

# Antennen-Anpassgerät für Langwelle

– Beschreibung eines Eigenbaugerätes –

Peter Kranich, DL6UU

30. September 2010

Nach dem Resonanzabgleich einer Langwellenantenne mit Hilfe einer Ladespule und eines integrierten oder externen Variometers ergibt sich ein reeller Fußpunkt-widerstand der Antenne. Dieser hat in den allermeisten Fällen eine so große Abweichung von  $50 \Omega$ , dass er an das zum TRX führende  $50 \Omega$ -Koaxial-Kabel angepasst werden muss. Unter Vernachlässigung des Strahlungswiderstandes der Antenne setzt sich der Anpasswiderstand vorwiegend aus dem Verlustwiderstand der Ladespule und dem HF-Erdwiderstand zusammen. Nimmt man für die Induktivität der Verlängerungsspule einen Bereich von  $2 \text{ mH}$  bis  $7 \text{ mH}$  an, mit einer in der Praxis erreichbaren Güte von etwa 200, so liegt ihr Verlustwiderstand in etwa zwischen  $9 \Omega$  bis  $30 \Omega$ . Die größeren Verluste sind jedoch im Erdsystem zu erwarten. Diese lassen sich leider nicht berechnen, da die Bodenverhältnisse sehr unterschiedlich sein können. In Abhängigkeit der lokalen Umstände (Ausdehnung und Geometrie des Grundstückes, Bodenleitfähigkeit, Bebauung und / oder Bewaldung) wird es daher immer eine experimentelle Aufgabe für den Amateur sein, eine optimierte Lösung für einen möglichst niedrigen Erdwiderstand durch Kombination von Radials, Erdmatten und auch Erdnägeln zu erreichen.

Den Anpasswiderstand der Langwellenantenne sollte man mit einer HF-Messbrücke bestimmen, da sich bei bekannten Werten die Dimensionierung der Anpassung einfacher gestaltet. Üblich sind bei stationären Anlagen die Anbringung mehrerer Anzapfungen am kalten Ende der Verlängerungsspule oder der Einsatz eines Ringkerntrafos mit umschaltbarem Windungsverhältnis. Die Anpassung kann aber auch mit einem transformierenden LC-Glied (Abb.1) erfolgen [1].

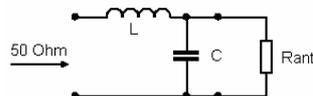


Abb.1: Aufwärts transformierendes LC-Glied

Letzteres ist insbesondere für PA's mit Klasse-D oder -E-Verstärkern zu bevorzugen, da durch die Tiefpass-Konfiguration zusätzlich eine Reduzierung von Oberwellen erreicht wird.

Die in Abb. 2 grafisch dargestellten L- und C-Werte für unterschiedliche Anpasswiderstände bei 137 kHz sind mit der Simulationssoftware "RFSim 99" ermittelt worden. Wie dem Diagramm zu entnehmen ist, wird z.B. für einen Anpasswiderstand von 100  $\Omega$  eine Induktivität von 58  $\mu\text{H}$  und eine Kapazität mit 11,6 nF für ein LC-Glied benötigt. Für ein Anpassgerät, das Fußpunktwidestände im Bereich von 55  $\Omega$  bis 300  $\Omega$  transformieren soll, ist ein Variationsbereich der Induktivität von 18  $\mu\text{H}$  - 130  $\mu\text{H}$  und der Kapazität von 6,8 nF - 12 nF erforderlich.

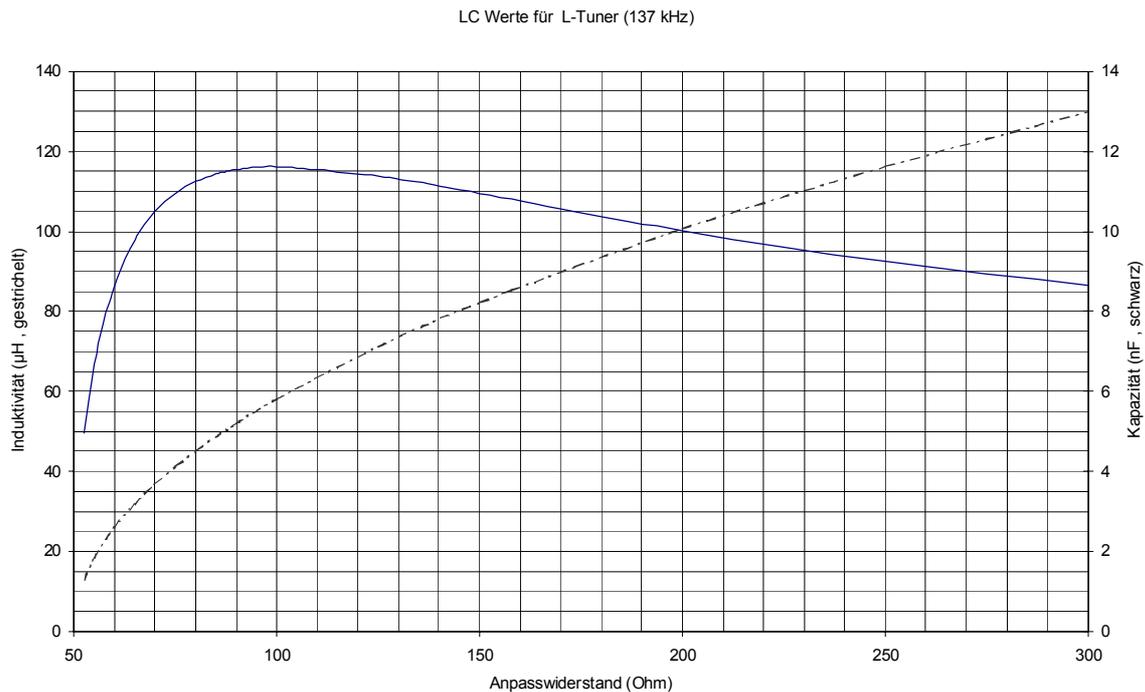


Abb. 2: Kapazitäts- und Induktivitätswerte für die Transformation verschiedener Anpasswiderstände bei 137 kHz

Die Schaltungen in den Abb. 3 und 4 so dimensioniert, dass der o.g. Anpassbereich durch schaltbare Induktivitäten und Kapazitäten erreicht wird. Da die Induktivität nur diskontinuierlich verändert werden kann, ist es zweckmäßig, das Variometer der Ladespule extern auszulegen, um eine 2-Knopf-Abstimmung im Shack zu ermöglichen. Durch geringfügige Änderungen am Variometer wird beim Abstimmvorgang zur vollständigen Anpassung eine kleine induktive oder kapazitive Komponente eingebracht. In der ersten Schaltung (Abb. 3) wird dazu ein Rundfunk-Dreko (2x500pF) verwendet. Dieser sollte einen möglichst großen Plattenabstand besitzen, da insbesondere bei Fehlanpassung hohe Spitzenspannungen auftreten können. Aus diesem Grunde sollte auch die Abstimmung immer mit reduzierter Sendeleistung erfolgen.

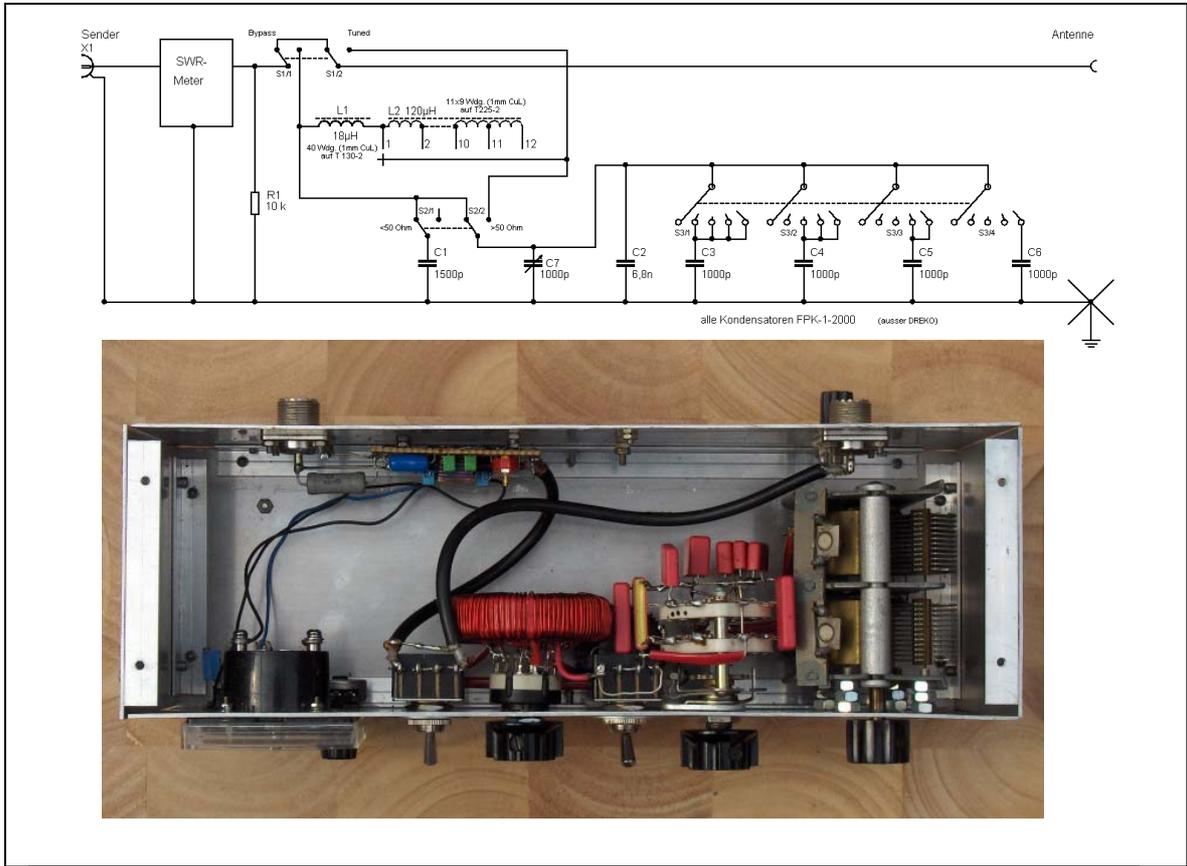


Abb.3: LW- Anpassgerät mit Drehkondensator. Schaltung und praktische Ausführung.

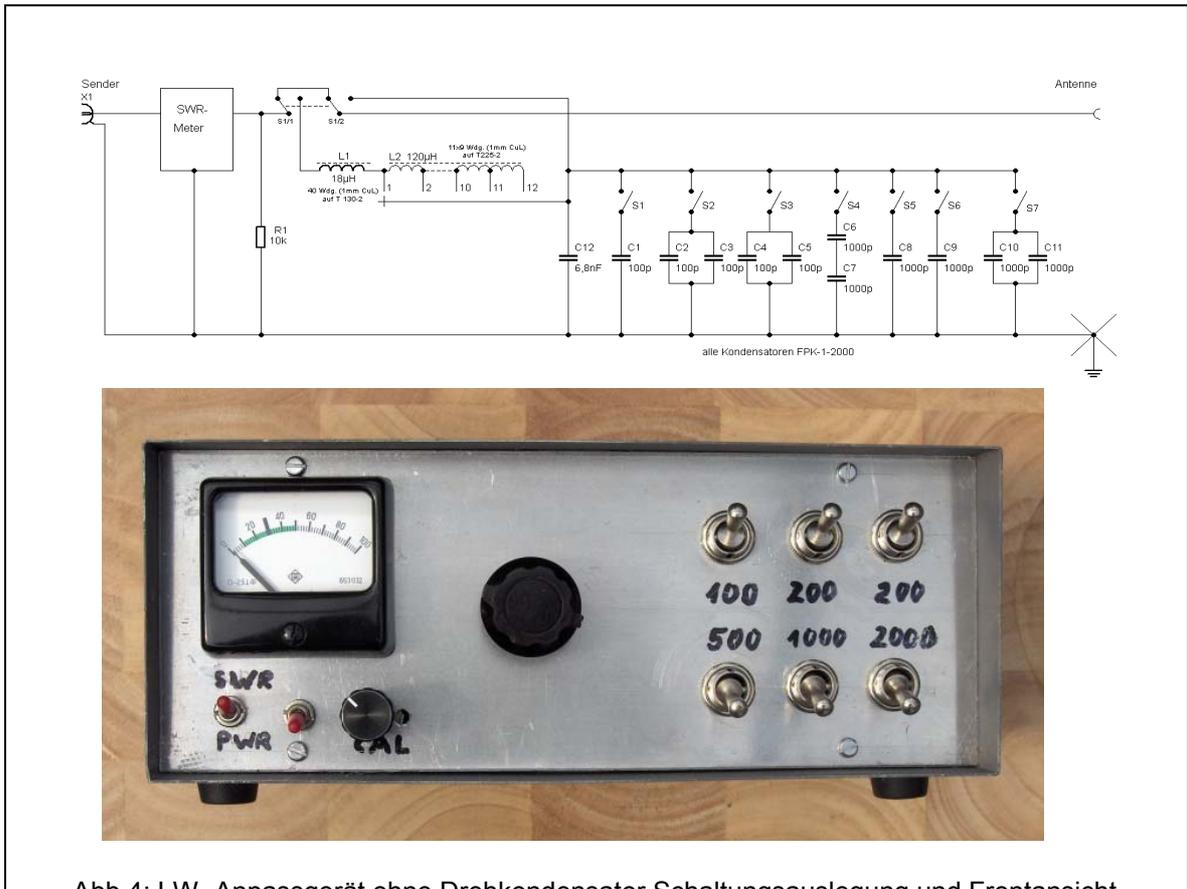


Abb.4: LW- Anpassgerät ohne Drehkondensator. Schaltungsauslegung und Frontansicht eines Gerätes mit geschalteten Kapazitäten.

In der Praxis zeigte sich eine stufenweise Veränderung der Parallelkapazität in 100pF-Schritten als ausreichend (Schaltung in Abb. 4), die funktionell dem Gerät mit Dreko nahezu gleichwertig ist. Alle Festkondensatoren müssen **impuls-** und **spannungsfest** sein. Geeignet ist zum Beispiel der Typ FPK-1-2000 von WIMA. Unzureichende Kondensatoren verursachen hohe Verluste mit entsprechender Wärmeentwicklung.

Sollte der Anpasswiderstand ausnahmsweise zwischen 45  $\Omega$  und 55  $\Omega$  liegen, so ist mit dem Schalter S1 auf Bypass zu schalten (SWR <1:1,1). Da es höchst unwahrscheinlich ist, dass der Langwellen-Amateur (an Land) einen Anpasswiderstand < 45  $\Omega$  erreicht, kann der Schalter S2 (Umschaltung der Tiefpasskonfiguration von LC in CL) ohne Bedenken entfallen. R1 dient der Ableitung statischer Aufladungen der Antenne, die ansonsten keine galvanische Verbindung zur Erde besitzt.

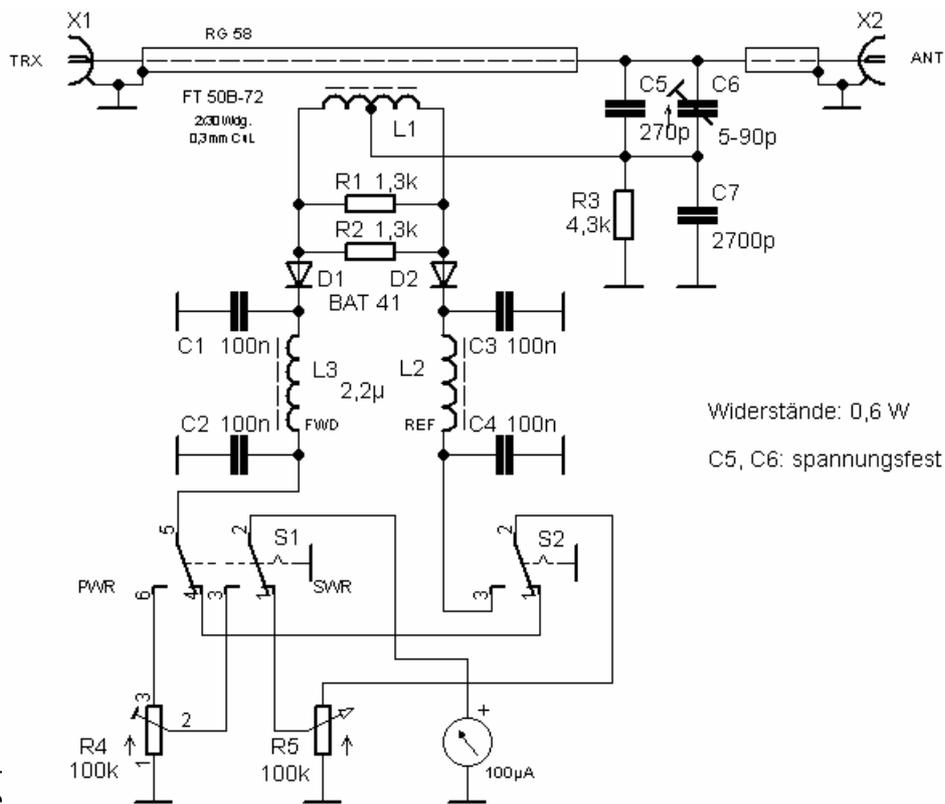


Abb.4: LW-  
des Geräte

Abb. 5: LW-Richtkoppler für SWR- und Leistungsmessungen

Der Abgleich der Antennenanpassung gelingt umso besser, je empfindlicher und genauer das verwendete SWR-Meter ist. Nach den Dimensionierungsempfehlungen von DJ1ZB [2] wurde die Schaltung für den LW-Bereich (Abb. 5) ausgelegt.

Die Empfindlichkeit dieses SWR-Meters ist sehr hoch. Bereits bei einer Durchgangsleistung von etwa 2 Watt werden ausreichend genaue Messwerte angezeigt (Abb .6).

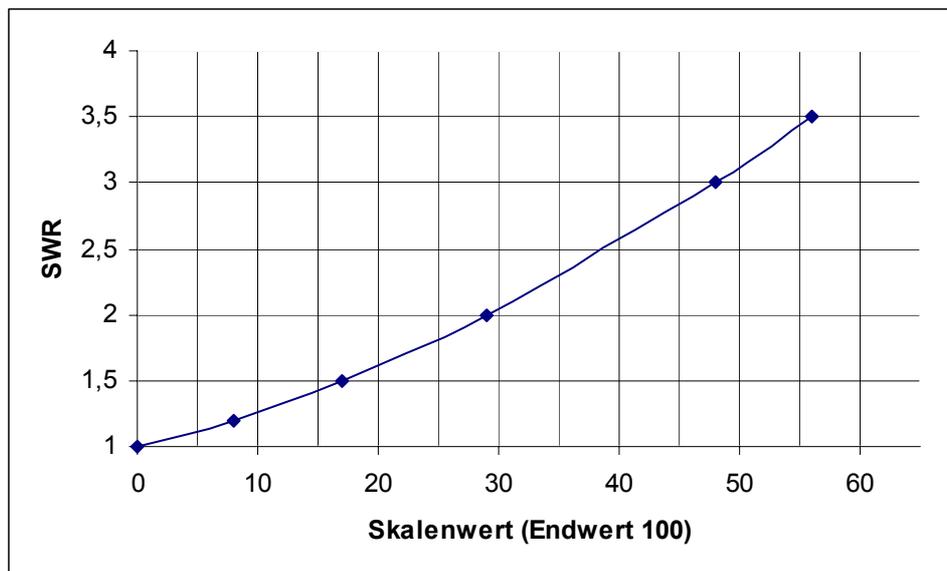


Abb. 6: Kalibrierkurve des SWR-Meters

Das vorgestellte Anpassgerät wirkt natürlich selektiv. Bei größeren Frequenzänderungen im Band ist daher ein Nachabgleich erforderlich. Das Gerät hat sich insbesondere auch bei portablen Einsätzen (Fieldday's) bewährt, da es indirekt sehr gut über den Erdwiderstand und den Erfolg von Erdungsmaßnahmen Auskunft geben kann. Denn was nutzt es, bei 250  $\Omega$  zwar eine gute Anpassung erreicht zu haben, aber keinen QSO-Partner zu finden, sondern lediglich zur Erderwärmung beigetragen zu haben. Um örtliche Störeinflüsse zu reduzieren und insbesondere für eine galvanische Trennung von Antenne und Transceiver kann es sinnvoll sein, dem Anpassgerät einen 1:1 UnUn mit getrennter Primär- und Sekundärwicklung auf einem geeigneten Ringkern (z.B. FT 240-77) vorzuschalten.

Literatur:

[1] Uwe Wensauer, Alfred Klüß: QRV auf Langwelle, vth- Verlag

[2] Hans-Joachim Brand, DJ1ZB: SWR-Meter-Berechnung – nicht nur für Langwelle, FA 8/98 S.928