt die gesamte Antennendrahtlänge also z.B. 41 Meter sind und bleiben 41 Meter!!!

Die Folgenden vorgestellten Netzwerke dienen der Transformation um die Antenne meistens $> 600 \Omega$ an den Transceiver mit seinem 50Ω Eingang an die richtige Langdrahtantennenlänge mit einem guten Wirkungsgrad Impedanz mäßig anzupassen. Dazu sind auch TT Schaltungen gut geeignet, die ich aber hier nicht weiter beschrieben habe.

Etwas über die Anpassungsoptimierung:

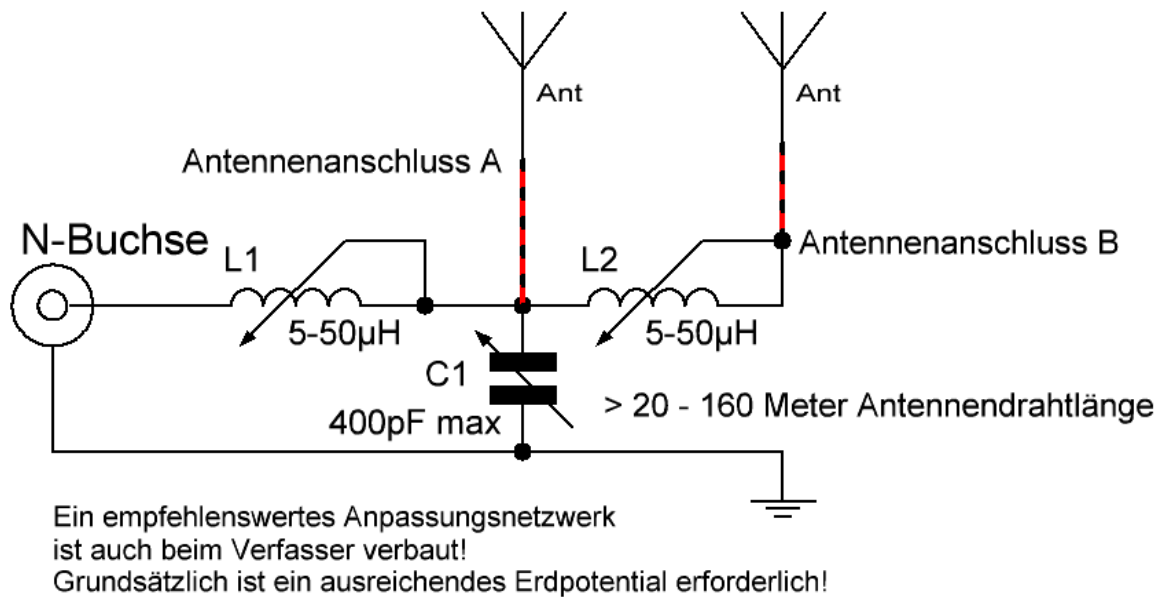
Es gibt bekanntlich zwei Arten von Blindwiderständen, den induktiven und einen kapazitiven. Ist die Antenne für die Arbeitsfrequenz zu kurz, ist der kapazitive vorhanden, ist sie zu lang ist der Blindwiderstand induktiv. Wenn eine Antenne an eine Speiseleitung (z.B. 50/75Ω) angepasst werden soll, dann muss durch einen „Anpassungskreis“ der Blindwiderstand kompensiert werden. Das Anpassungsnetzwerk kann auch als Transformator dienen, der je nach Bedarf die Impedanz des Antennenspeisepunktes auf- oder herabtransformiert, um sie an die Impedanz (Wellenwiderstand) der Speiseleitung optimal anzupassen. Das bedeutet: Wir erreichen fast einen reinen Wirkwiderstand.

Dazu die Schaltung im Bild 1 ansehen, dort kann man über die Elemente **C1** und **L1** als auch **L2** (**L1**) in Verbindung mit **C1** eine Auf- oder Abwärtstransformation einstellen. Also ganz einfach, man kann hochohmige genauso wie niederohmige Antennen an Punkt B anschließen. Die Besonderheit ist, ein Langdraht ist eine hochohmige Angelegenheit. Dazu benötigt man nur **L1** und **C2** dann handelt es bei der Schaltung um einen L-Tuner.

Anpassungsschaltungen und Informationen über Langdrahtantennen

Ein empfehlenswertes Anpassungsnetzwerk ist ein sogenanntes T-Netzwerk in **Tiefpass-schaltung** das auch beim Verfasser als Versuchsaufbau im Bild 2 beschrieben wird! Natürlich kann ein solches Filter wegen der drei Einzelelemente auch gut über untersetzte DC Getriebemotoren fernbedient werden! Als Abstimmhilfe dient ein einfacher HF-Indikator um dem Antennendrahtanschluss, oder auch das SWR Meter zwischen Transceiver und der N-Buchse.

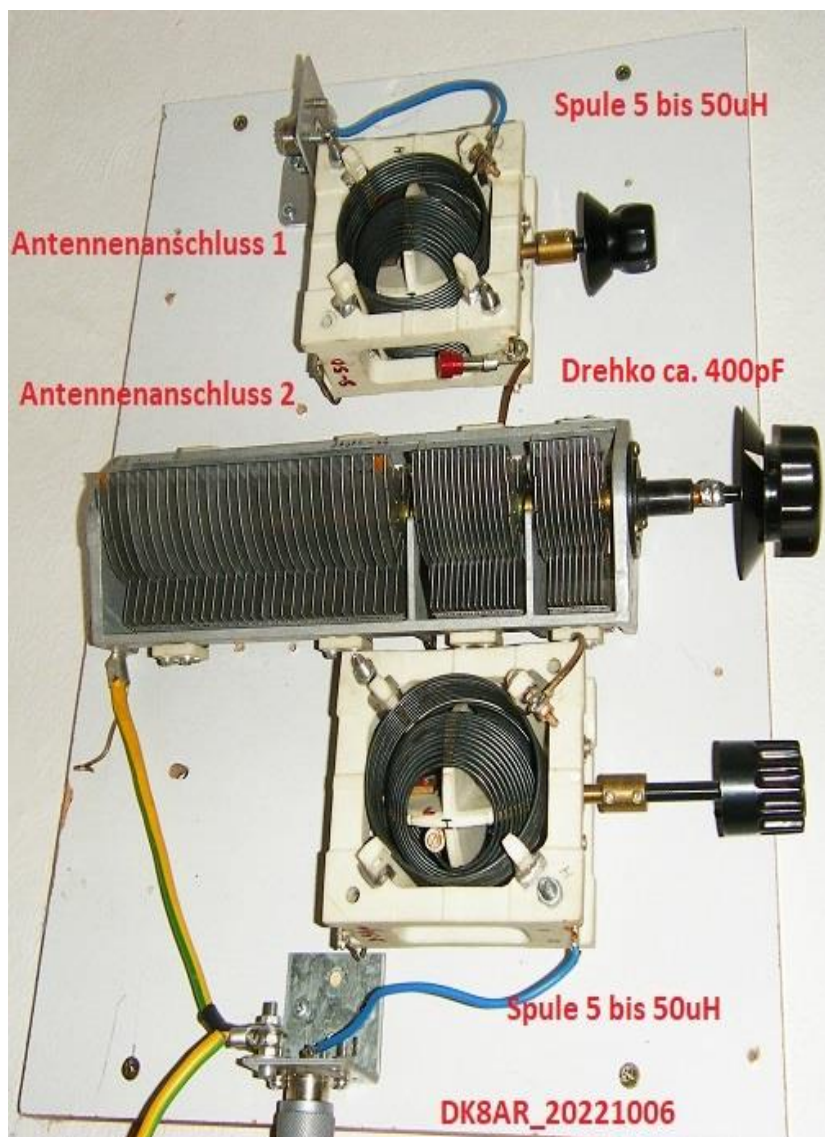
Bild 1



Ein fertig funktionsfähiges handeinstellbares „*Musteraufbau T-Netzwerk*“ mit Aufwärtstransformation am Antennenanschluss 2 (A) für einen Langdraht. Ein solches habe ich für das 80 Meterband im Einsatz mit einem „*Langdraht?*“ von 39,8 Metern. Dazu nutze ich den Drahtantennenanschluss Nr. 2 die **rote** Telefonbuchse entsprechend dem Anschluss **A** im Schaltplan Bild 1

Die einstellbare Spule L 2 ist dann ohne Funktion, im Bild 2 die obige Spule. Die Einspeisung erfolgt über eine N-Normbuchse durch ein 50Ω Kabel in beliebiger Länge zum Transceiver.

Bild 2



Spule + Drehko Schubert Teile

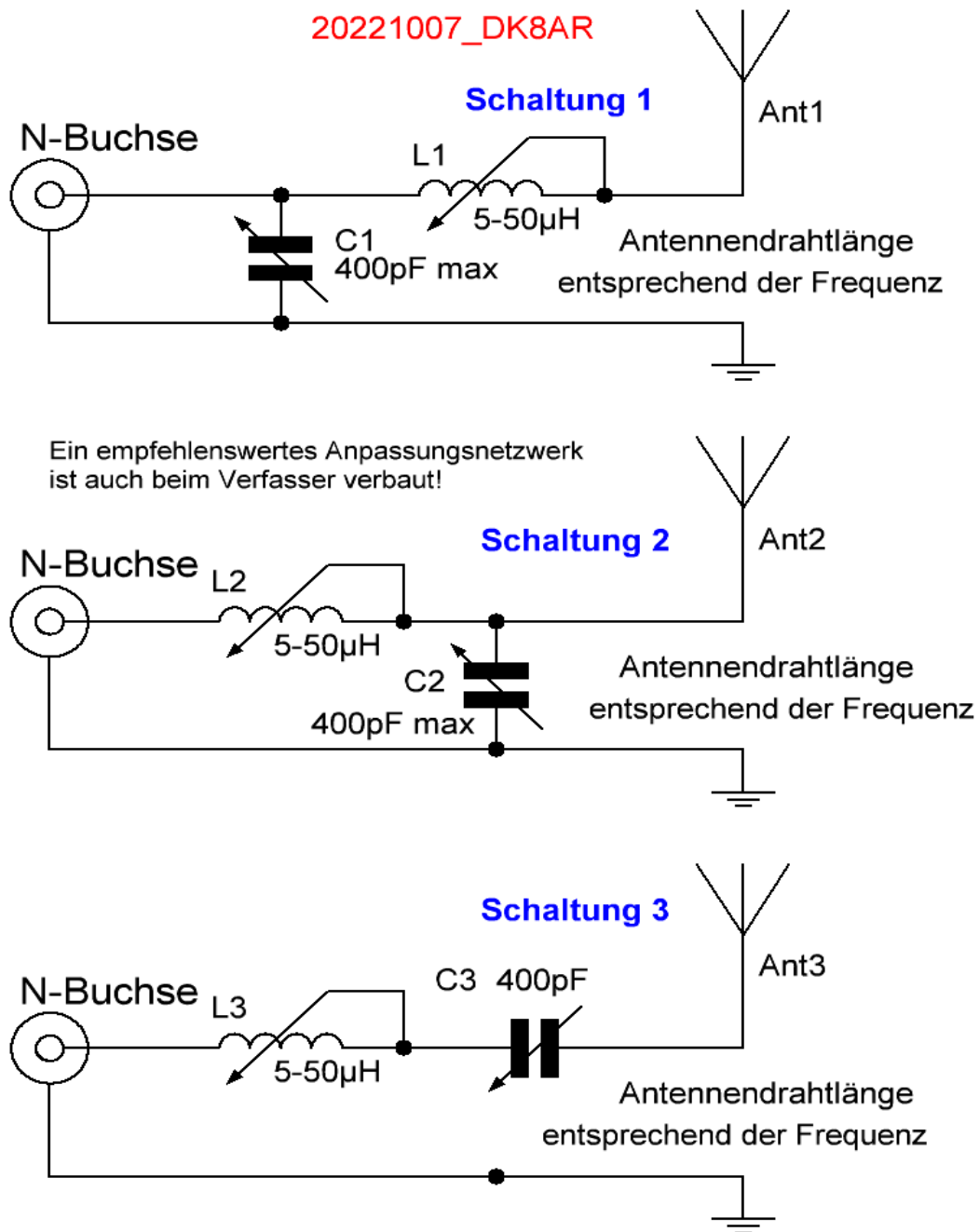
Ich möchte den experimentierfreudigen, selbstbauenden Funkfreunden drei Schaltungsvarianten aufzeigen. Dazu einfach mal die Schaltungsvarianten Nr. 1 und Nr. 3 zur „Langdrahtabstimmung“ testen. **Die Ausführung Nr. 2 hat sich jedoch als beste Lösung herausgestellt.** Die Spulen bis 40 μ H, *nicht die im Bild 2*, und Kondensatoren könnt ihr über diese Links erhalten: *Stand Okt. 2022*

<http://www.schubert-gehaeuse.de/variometer.html>

<http://www.schubert-gehaeuse.de/drehkondensatoren.html>

Bild 3

Drei Möglichkeiten zur Langdrahtantennenabstimmung.



Derartige einfache realisierbare Anpassungsnetzwerke werden leider viel zu wenig genutzt. Obwohl durch diese simple Transformationstechnik so mancher längere Antennendraht optimal von einem resonantnahen hochohmigen Antennengebilde auf ein 50 Ω System angepasst werden kann. Nicht zu vergessen, dass eine solche Antennenanpassungsabstimmung auch ein abgestimmtes selektives System ist und kein unabgestimmtes breitbandiges welches noch zusätzlich Außerband Noise empfängt.

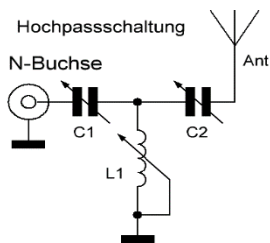
Anpassungsschaltungen und Informationen über Langdrahtantennen

Mit derartigen Aufbauten kann man sehr gut auf den Bändern 160/80 Meter bis hin zu 10Meter im Oberwellen Funkbetrieb bei langen Antennen bis $\lambda/4$ durchführen zwecks Eliminierung der Blindwiderstände.

Gerade wenn nicht genug Platz für einen passenden Halbwellendipol mit mittiger Koaxialkabel Einspeisung vorhanden ist, dort sind dann womöglich noch drei Befestigungspunkte vorzusehen!

Immer daran denken, wenn eine „elektrische lange Antenne“ gerade im 160/80Meterband „ruhig“ ist, dann ist sie nicht in Ordnung, allerdings ist das u.U. Standort bedingt. Empfangsmäßig ist das angenehm doch sendemäßig eine Katastrophe, wir wollen ja keinen „Dummy Load“ speisen.

Häufig werden auch Hochpassschaltungen angewandt, leider werden dann u.U. Senderoberwellen nicht zusätzlich gedämpft. Also als T- Schaltung: Drehko rein, umschaltbare/einstellbare Querspule, Drehko raus. Überwiegend bei den MFJ Antennenanpassungsgeräten zu finden.



Derartige Schaltungen haben oft nicht die ausreichenden erforderlichen Einstellmöglichkeiten zur Kompensation der induktiven, als auch der kapazitiven Blindwiderstände insbesondere in den unteren AFU Bereichen.

Die im Bild 3 gezeigte Schaltung **Nr.2** diese überdeckt einen sehr weiten Abstimmbereich und das ist der absolute Pluspunkt dieser einfachen Schaltung mit gerade einmal **zwei Abstimmelementen** die man dann noch abgesetzt über Motoren fernsteuern kann. Dazu benötigt man maximal vier Drähte für Vor- und Rücklauf bei Umpolungsschaltung der Motore. Aber es geht auch per Hand ganz gut, zumal es nur jeweils zwei Einstellelemente sind, siehe Seite 5, da sollte nichts schief gehen.

Selbstverständlich können auch andere AFU Bänder also < 160/80Meter über solche Transformations- und Kompensationsschaltungen eine Langdrahtantenne anpassen. Die Langdrahtantennenkonstruktionen sind für Leute geeignet die nur einen „Langdraht“ zum Einsatz bringen können, eine gute Alternative. Beim Verfasser geht ein 40 Meter Antennendraht, der gut isoliert durch das Mauerwerk führt zur Abstimmeinheit, die per Handabstimmung bedienbar an der Wand angebracht ist -- siehe Aufbau Seite 2.

Merke: Eine gute HF-Erde ist Voraussetzung aller Antennen die auf solchen Langdrahtkonstruktionen beruhen. **Alle Endgespeisten Antennen brauchen ein Gegengewicht.** Das bedeutet aber nicht, dass derartige Antennen nicht arbeiten können. Sie suchen sich dann eben irgendeinen „anderen Weg“, zum Teil über die koaxiale Zuleitung die mitunter sehr problematisch sein kann, weil sie u.U. dann selber strahlt – vagabundierende HF überall! Aber das ist ein anders Thema...Bei einem Dipol entfällt das, dazu gehören auch alle elektrischen Draht-Rahmenantennen oder auch der Einsatz von magnetischen Antennen.

Wie immer ist auch diese Dokumentation auf den entsprechenden Seiten zu finden!

Viel Spaß und Erfolg bei der Umsetzung dieses Antennenaufbauvorschlages

wünscht euch DK8AR Henri