

Magnetic Loop - Reste-Antenne

Wolfgang (DB2MWA)

11.03.2014

...oder: Wie YL / OM als „Antennengeschädigte(r)“ aus den Resten in der Bastelkiste eine KW-Antenne bauen kann, die „spielt“ obwohl sie (von außen) unsichtbar ist. Bericht über ein ganz kleines Bastelprojekt.

1 Motivation und Hintergrund

Ich möchte hiermit allen Yls und OMs Mut machen, die sich unser schönes Hobby in den Zeiten der Überregulierung und „Strahlungs“-Hysterie schon ein wenig haben vermiesen lassen. Wenn ihr, wie ich, keinen Platz für eine richtige KW-Sendeantenne habt, wenn ihr die Proteste von hyper-strahlungssensitiven Mitbürgern und Mitbürgerinnen fürchtet, wenn ihr – schon aus Gründen der mangelnden „kontrollierbaren Zone“ um die Antenne herum keine „Selbstbezeichnung“ (will, von Amts wegen, heißen: Anzeige ortsfester Amateurfunkanlagen nach BEMFV für Strahlungsleistungen von mehr als 10 W EIRP) abgegeben habt und dies auch – aus welchen Gründen auch immer - nicht tun könnt...

...dann ist der folgende kleine Beitrag vielleicht doch eine Anregung dazu, die Flinte (bzw. hier: die Antenne) nicht ins Korn zu werfen, sondern trotzdem schöne KW-QSOs zu fahren!

Also, was ist das Ziel? Ganz einfach! Wir basteln uns eine Antenne – keine Wunderantenne, denn die gibt's nicht – die aber dennoch...

- klein ist
- preiswert ist, möglichst unter Ausnutzung von Bastelkisten-Teilen (sofern vorhanden. Darum nenne ich sie „Reste-Antenne“)
- von außerhalb des Hauses / der Wohnung / des Balkons etc. praktisch oder tatsächlich vollständig unsichtbar ist
- transportabel ist
- QRP - QSOs von 40 m bis 10 m erlaubt, mindestens (regelmäßig) innerhalb Europas
- relativ unempfindlich gegen QRM / QRN ist

Bei diesen Anforderungen kommt also praktisch nur eine Magnetloop-Antenne für den QRP-Betrieb in Betracht.

Na, da haben wir ja gleich zwei „Reizworte“ bzw. „Reiz-Begriffe“, nämlich:

- 1. Magnetloop und
- 2. QRP

Erstens (Stichwort „Magnetloop“): Zeigen denn nicht die üblichen, im Internet frei erhältlichen, Magnetloop-Berechnungsprogramme geradezu desolat schlechte Wirkungsgrade? Andererseits: fast jede(r) YL / OM die / der schon mal Erfahrung mit einer Magnetloop gemacht hat, zeigt sich erstaunt, wie gut diese Antennenform in der Praxis arbeitet. Mitunter wurden da schon Zweifel an der Gültigkeit der Theorie angemeldet. Allerdings sollte man sich auch vergegenwärtigen, dass ein Erreichen der theoretischen Wirkungsgrade auch bei „richtigen“ full-size Antennen oft nur Wunschenken ist, z.B. weil der Dipol nicht hoch genug aufgehängt werden kann oder die Bodenleitfähigkeit ungünstig ist, etc. In der Praxis sinkt damit der Abstand z.B. eines „real existierenden“ Dipols zur Magnetloop beträchtlich. Außerdem gilt: jede Antenne, und sei sie noch so verlustbehaftet, ist besser als gar keine Antenne. Die letztere zeigt nämlich die absolut höchst möglichen zu erreichenden Verluste wegen ihres Wirkungsgrades von genau 0.0% (hi)!

Zweitens (Stichwort „QRP“): Ist das Leben nicht zu kurz für QRP? Klar, in manchen Situationen schon. Natürlich wird man beispielsweise in pile-ups eher schlecht gehört. Wie ich aber noch zeigen werde, sind in anderen Situationen durchaus sehr schöne QSOs möglich, insbesondere dann, wenn die kleine QRP-Magnetloop, die ich hier beschreibe, in Verbindung mit geeigneten Betriebsarten verwendet wird. Natürlich bietet sich hier CW an, ich benutze allerdings – aus Mangel an ausreichenden CW-Fertigkeiten – sehr gerne und recht erfolgreich eine dieser modernen Schmalband-Digitalbetriebsarten mit dem Computer. Dies ist vorwiegend PSK31 und PSK63, Olivia und auch RTTY. Insbesondere PSK31 mit seiner extremen Schmalbandigkeit – in der Praxis ist das nicht viel mehr als ca. 50 - 60 Hz - macht da viel Freude. Mit einigen Abstrichen bezüglich DX-Tauglichkeit sollte aber auch SSB gehen.

2 Aufbau

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen kommen wir nun zur Beschreibung dieses kleinen Bastelprojekts. In meinem Falle entstand die Magnetloop komplett aus „Reste-Teilen“ die noch in der Bastelkiste vorhanden waren. Daher der Name „Reste-Antenne“.

Wie aus dem Schaltplan, Bild 1, ersichtlich, wird hier die kapazitive Ankopplung an den TRX verwendet, was den mechanischen Aufbau vereinfacht, da man die Einkoppelschleife vermeidet. Das Prinzip ist natürlich keineswegs neu. Es ist in QRP-Report¹ und Funkamateurl² beschrieben. Eine Gesamtansicht des Aufbaus zeigt Bild 2, hier gezeigt auf einem kleinen Schemel neben dem Fenster. Von genau hier aus, alternativ auch auf der Fensterbank, wird sie auch im Sendebetrieb benutzt.

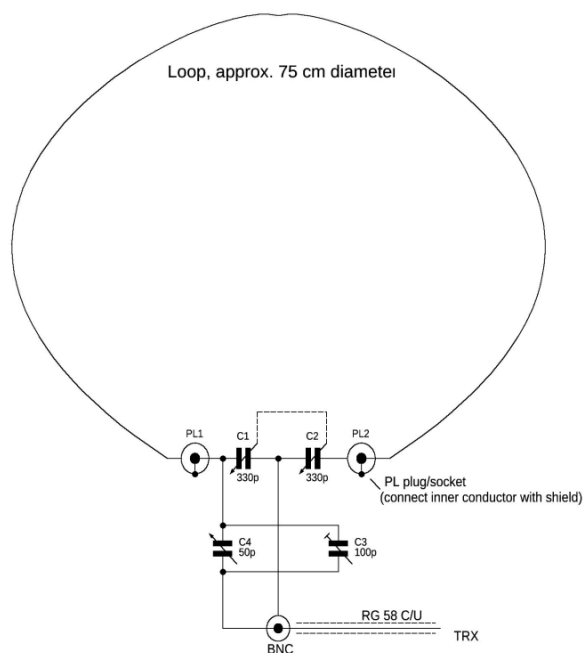


Abb. 1: Schaltplan der QRP-Magnetloop Antenne -
Quelle: Wolfgang (DB2MWA)

Die Schleife der Magnetantenne hat ca. 75 cm Durchmesser und besteht aus einem RG 213 Koaxialkabel mit PL-Steckern (UHF-Stecker, gerade, 50 Ω). Das „Halte-Kreuz“ (Bild 2) besteht aus ineinander gesteckten PVC-Kabelrohren von 16 mm Durchmesser, wie man sie in jedem Baumarkt für die Aufputz-Festverlegung von Elektroleitungen, z.B. in Kellern, Arbeitsräumen, Tiefgaragen etc. findet. Im Baumarkt findet man auch die Schnappklemmen, die eigentlich zur Wandbefestigung dienen, hier aber das Kreuz am Gehäuse, sowie den Querbalken halten. Passende Muffen zum ineinander Stecken der Rohr-Abschnitte gehören auch dazu. Sie ermöglichen die Zerlegung der gesamten Loop-Aufhängung in passend lange Teilstücke, was den Transport in zerlegtem Zustand vereinfacht. Als Standbasis und für

¹Klaus, DM2CQL, Magnetic Loops aus geraden Aluminiumrohren für den Portabeleinsatz, QRP-Report 1/2013, S. 18-25.

²Matthias Fischer, DL9DWR, Transportable Magnetantenne, Funkamateurl 8/2004, S. 824.

die Unterbringung der Drehkondensatoren verwende ich ein Kunststoffgehäuse der Größe ca. (B x T x H) 200 x 12 x 8 cm, das schon seit vielen Jahren sein unbenutztes Dasein in meiner Bastelkiste fristete. Aus diesem tristen Dasein habe ich das Gehäuse nun befreit, indem die zwei Drehkondensatoren, zwei PL-Buchsen links und rechts sowie – über einen Montagewinkel – die Halterungen für das Kunststoffrohrkreuz darin, bzw. daran, befestigt wurden (Bild 2). Als Abstimm-Drehko fand sich in eben jener Bastelkiste noch ein 2 x 500 pF - Mittelwellen-Drehko mit Luft-Dielektrikum. Zwei mal 330 pF wären wohl besser (im Schaltplan als C1 und C2 auch so angegeben), hatte aber den schlichten Nachteil, dass ich einen solchen nicht hatte. Sowas nennt man in Intellektuellenkreisen wohl auch: „die normative Kraft des Faktischen“. Macht nichts, geht auch so (mit 2 x 500 pF) und hat, wie ich noch erwähnen werde, einen sehr überraschenden Effekt bezüglich der abstimmbaren Bänder nach unten (in der Wellenlänge, bei gegebenem Schleifen-Durchmesser).



Abb. 2: Aufbau der QRP-Magnetloop Antenne -
Quelle: Wolfgang (DB2MWA)

Für den Koppelkondensator C4 fand ich in der berühmten Bastelkiste lediglich einen 50 pF-Schmetterlingsdrehko, der vom Flohmarkt der HAM-Radio in Friedrichshafen stammt. Das ist ein wenig zu wenig Kapazität. Da man für ein gutes Stehwellenverhältnis beim Bandwechsel die Kapazität des Koppelkondensators aber nur sehr wenig – wenn

überhaupt – anpassen muß, habe ich einfach einen 100 pF-Keramiktrimmer (C3) parallel zu C4 geschaltet (zu sehen in Bild 3). Der letztere fristete bis dahin sein (Reste-) Dasein seit meiner Erstinfektion mit dem HF-Virus vor gut 45 Jahren in der, man ahnt es schon, genau: In der Bastelkiste! Selbstverständlich sind an dieser Stelle auch ganz andere Lösungen möglich. So wird, beispielsweise, in Ref. 2 ein 330 pF – Doppeldrehko verwendet, dessen Startorpakete in Reihe geschaltet sind. Man könnte auch einen gewöhnlichen ca. 150 pF oder 200 pF Drehko (o. ä.) mit isolierter Achse oder isoliertem Drehknopf verwenden. Geht auch. Bild 3 zeigt die QRP-Magnetloop Antenne von innen. Das Sockel-Gehäuse beherbergt den Abstimm-Doppeldrehko (links) sowie den Koppel-Drehko mit parallel geschaltetem Keramiktrimmer. Oben im Bild ist die BNC-Buchse zum TRX zu erkennen. Die Drehko-Achsen sind mit isolierenden Drehknöpfen ausgestattet, der Koppel-Drehko sogar mit einer isolierenden Kunststoffachse (weil ich diese gerade hatte und die Geometrie zufällig stimmt). Auf den höheren Bändern ergibt sich zwar ein leichter Einfluss der Handkapazität beim Abstimmen, aber dies bleibt immer beherrschbar und stört kaum.

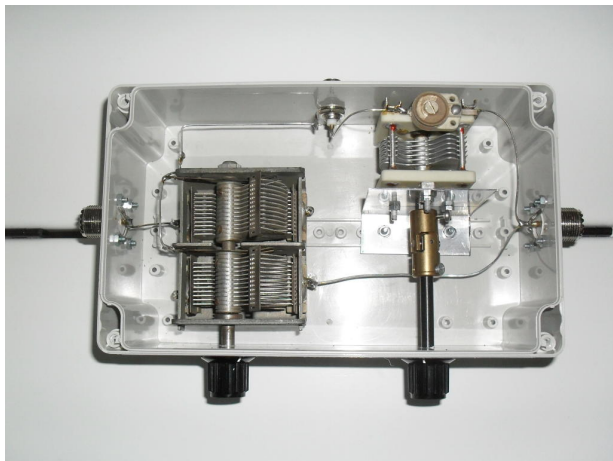


Abb. 3: Die QRP-Magnetloop Antenne von innen. -
Quelle: Wolfgang (DB2MWA)

Ganz wichtig: an den PL-Buchsen links und rechts im Gehäuse sind jeweils Innenleiter und Abschirmung des RG 213- Koaxkabels miteinander verbunden. Wir benutzen nämlich die Abschirmung des Kabels als den eigentlichen Loop-Strahler. Das Koaxkabel selbst ist aber ein ganz normales: man könnte es sofort auch als HF- Verbindungskabel zwischen - sagen wir - TRX und Antennentuner (o. ä.) verwenden.

3 Theorie

Um den zu erwarteten Erfolg der ganzen Aktion vorab abzuschätzen, kann man ja mal ein paar theoretische Berechnungen anstellen.

Das im Internet für Windows frei erhältliche Magnetloop- Berechnungsprogram von KI6GD spuckt für 10 W Hf-Leistung auf dem 20 m - Band folgende Ergebnisse aus (stimmt übrigens mit den Berechnungen anderer Programme dieser Art auch sehr gut überein), siehe Tabelle 1.

Daraus erkennen wir, vereinfachend gesagt, folgendes: Der Strahlungswiderstand ist mit nur $0,03 \Omega$ deutlich niedriger als der Verlustwiderstand ($0,092 \Omega$). Damit ist der theoretische Wirkungsgrad von 24,6 % nicht gerade berauschend.

Die Kreisgüte am Resonanzpunkt ist sehr hoch, die Antenne ist sehr schmalbandig und daher die Abstimmung auch sehr „spitz“. Andererseits gibt das eine gute Empfangs-Vorselektion und entlastet die Empfänger-Eingangsstufen. Schließlich ist so eine Magnetloop nichts anderes als eine Art „geometrisch großer Schwingkreis“.

ACHTUNG: die Spannung zwischen den Drehkoplatten und damit auch an den PL-Steckern links und rechts, ist selbst bei Ansteuerung mit nur 10 W schon sehr hoch (hier 1,5 kV). Die Loop-Stecker dürfen im Sendefall keinesfalls berührt werden! HF-Verbrennungen gehen tief ins Gewebe und sind sehr schmerzhaft (thermische Wirkung)! Ich übernehme keinerlei Verantwortung für solche Unfälle!

Um es in aller Deutlichkeit vorweg zu nehmen und etwaigen Ängsten vorzubeugen (obwohl dieses eigentlich ins Kapitel „Praxis“ gehört): bei Verwendung als QRP-Antenne bis ca. 10 W HF-Input in die Antenne, sowie unter Beachtung dieses einzigen Warnhinweises, ist der Sendebetrieb vollkommen sicher und harmlos. Ich sitze beim Sendebetrieb ca. 1,3 m entfernt von der Antenne am Computer (wegen der Digimodes) und stimme auch während der Aussendung meines Signals, wenn nötig, mit der Hand nach. Weder der Computer nebst Monitor, noch drahtlose Maus / drahtlose Tastatur und schon gar nicht ich selbst (oder die Abstimm-Hand) haben sich von dem kräftigen HF-Magnetfeld um die Antenne herum jemals in irgendeiner Weise beeindrucken lassen. Auch nicht bei minutenlangen Sendedurchgängen mit Dauerstrich-Leistung, z.B. beim Abstimmen. Es gab auch keine Kopfschmerzen nach diversen QSOs, keine Schlafstörungen, keine Nervenattacken und auch sonst nichts. Aber vielleicht bin ich lediglich „hyper-strahlungsunsensitiv“ oder ich absorbiere die Hochfrequenz mit der gleichgültigen Sensibilität einer 50Ω -Dummy Load (hi)!

So weit so gut. Jetzt machen wir mal etwas theoretisch vollkommen wahnwitziges: wir rechnen das Ganze mal für 40 m, wieder bei 10 W Eingangsleistung in die Antenne. Bei einem Umfang von nur 2,35 m erwarten wir auf dem 40 m - Band einen, sagen wir mal euphemistisch, „sub-optimalen“ Wirkungsgrad. Die Ergebnisse befinden sich in Tabelle 1 unter 40m-Band.

Es gibt halt keine Wunder in der Physik. Die Erwartung trifft zu: lediglich 2,8 % Wirkungsgrad sind

	20m-Band	40m-Band
Loop Circumference	2.35 m	2.35 m
Conductor Diameter	8.00 m ²	8.00 m ²
Frequency	14.10 MHz	7.04 MHz
Bandwidth	14,5 kHz	8.0 kHz
Capacitor Value	40.5 pF	184.9 pF
Capacitor Voltage	1.5 kV	1.0 kV
Conductor Wavelength	0.116 λ	0.058 λ
Efficiency	24.6 %	2.8 %
Inductance	2.658 μ H	2.658 μ H
Inductive Reactance	235.5 ohm	117.6 ohm
Loop Area	1.4 m ²	1.4 m ²
Loop Diameter	0.7 m	0.7 m
Loop Q Value	969.5 Q _{res}	883.4 Q _{res}
Radiation Resistance	0.030 Ω	0.002 Ω
Resistance Loss	0.092 Ω	0.065 Ω

Tabelle 1

zu erwarten. Also ist das Ganze eine vollkommen sinnlose Übung, oder? Da können wir ja gleich in eine 50 Ω Dummy Load senden! Oder doch nicht? Klären wir das im Kapitel „Praxis“.

4 Praxis

Bevor wir uns den eigentlichen Praxiserfahrungen zuwenden, schauen wir uns erst einmal die Abstimmung an. Bild 4 zeigt beispielhaft den Verlauf des Stehwellenverhältnisses im 17 m-Band, gemessen mit dem Funkamateurr-Netzwerktester. Die Abstimmung auf ein SWV-Minimum von ca. 1,08 in der Nähe von 18100 kHz, dem Aktivitätszentrum für PSK31, gelingt ohne Probleme. Ein Antennentuner im TRX wird nicht benötigt. Sicherlich, wie schon erwähnt, ist die Abstimmung auf minimales SWV recht spitz aber mit etwas Übung leicht zu meistern.

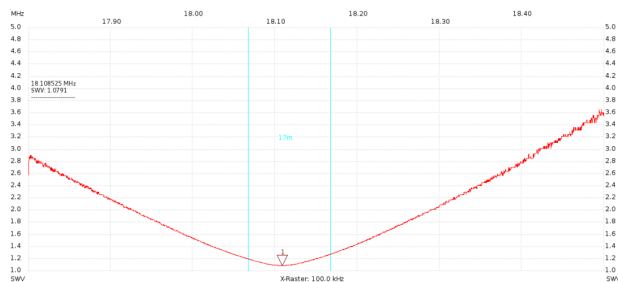


Abb. 4: Verlauf des Stehwellenverhältnisses im 17m-Band. - Quelle: Wolfgang (DB2MWA)

Auf meinen „Lieblingsbändern“, 20 m und 15 m, geht das genauso gut. Überhaupt: die Antenne war zunächst für 30 m - 10 m abstimmbare geplant. In der Praxis ergab sich aber, dass die Antenne nach oben nicht so recht bis 10 m reichte. Stattdessen war, zwar knapp aber dennoch, eine Abstimmung

bis herunter zum 40 m Band möglich, offenbar eine Folge des (aus Verfügbarkeits-Gründen) zu groß gewählten Abstimm-Drehkos. Darum habe ich einfach für die (Frequenz-mäßig) höheren Bänder eine kleinere Schleife mit ca. 60 cm Durchmesser gebaut. Auch das funktioniert.

Aber bleiben wir mal bei der 75cm-Schleife und sehen wir mal, wie man im praktischen Funkbetrieb damit zurechtkommt..

5 Betriebserfahrungen

Und was kann man nun mit dieser äußerst unscheinbaren Antenne erreichen? Glaubt man der Theorie (Abschnitt 3), eigentlich gar nichts, denn die Wirkungsgrade erscheinen ja geradezu katastrophal schlecht. Ein ganz anders Bild ergibt sich aus Tabelle 2, wo ich beispielhaft nur eine kleine Auswahl der seit Jahreswechsel 2013 auf 2014 getätigten QSOs aufgelistet habe.

Erstaunlich, oder? Von Skandinavien über Nord-Atlantik bis zum Mittelmeer-Raum ist alles möglich. Die Antenne stand dabei im Shack (also „Indoors“) auf dem Fensterbrett im 2. Stock in München-Obermenzing (Locator JN58rd). Alle QSOs wurden mit 10 W HF - Leistung in PSK31 gefahren. Alle? Nein, nicht ganz, Mark GIPIE in Lancashire habe ich auf seinen CQ-Ruf geantwortet, und zwar auf 7.040 kHz, also im 40 m Band. Ich hatte dabei vergessen, dass ich die Ausgangsleistung meines Elecraft K3, für Abstimm-Zwecke, zuvor auf ca. 3,5 W heruntergefahren hatte. Er antwortete mir trotzdem sofort und ich habe den Rest des QSOs mit 10 W von meiner Seite beendet.

Hier nur zur Erinnerung: der theoretische Wirkungsgrad dieser Bastelkisten-Reste-Antenne im 40m Band beträgt nur ganze 2,8%! Und dennoch wurde ich mit ca. 3 W auf 40 m in England sofort gehört!

Call	Name	Band	QTH
SV1KWA	Grigoris	20m	Athen, Griechenland
OH6XB	Unto	17m	Jyvaskyla, Finland
PD0RWH	Max	20m	Harlingen, Niederlande
RA2FIA	Alex	20m	Kaliningrad, Russland
OY9R	Otto	17m	Argir, Färöer-Inseln
US8IUJ	Tatjana	17m	Gorlovka, Ukraine
G1PIE	Mark	40m	Preston, Lancashire, England
OH3MFQ	Marko	17m	Nokia, Finland
UR5NN	Eduard	20m	Kazatin, Ukraine
MM6HVT	John	15m	Denny, Scotland
RA3ZUS	Aleksej	17m	Grajvoron, Russland
RM22CC	OP Alexander	40m	Special Call: Paralympic Games in Sochi 2014, Russland

Tabelle 2

Soviel also zum Unterschied zwischen Theorie und Praxis.

6 Fazit

Die kleine „Reste-Antenne“ entstand während des Neujahres-Urlaubs 2013 auf 2014. Es war ein wirklich sehr kleines Bastelobjekt, geboren aus dem Drang vorhandene Teile aus der manchmal etwas überquellenden Bastelkiste einer möglichst sinnvollen Verwertung zuzuführen. Ganz ehrlich, ich hatte mir einen solchen Erfolg, was die praktische Brauchbarkeit betrifft, nicht vorgestellt. Natürlich mag auch die Lage meines Shacks im 2. Obergeschoß ihren Anteil daran haben. Dennoch: ich bin von dem Magnetloop-Prinzip wirklich sehr beeindruckt und werde mich sicherlich weiterhin gern damit beschäftigen.

Ich habe diesen kleinen Bericht verfasst, um alle „Antennen- und HF-Phobie Geschädigten“ zu ermuntern nicht aufzugeben und unser schönes Hobby weiterhin aktiv zu betreiben und die Bänder zu besetzen. Das gelingt offenbar besonders gut in Verbindung mit einer Schmalband-Betriebsart, aber (z.B.) SSB ist auch keineswegs ausgeschlossen.

Das ganze hat ja auch einen Hauch von „Stealth-Antenne“: nicht für den Normalbürger sichtbar, das Signal (PSK, Olivia oder sogar CW!) womöglich ein wenig kryptisch. Na ja – unsere Bandwacht und die NSA wissen sicherlich genau, wie so etwas im Spektrum aussieht. Aber die NSA ist ja voll mit dem Abhören von Handy-Telefonaten sowie dem Abfangen von e-Mails etc. beschäftigt. Denen bleibt ja gar keine Zeit, sich mit unseren Signalen zu beschäftigen in denen die Kommunikation (gesetzeskonform) in „offener Sprache“ abgewickelt wird.

Vielleicht ist gerade letzteres besonders konspirativ (hi)!