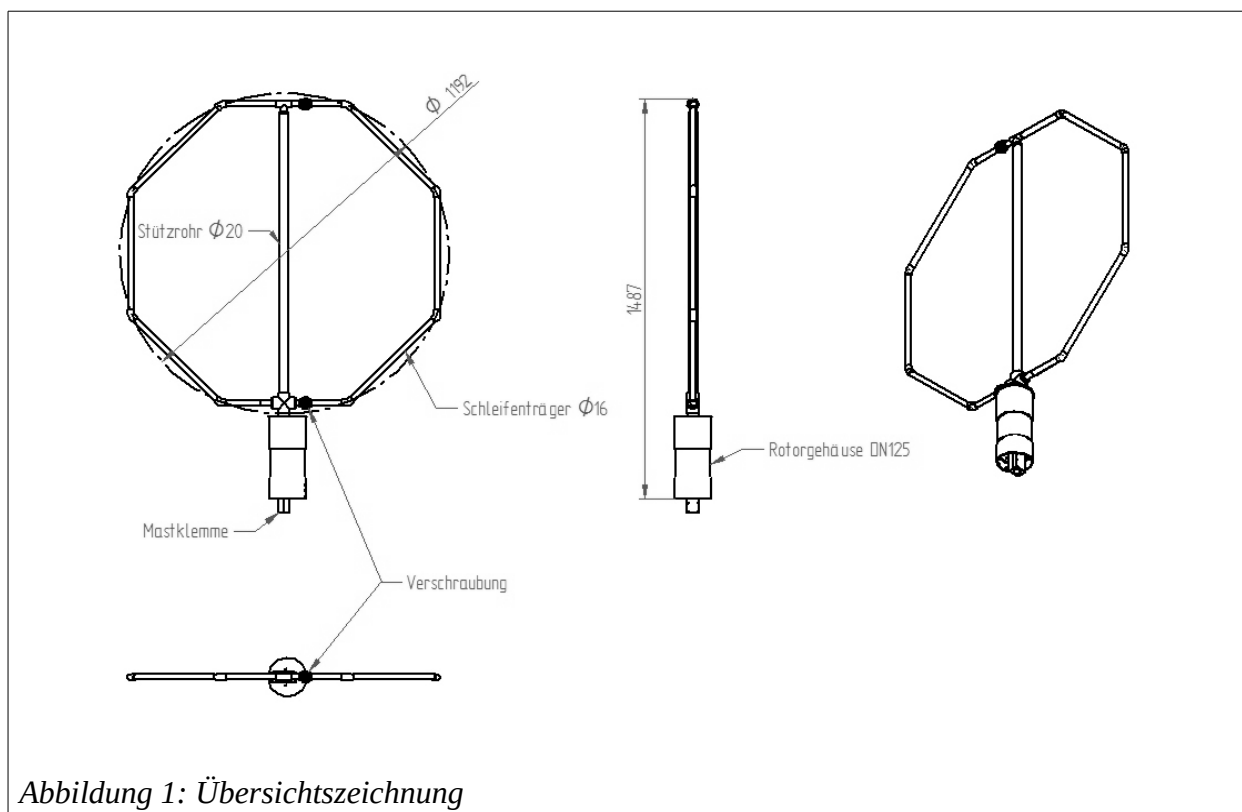
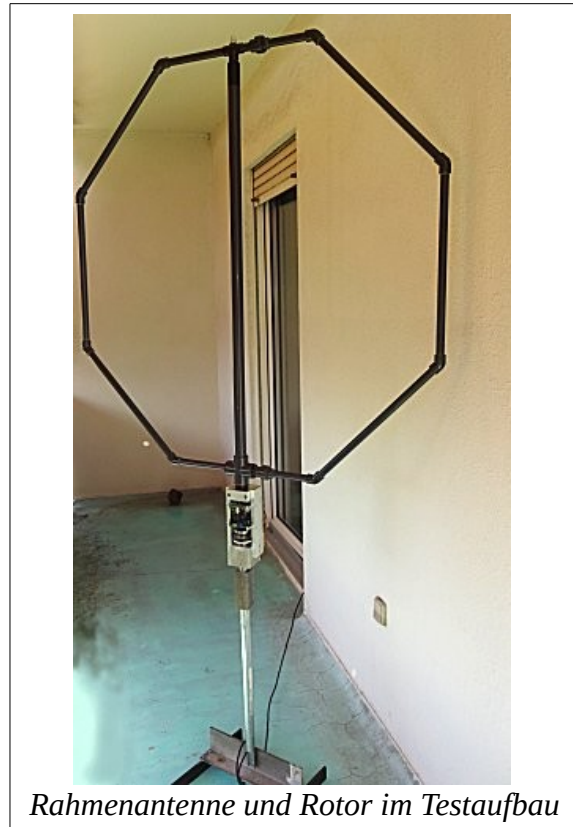


KW-Rahmenantenne nach einer Vorlage von Peter Hofbauer

Am Anfang

Unter den vielen faszinierenden Projekten, die Herr Hofbauer auf seiner Homepage veröffentlicht hat, befindet sich ua. ein Bauvorschlag für eine Rahmenantenne, die für den KW-Empfang konzipiert ist. Neben den hinlänglich bekannten Eigenschaften derartiger Antennen, nämlich Immunität gegen (elektrische) Störungen und Richtcharakteristik, war mir allerdings neu, dass die beschriebene Antenne - das aktive Empfangselement bildet **eine kurzgeschlossene Windung** - ausgesprochen breitbandigen Empfang im oben erwähnten Frequenzbereich ermöglichen sollte. Nach längerer Recherche im Internet fand ich unter diesem Link <http://www.vlf.it/looptheo7/looptheo7.htm> die Begründung für diese bemerkenswerte Eigenschaft der vorgeschlagenen Antenne.

Nach einem Vorversuch habe ich dann die Antenne in Anlehnung an die Ausführung von Peter Hofbauer aufgebaut. Das nebenstehende Foto zeigt meine Version und Abbildung 1 die Übersichtszeichnung mit den wichtigsten Abmaßen.



Aufbau

Einerseits sollte die komplette Antenne möglichst kompakt sein, andererseits sollte die Schleife für ein befriedigendes Empfangsergebnis im Kurzwellenbereich einen Mindestdurchmesser nicht unterschreiten. Wegen angestrebter Wetterfestigkeit sollte das Antenneninnere nur über wenige Gehäusedurchbrüche, die sich zuverlässig abdichten lassen, mit der „Aussenwelt“ in Verbindung stehen. Die verwendeten Materialien sollten sich einfach beschaffen lassen und ihr Preis nicht schwindelnde Höhen erreichen.

Empfangsschleife und Rotor sind zu einer (starr) Einheit zusammengefasst, die auf einer Hohlwelle im unteren Teil des Rotorgestells drehbar gelagert ist. Diese Welle ist über einen Zahnriemen mit dem Motor verbunden. Die Verbindung von Welle und Antennenmast ist ebenfalls starr ausgeführt, sodass sich die Empfangseinheit bei Aktivierung des Motors um den Antennenmast – begrenzt - drehen kann. Im Rotorgestell sind neben der Antriebsmechanik der Antennenverstärker und die Motorelektronik untergebracht.

Bauteile, die Witterungseinfluss unterliegen, sind aus handelsüblichen Sanitärkomponenten gefertigt. Die Halbzeuge für das Rotorgestell habe ich im Fachhandel erworben, ebenso Motor, Getriebeteile und Wälzlager. Fast alle Elektronikbauteile stammen aus eigenem Bestand, die Leiterplatten habe ich anfertigen lassen.

Aus Gewohnheit achte ich auf die leichte Montierbar-/Demontierbarkeit meiner Konstruktionen, so auch bei der Antenne. Fast alle Verbindungen sind geschraubt, gesteckt oder geklemmt. Nur der Schleifenträger ist weitgehend geklebt.

Empfangsschleife

Die Ausführung der Empfangsschleife hält sich ziemlich genau an die Vorlage, allerdings ist sie zusammenklappbar und hat einen Durchmesser von ca. 1,2m.

Rotor

Abbildung 2 zeigt das Rotorgestell mit den Bezeichnungen der wesentlichsten Komponenten. Das Gestell ist aus Aluminium gefertigt. Zwei Seitenteile sind mit zwei massiven Klötzen verschraubt. Der untere trägt die Antriebseinheit mit Motor. In ihm ist auch die zentrale Hohlwelle gelagert, die die Antenne mit dem Mast verbindet. Im oberen Klotz wird der Schleifenträger mit einer Klemmbacke befestigt. Im Inneren sind Antennenverstärker und Motorelektronik zwischen den Seitenteilen angeordnet. In Flucht mit der Motorachse ist das Positionspoti über

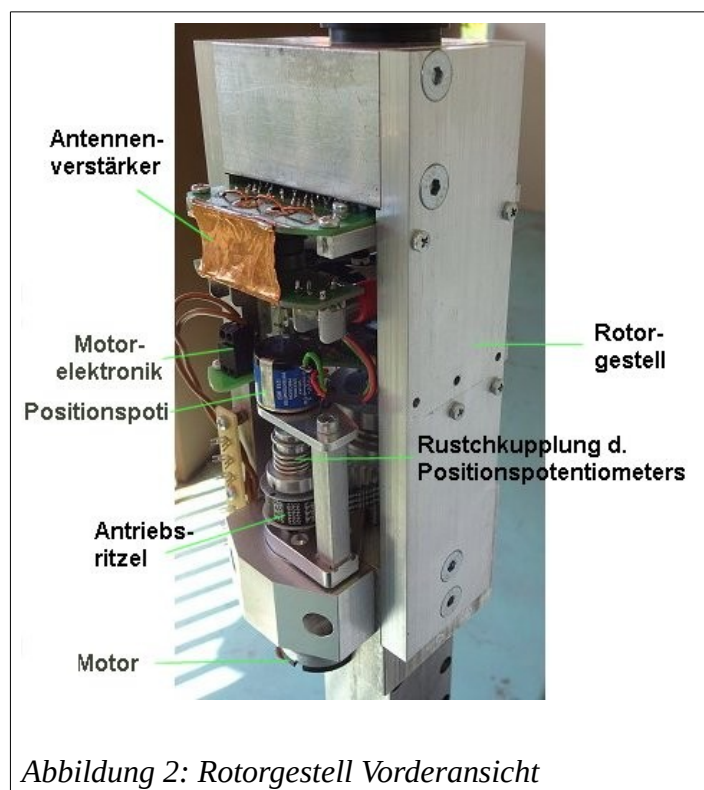


Abbildung 2: Rotorgestell Vorderansicht

eine Rutschkupplung mit dem Motor verbunden.

In Abbildung 3 sind die Rutschkupplung, die den Motor mit der Zentralwelle verbindet, und die mechanische Drehwegbegrenzung zu erkennen. Das Kabel, das Antennenverstärker und Empfänger verbindet, ist in die Hohlwelle geführt.

Die Hohlwelle wird über zwei leicht gegeneinander verspannte Dünnringlager in der Rotorbasis gehalten. Das Abtriebsritzel wird durch eine Feder, deren Andruckkraft einstellbar ist, gegen den Wellenbund gedrückt (Kraftschluss). Eine formschlüssige mechanische Verbindung zwischen Ritzel und Welle besteht nicht.

Die mechanische Drehwegbegrenzung setzt ein, wenn der Bolzen am unteren Teil der Potihalterung anschlägt. Der nutzbare Winkel beträgt ca. 220°.

Die Welle des Motors ist exzentrisch aus seinem Getriebegehäuse herausgeführt. Durch Verdrehen des Motors in seiner Halterung lässt sich die Zahnriemenspannung einstellen..

Die Motorwelle vollführt bei Nennspannung von 12V ca. 7 Umdrehungen/Minute und stellt ein Drehmoment von ca. 1,4Nm zur Verfügung. Das Zahnriemengetriebe reduziert die Motordrehzahl im Verhältnis 3:1, entsprechend erhöht sich das Drehmoment des Rotors.

Für die Anfertigung des Rotorgehäuses habe ich erdfestes Abwasserrohr (orange) mit einem Nenndurchmesser von 125mm (DN125) vorgesehen. Die Teile lassen sich wasserdicht zusammenstecken und das Material ist leicht zu bearbeiten.



Abbildung 3: Rotorgestell Rückansicht

Antennenverstärker

Beim Aufbau des Antennenverstärkers habe ich mich weitgehend an die Vorlage gehalten. Das Layout der Leiterplatte habe ich meinen Bedürfnissen angepasst, insbesondere habe ich den Eingangstrafo der Platzverhältnisse wegen senkrecht auf die Leiterplatte gestellt und mit Steckverbindungen versehen. Als Transistoren kommen ebenfalls NF-Typen zum Einsatz, ich verwende den BC550B. In Abbildung 4 fallen zwei Dinge auf: Die zentrale Bohrung, die das Antennenkabel zuführt und eine wirklich große Drosselspule ($\varnothing 7,5 \times 75 \text{ mm}$). Diese Drossel ist eine Eigenkonstruktion und mit einer handelsüblichen $100 \mu\text{H}$ -Drossel in Reihe geschaltet. Beide sind im Gleichstromweg der Versorgung des Verstärkers angeordnet und trennen die HF-Spannung von der Gleichspannung. Die Eingangsplatine des Empfängers ist ebenfalls mit einer derartigen Drosselkombination versehen.

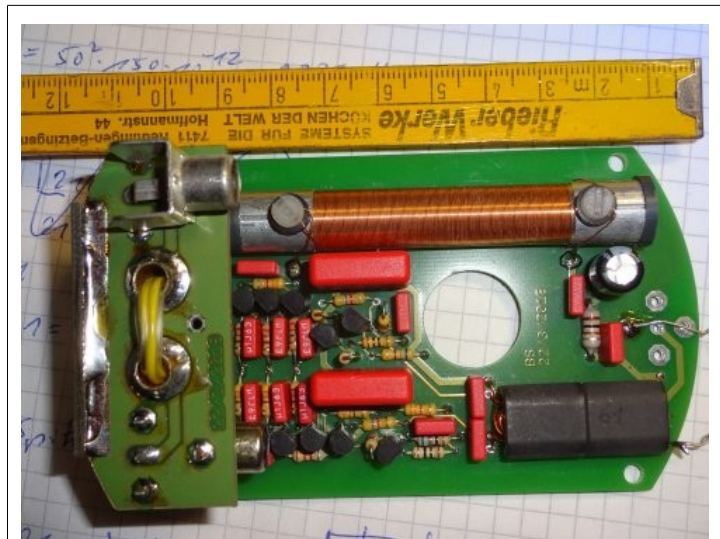


Abbildung 4: Antennenverstärker Bestückungsseite

Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen weitere Ansichten des Verstärkers. Das in der Rückansicht zu



Abbildung 6: Verstärker Vorderansicht

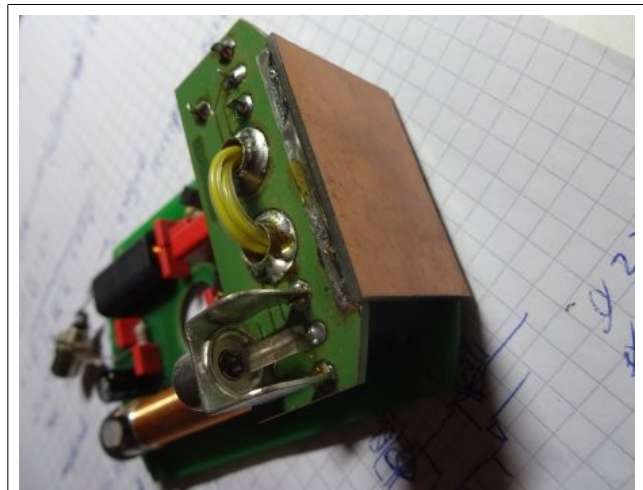
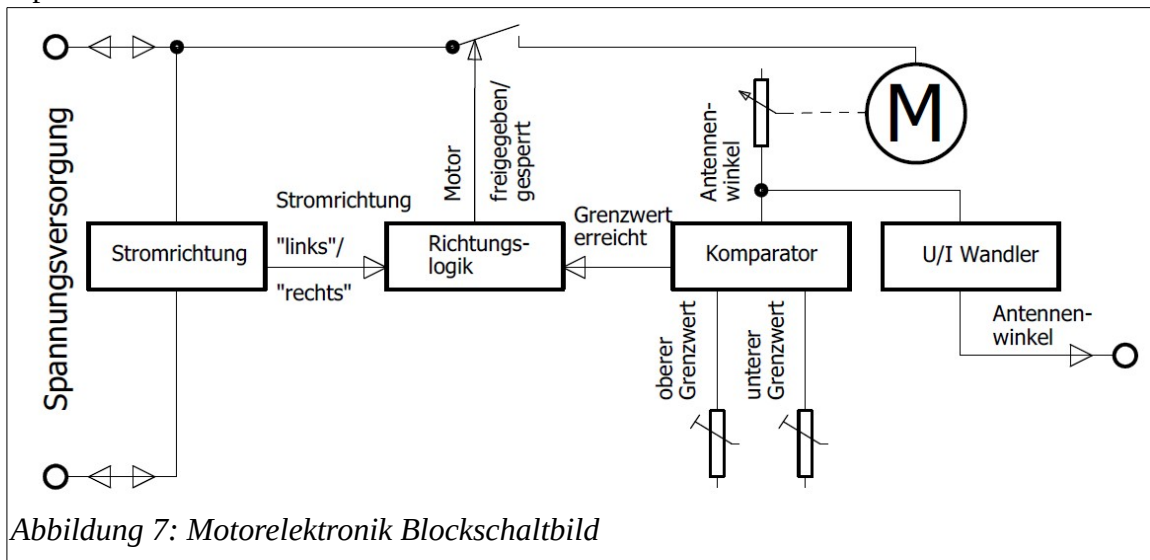


Abbildung 5: Verstärker Rückansicht

erkennende Leiterplattenstück verbindet den Schirm des Antennenkabels induktionsarm mit der Hauptplatine.

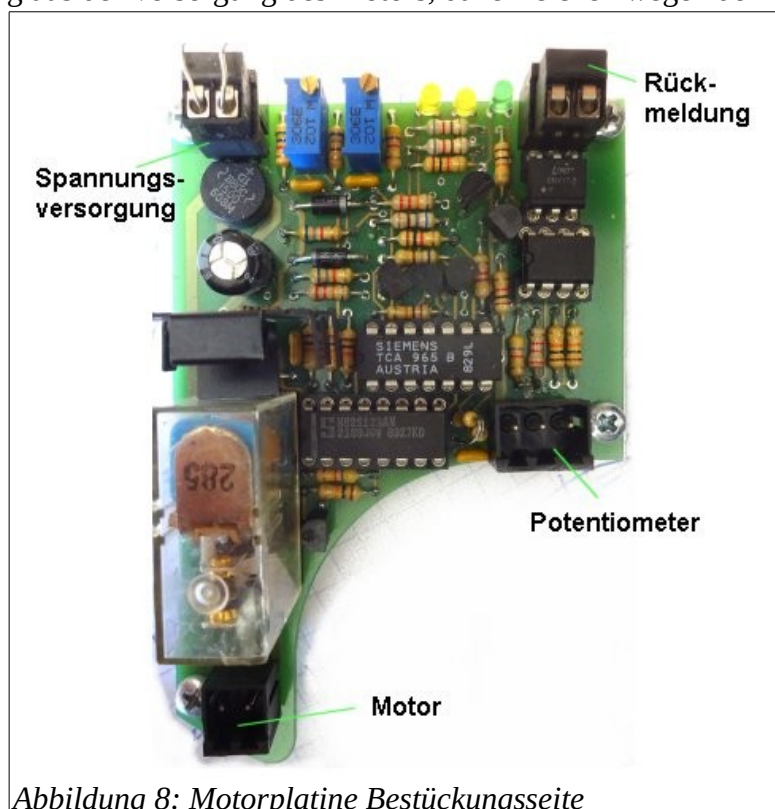
Motorelektronik

Die Funktion der Motorplatine beschränkt sich auf die Überwachung des Antennendrehwinkels und die Rückmeldung der Rotorstellung. Von der Elektronik wird die über dem Positionspotentiometer abfallende, der Rotorstellung proportionale, Spannung auf Über- oder Unterschreitung vorgegebener Grenzen überprüft. Bei Erreichen der einen oder anderen Grenze unterbricht die Elektronik die Spannungsversorgung des Drehmotors. Abbildung 7 zeigt die einzelnen Funktionsblöcke der Motorplatine.

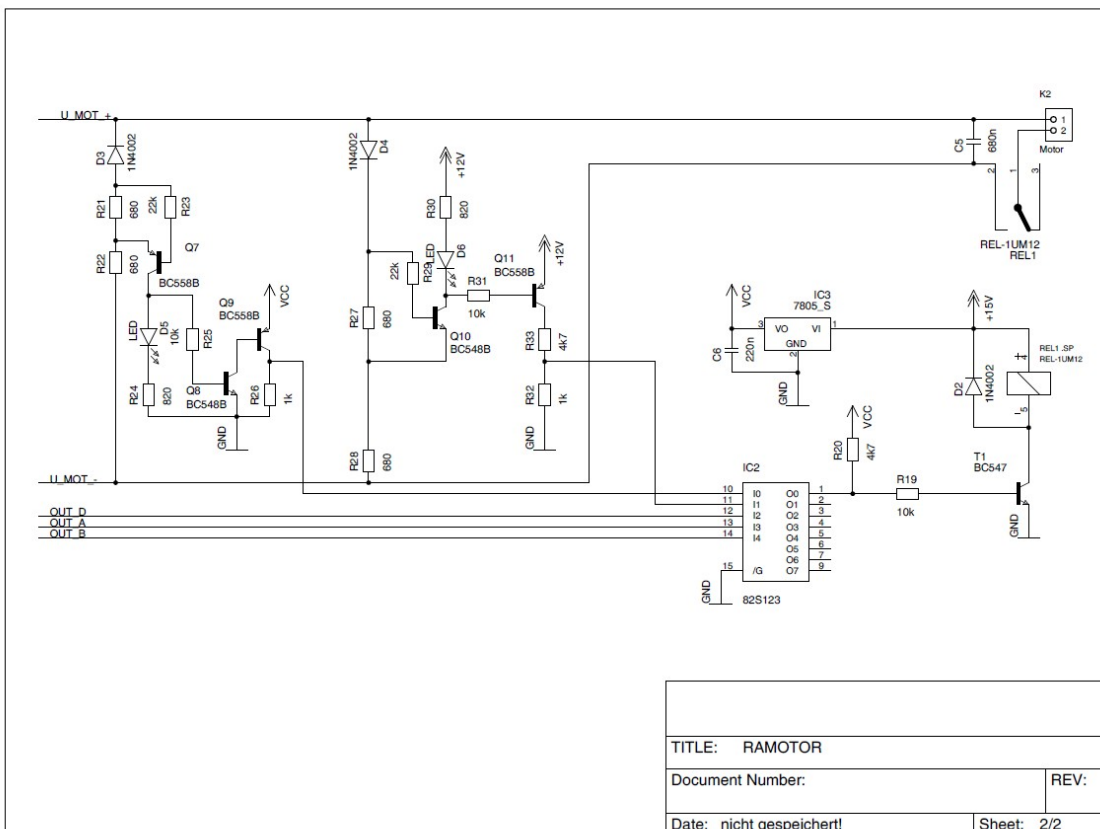
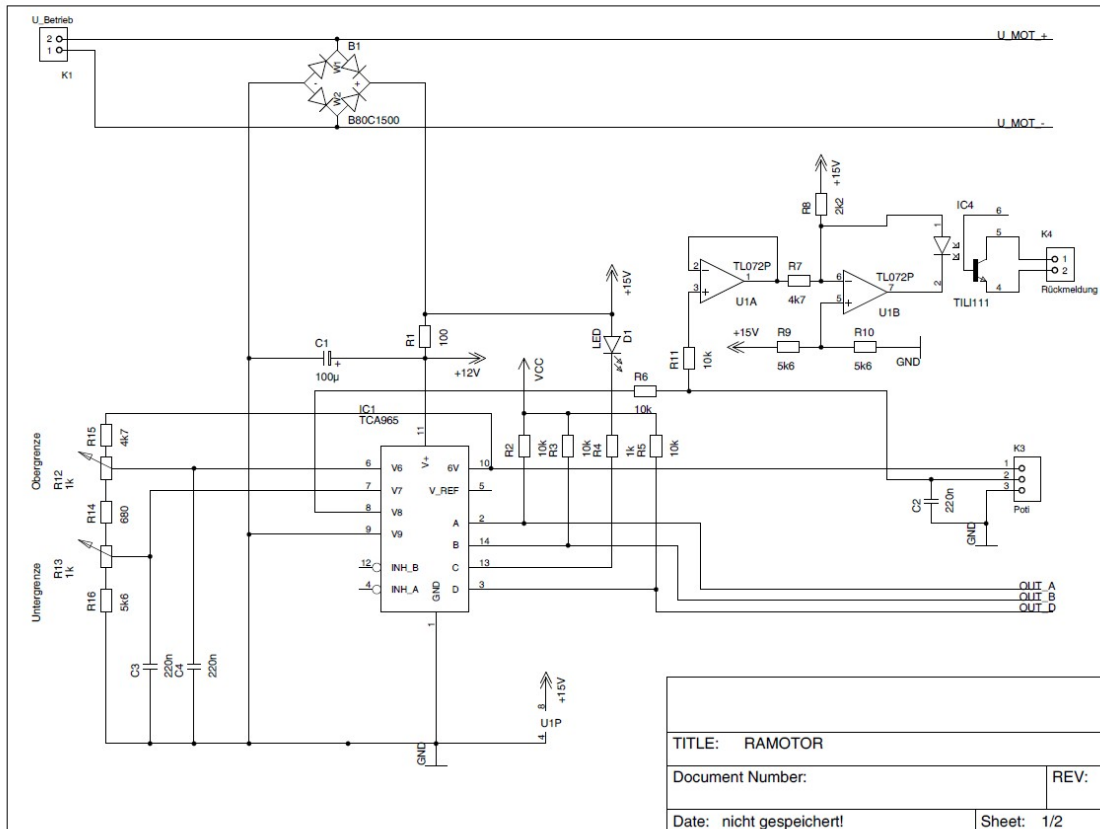


Die Drehrichtung des Motors wird durch die Polung der Versorgungsspannung bestimmt. Umkehren der Polung ändert den Stromfluß, der Motor dreht in entgegengesetzter Richtung. Die Elektronik bezieht ihre Betriebsspannung aus der Versorgung des Motors, daher reichen wegen der Rückmeldeleitungen des Antennenwinkels 4 Verbindungen zur Motorplatine aus. Das nebenstehende Foto zeigt die Platine mit den entsprechenden Anschlußbezeichnungen. Man erkennt die Spindeltrimmer der Grenzwerteinstellung sowie 3 Led, die den Betriebszustand des Rotors widerspiegeln:

Led grün	Led1 gelb	Led2 gelb	Rotorstatus
Ein	Ein	Aus	Linksdrehung
Ein	Aus	Ein	Rechtsdrehung
Ein	Aus	Aus	Grenzwert erreicht
Aus	Aus	Aus	Stillstand
andere Kombinationen sind fehlerhaft			



Diese Wahrheitstabelle habe ich aus Platzgründen in einem PROM (hatte ich noch) implementiert. Die etwas merkwürdige Kontur der Leiterplatte ist durch die Position des Motors bedingt. Der Vollständigkeit halber hier noch die Schaltung der Motorplatine nach der ich das Layout erstellt habe. Die Bauteilewerte sollte man daher nicht unbedingt auf die Goldwaage legen ;-).



Fazit

Zur Zeit betreibe ich die Rahmenantenne im Zimmer neben meinem Basteltisch. Dort habe ich die Möglichkeit sie mit meiner Drahtantenne zu vergleichen. Da mir die geeigneten Messmittel (für Messungen an Antennen) fehlen, kann nur meinen Höreindruck beschreiben:

Verglichen mit der Drahtantenne wirkt die Rahmenantenne „ruhiger“, was sich besonders im niederen Frequenzbereich (160m, 80m) und am Abend bemerkbar macht. Im 40m- und 20m-Band ist die Antenne empfindlicher als der Draht. Die Richtcharakteristik ist in den unteren Empfangsbereichen ausgeprägter als in den höheren Bereichen, dort aber immer noch vorhanden. Die Antenne ist kompakt, daher hat man größere Freiheiten bei der Wahl des Aufstellungsortes als zB. bei einer Drahtantenne.

Peter Hofbauer hat auf seiner Homepage eine leistungsfähige, leicht nachzuvollziehende Antenne veröffentlicht. Ihr Funktionsprinzip ist gut begründet, die technische Umsetzung gelungen und der Aufwand für die Realisierung hält sich Grenzen. Ich habe mich bemüht, dem Projekt eine wertige Anmutung zu geben.

Über die HF-Drossel

Bei HF-Drosseln befinde ich fast immer in einem Dilemma: Manche Autoren pflastern ihre Entwürfe mit Drosseln, andere schreiben „Bloß nicht!“. Früher wurden Konstruktionen mit verteilten Wicklungen (werden nicht mehr hergestellt) empfohlen, heute setzt man auf kompakte, hochpermeable Ausführungen. Wie man mit den Angaben in den Datenblättern der Hersteller umgehen soll bleibt eigentlich immer offen.

Klar ist, und jeder bessere Artikel weist darauf hin, dass die parasitäre Wicklungskapazität die Eigenschaften der Drossel in unerwünschter Weise verändert: Einmal verhält sie sich wie ein Kurzschluß, ein anderes Mal sperrt sie wie sie soll, ein drittes Mal aber sie bildet einen Schwingkreis.

Was also tun, wenn der Einsatz einer Breitband-HF-Drossel angebracht ist?

Zum Glück bin ich beim Stöbern im Internet auf diesen Artikel gestossen:

<https://docplayer.org/49781452-Mitteilungen-aus-dem-institut-fuer-umweltechnik-nonnweiler-saar-dr-schau-dl3lh.html> . Dr. Schau befasst sich in seinem Artikel mit der HF-Drossel und ihren Eigenschaften und zeigt Wege für ihrem praktischen Einsatz auf.

Lechner¹ beschreibt die Dimensionierung von Drosseln für den KW-Bereich, allerdings als Luftspule ausgeführt. Ich habe, mit seinen Angaben und den Erkenntnissen aus Dr.Schau's Artikel, die Drossel auf ein geschlitztes Metallrohr gewickelt, Abbildung 9. Der metallische Drosselkörper ist mit dem HF-Bezugspunkt leitend verbunden, die Wicklung ist isoliert aufgebracht. Die Drossel ist für eine Parallelresonanzfrequenz von ca 35MHz dimensioniert, ihre Induktivität beträgt etwa 17 μ H.



Abbildung 9: Schlitz im Drosselkörper

Abbildung 10 zeigt die Umgebung, in der ich versucht habe, das qualitative Dämpfungsverhalten der Drossel bzw Drosselkombination im Frequenzbereich von 1MHz bis 100MHz darzustellen. Der HF-Generator wird in 1MHz-Schritten durchgestimmt und das an der Last auftretende Signal gleichgerichtet mit dem Oszilloskop dargestellt.

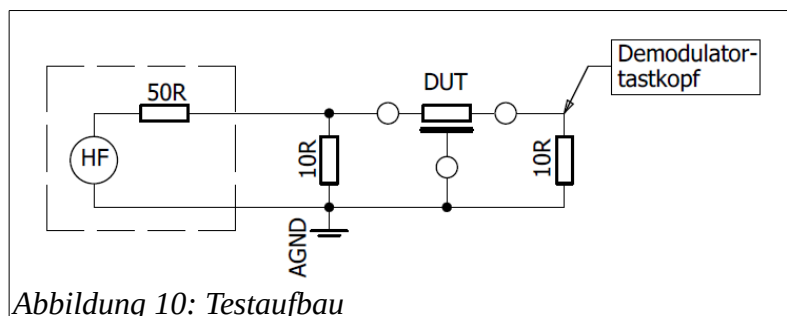


Abbildung 10: Testaufbau

1 Detlef Lechner: Kurzwellenempfänger, Berlin 1974, Seite 20-21

Abbildung 11 zeigt das Verhalten der 100µH-Drossel. Die HF-Spannung fällt bis zur Parallelresonanzfrequenz bei ca. 18MHz kontinuierlich ab. Die Serienresonanzfrequenz folgt unmittelbar mit einem deutlichen Anstieg der Spannung. Ab dieser Frequenz sperrt die Drossel nur noch wenig. Bei ca 70MHz und höher ist keine Sperrwirkung mehr vorhanden.

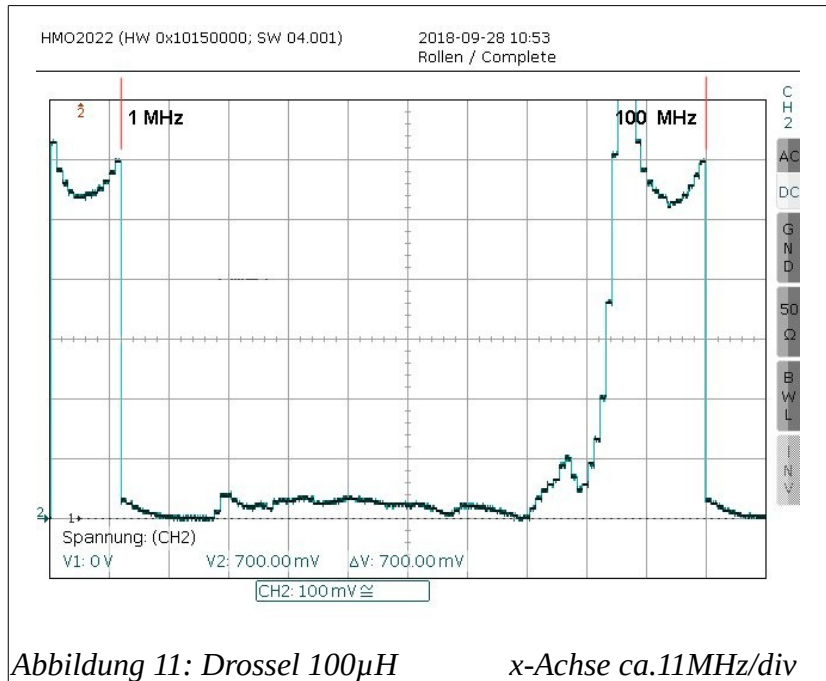


Abbildung 11: Drossel 100µH x-Achse ca.11MHz/div

Die Serienschaltung beider Drosseln ist Abbildung12 dargestellt. Der Sperrbereich ist bis ca 70MHz gut definiert, allerdings macht sich auch hier die Serienresonanzfrequenz der Kompaktdrossel bemerkbar. Die Parallelresonanzfrequenz tritt nicht mehr in Erscheinung.

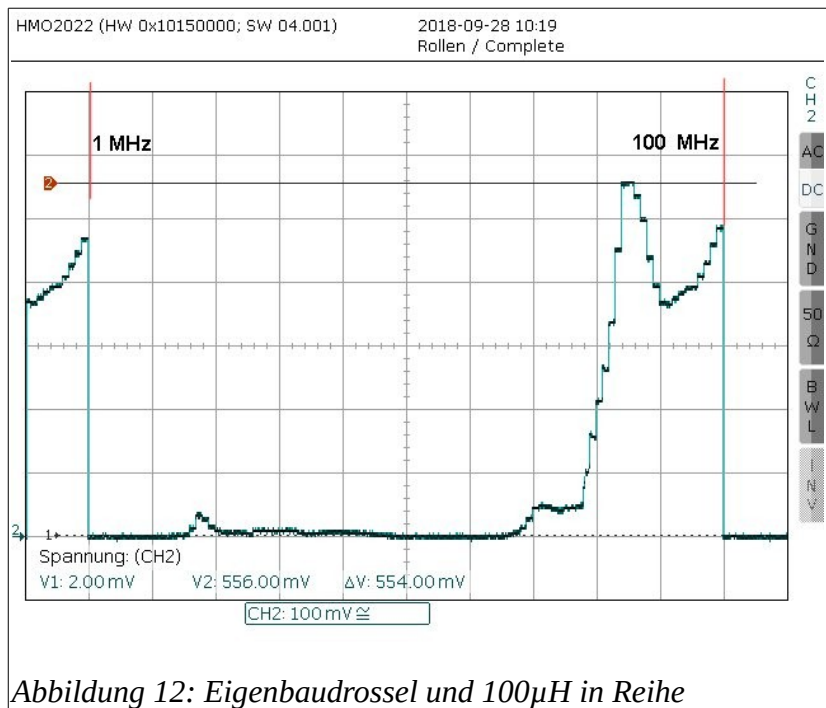


Abbildung 12: Eigenbaudrossel und 100µH in Reihe

Gemäß Abbildung 12 funktioniert die Drosselkombination. Auch das Empfangsergebnis spricht dafür. Dennoch werde ich in Zukunft den handelsüblichen Drosseln den Vorzug geben, zumal ich diese vor der Anwendung überprüfen kann. Eine Drossel, wie ich sie hier vorgestellt habe, ist sehr speziellen Anwendungen vorbehalten.