

Meine Magnetic-Loop mit zwei Windungen für 80 und 40 Meter

von Günther Majewski, DH7BZ (ex DC7BZ)

Wegen fehlender Möglichkeit zur Installation einer Draht- oder Stabantenne für den Kurzwellenbetrieb habe ich mich für den Bau einer kleinstmöglichen Magnetic-Loop für 80 und 40 Meter entschieden. Die Antenne ist auf dem Dach oberhalb meiner UKW-Antennen direkt auf dem Drehrohr über dem Rotor montiert (Bild 1). In der Umgebung zweier Yagis für 2 m und 70 cm sowie gestockten 23 cm Antennen fällt die Magnetic-loop mit ihren 82 cm Durchmesser nicht sonderlich auf.



Über Bauvorschläge, Wirkungsweise und Effektivität derartiger Antennen ist vielfältig geschrieben worden. Meine Ausführungen wollen Hinweise zum Aufbau geben und Probleme mit ihren Lösungen aufzeigen. Ergänzend wird über Betriebsergebnisse berichtet. ([Nachtrag 5/2000](#))

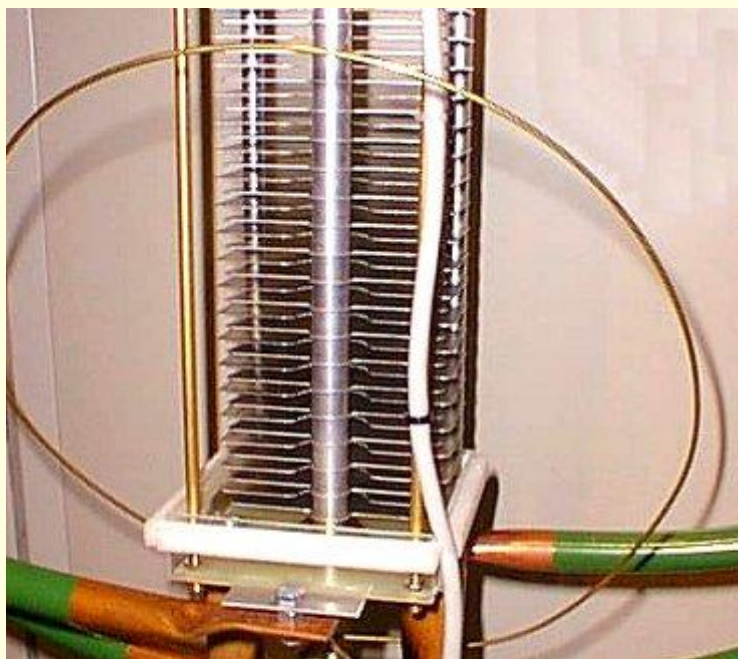
Die Schleife

Zwei Windungen aus handelsüblichem Kupferrohr, Rohraußendurchmesser 18 mm, bilden die Basis der Antenne. Der Innendurchmesser der beiden Windungen beträgt 82 cm. Zur Montage des für die Abstimmung erforderlichen Drehkondensators werden die Windungsenden, sie liegen bei dieser Konstruktion unten, leicht zum Windungsinnenraum gebogen, flach gepreßt und mit Bohrungen versehen.

Für eine gute mechanische Befestigung und sichere Erdung wird der unter dem Drehkondensator durchgehende Windungsteil aufgeschnitten und mit einem Messing-T-Stück verlötet (s.u.). Ein in dieses T-Stück eingeschraubtes Rohrstück ermöglicht vielfältige Befestigungsarten.

Zur Stabilisierung des Abstands beider Windungen werden in der 9-, 12- und 15-Uhr-Position der Schleife Abstandhalter eingesetzt. Diese müssen ca. 6 cm lichte Weite zwischen den Windungen sichern und gutes Isolationsverhalten aufweisen.

Es hat sich gezeigt, daß es die Arbeit erleichtert, wenn man sich für die Herstellung der Schleife eine Hilfsvorrichtung baut, die aus einem rechtwinkligen Lattenkreuz besteht. Auf den Latten werden im Abstand von 42 cm von der Kreuzmitte zum Rohrdurchmesser passende Schnappschellen befestigt, die ein bequemes Fixieren der Schleife bei der Arbeit erlauben.



Der Drehkondensator

Zur Anwendung kam ein Dreko der Fa. Anneck mit 36 bis 360 pF und einer Spannungsfestigkeit von 6,3 kV. Die Abmessungen betragen ca. 100x100x300 mm. Die Kontaktfahnen des Drekos sind mit Bolzen M6 unter Zwischenlage großflächiger Scheiben mit den Enden der Antennenschleife bei Verwendung selbstsichernder Muttern verschraubt. Ein direktes Aufeinanderschrauben der aus Aluminium bestehenden Kontaktfahnen mit dem Kupferrohr der Schleife wurde wegen der zu erwartenden Elementbildung vermieden. Zur weiteren Befestigung ist die Grundplatte des Drekos über zwei isolierte Stützen mit dem unteren Schleifenteil verschraubt (Bild 2). Bei der Montage ist sorgfältig auf die Vermeidung mechanischer Verspannungen zu achten, da alle Kräfte wie z.B. Dehnungen der Kupferschleife unmittelbar auf die Grundplatte des Drekos wirken.

Die Koppelschleife

Die Literatur weist verschiedene Arten der Energieeinkopplung aus; von mir wurde die induktive Kopplung mit einer Koppelschleife gewählt. Der Umfang der Koppelschleife beträgt ca. 90 cm. Als Material wurde 2 mm Messingrohr verwendet. Am geerdeten T-Stück der Antenne ist eine Anschlußbuchse für ein Koaxialkabel fest verlötet. Die Koppelschleife ist an dieser Buchse einseitig angelötet, führt als schräg liegender Ring um den Dreko herum und endet am Masseflansch der Anschlußbuchse. Hier ist ein Metallstützer mit Klemmung angebracht, der eine Feinjustage der Koppelschleifenlänge möglich macht. Später kann auch hier der Massepunkt verlötet werden.

Zwischenergebnisse

Nachdem der mechanische Aufbau soweit fortgeschritten ist, kann die Antenne provisorisch im Zimmer aufgestellt einem ersten Test unterzogen werden. Dabei ist mit kleiner Sendeleistung auf den Bändern 80 und 40 Meter jeweils die Resonanz der Loop mit dem Dreko einzustellen und die Koppelschleife ist ggf. auf bestes SWR in ihrer Länge zu optimieren. Sollte bei voll eingedrehtem Dreko die Resonanz im 80 Meter-Band zu hoch liegen, hilft eine Verringerung des Windungsabstands der Loop um ca. 1 cm. Das erreicht man durch Verkürzen der Abstandhalter. Meine Antenne hatte Resonanz auf beiden Bändern, und ein erstes QSO mit einer OK-Station, beiderseitig 59, ließ auf Erfolg hoffen. Die Koppelschleife mußte für ein SWR von $<1,2$ um ca. 8 cm gekürzt werden (im Zimmer!). Mit dem Kürzen der Koppelschleife in diesem Stadium sollte man vorsichtig sein, da, wie sich später herausstellte, auf dem Dach andere Verhältnisse vorliegen und leicht eine Verlängerung notwendig wird. Für diese Testphase war eine Abstimmung des Drekos mittels eines mitgelieferten Kunststoffhebels feinfühlig und unproblematisch. Es war aber erkennbar, daß die Schärfe des Resonanzpunktes bezogen auf die 180 Grad Drehwinkel extrem spitz ist, das spricht für die hohe Kreisgüte dieser Antenne. Die Meßergebnisse kurzgefaßt:

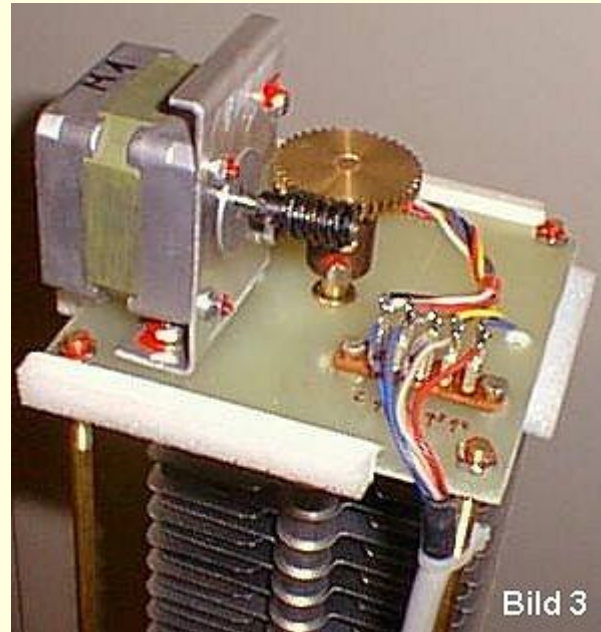
- | SWR 1,2
- | Bandbreite bis SWR 1,5: 80 Meter 16 kHz
- | Bandbreite bis SWR 1,5: 40 Meter 40 kHz

Der Drekoantrieb

Da die Antenne auf dem Dach montiert werden sollte, war eine Fernabstimmung des Drekos unabdingbar. Die Forderung lautet: Schneller Bandwechsel zwischen 80 und 40 Meter und präzise Einstellung der Resonanz innerhalb dieser Bänder. Zunächst wurde ein Servoantrieb, wie er für den Modellbau verwendet wird, mit der Drekwelle verbunden. Die für den Servo erforderliche Impulslängensteuerung ist preiswert mit einem Bausatz herzustellen, der unter dem Begriff Servotester im Versandhandel erhältlich ist. Da die Kräfte des Servos die sehr schwergängige Drekwelle nur mühsam bewegen konnten, wurde der Dreko an der Rotorachse um 0,3 mm entspannt. Damit verändert sich aber auch der Plattenabstand innerhalb des Statorpaketes und auch der Stator muß entsprechend nachjustiert werden. Nun war eine kontinuierliche Einstellung mittels

Potentiometer am Servotester möglich, die für Empfangszwecke völlig ausreichend erschien. Bei dem Versuch, mit HF-Ansteuerung den Resonanzpunkt im Sendefall, also auf kleinstes SWR, einzustellen, wurde sehr schnell deutlich, daß diese Abstimmmechanik viel zu grob war. Es mußte eine andere Lösung her.

Als neue und endgültige Antriebsmechanik für den Dreko wurde ein Schrittmotor verwendet, der über eine Schneckenwelle und ein Schneckenrad, Untersetzung 1:40, mit der Drekowelle verbunden ist (Bild 3). Auch hier wird zur Ansteuerung des unipolaren Schrittmotors ein handelsüblicher Bausatz der Fa. [Conrad](#) benutzt. Die Ansteuerschaltung stellt Impulsfolgen für den Schrittmotor zwischen 20 und 400 Schritte pro Sekunde zur Verfügung. Die Einstellung erfolgt mittels Potentiometer. Für den praktischen Betrieb ist aber eine kontinuierliche Einstellung nicht notwendig, daher wurde mit Festwiderständen und einem Umschalter die Impulsrate auf 5 Schritte pro Sekunde für "langsam" und 320 Schritte pro Sekunde für "schnell" festgelegt. Zusammen mit einer Start/Stop-Taste und einer Taste für die Richtungsumkehr ist die Steuerschaltung in ein Gehäuse eingebaut und über ein 5-poliges Kabel mit dem Schrittmotor auf dem Dach verbunden.



Die Welle des Schrittmotors bewegt sich je Schritt um $3,6^\circ$. Hinter dem Schneckenantrieb 1:40 ergibt sich eine Bewegung der Drekowelle je Schritt von $0,09^\circ$, also rund $0,1^\circ$ je Schritt. Die Drehgeschwindigkeit beim Abstimmen, Impulsfolge 5 Hz, beträgt somit ca. $0,5^\circ$ pro Sekunde und beim Bandwechsel, Impulsfolge 320 Hz, ca. 32° pro Sekunde.

Der Strom in der Wicklung des Schrittmotors ist auf 400 mA begrenzt und läßt auch Dauerbetrieb zu. Die Stellkraft an der Drekowelle ist so groß, daß ein Festhalten der Drekowelle mit den Fingern kaum gelingt. Das Zahnflankenspiel zwischen Schnecke und Schneckenrad wurde absichtlich etwas größer eingestellt, um den Unwägbarkeiten der Temperaturunterschiede zwischen Sommer und Winter Rechnung zu tragen. Entsprechend wurde auch das Gleitfett gewählt. Besondere Beachtung muß die Isolation der Drekowelle zu dem Schneckenrad finden. Ein Isolierkupplungsstück für 6 mm Achsen, in dem sich die Metallachsen gegenüberstehen, reicht nicht aus und führte zur Funkenstrecke in der Kupplung. Von mir wurde danach zusätzlich die Achse, die im Schneckenrad steckt, aus Novotex hergestellt. Damit war die Funkenstrecke beseitigt.

Der Wetterschutz

Für den Aufbau der Magnetic-Loop im Freien muß der Drehkondensator und der Antrieb nicht nur vor Regen, Schnee und Eis geschützt werden, sondern es ist auch zu verhindern, daß Kleintiere wie Käfer und Spinnen zwischen die Drekoplatten gelangen und Überschlüge der hohen Spannung verursachen. Selbst die Reste verbrannter Insekten stellen Ansatzpunkte für neue Überschlüge dar. Bei einem Feldversuch mit offenem Drehkondensator in feuchter Luft nach einem Regenfall wurde bereits mit 60 Watt ein phantastisches Bild mit einer Vielzahl von Lichtbögen zwischen den Drekoplatten erzeugt. Als Wetterschutzgehäuse habe ich mich für einen quadratischen



"Zylinder" aus verleimten Sperrholzplatten entschieden (Bild 4). Mit den Abmessungen 120x120x400 mm reicht dieses Gebilde etwa bis zur Mitte in die Antennenschleife hinein. Dieses an den Innenkanten mit Leisten 5x5 mm verstärkte Holzgehäuse wurde mehrmals mit Porenfüller vorbehandelt und dann dreimal mit dunkelgrünem Acryllack gestrichen. Den gleichen dunkelgrünen Anstrich erhielt auch die Antennenschleife, um sie gegenüber umstehenden Bäumen zur Tarnung anzupassen.

Zur Abdichtung wurde um die untere Montageplatte des Drehkondensators ein allseitig geschlossener Rahmen von 25 mm Höhe aus 2 mm Plexiglas geklebt. Nur das Steuerkabel zum Schrittmotor wurde sorgfältig durch die Montageplatte geführt. Auf diesen Rahmen ist eine Schicht selbstklebendes Schaumgummiband von 6 mm Stärke geklebt. Vom gleichen Material wird auch ein Rahmen um die obere Montageplatte des Drekos gelegt, um dem Schutzkasten im oberen Teil Abstützung zu bieten. Als Be- und Entlüftung werden zwei 8 mm Öffnungen der Hohlrieten verwendet, mit denen Kontaktfedern des Drekos in der Montageplatte gehalten sind. Diese Öffnungen wurden mit feinmaschigem Material überklebt. Der Schutzkasten hat noch über die Ebene der Abdichtung hinausgehende Seitenteile, in denen Aussparungen für die Kupferrohre und für die Koppelschleife vorgesehen sind. Das Gehäuse wird über Antrieb und Dreko geschoben und schließt saugend mit den unteren Schaumstoffdichtungen ab. Es ist an den unten befindlichen Dreko-Montagestützen seitlich befestigt. Weder Schutzgehäuse noch der Antennenanstrich mit Acryllack haben irgend eine feststellbare Beeinflussung des Hochfrequenzverhaltens der Antenne bewirkt.

Die Endmontage

Da die Dachluke für den Durchmesser der Magnetic-loop zu klein war, mußte nach anderen Wegen zur Aufbringung der Antenne gesucht werden. Ein Einkaufswägelchen auf zwei Rollen ("Rentnerkarre") wurde über die Dachschrägen bis zum Schneefang bzw. zur Traufe am Seil abgelassen. Mit einer Leiter vom Balkon der eigenen Wohnung wurde die Antenne auf das Wägelchen gelegt, angebunden und dann über die Dachschrägen aufgezogen. Die Antenne ist unter Zwischenlegen von Gummi im Drehrohr der Mastanlage eingesteckt und mit einem Querbolzen gesichert. Ein Erdband verbindet den Antennen-Fußpunkt mit dem Mast.

Betriebsergebnisse

Nach Fertigstellung der Magnetic-loop wurden mehrere Versuche an verschiedenen Betriebsorten vorgenommen. Immer war die Antenne in Resonanz zu bringen, jedoch war der Rücklauf sehr unterschiedlich und stark von der unter der Antenne befindlichen Materie abhängig: Nasser Boden, trockener Boden, Autodach, Stahlbetondecke u.s.w. Das SWR lag dabei zwischen 1,2 und 3 !

Durch Änderungen in der Länge der Koppelschleife kann hier angepaßt werden, aber sinnvollerweise erst am endgültigen Standort. Wie schon zuvor berichtet, ist die Luftfeuchtigkeit ein Problem bezüglich der Hochspannungsüberschläge im Drehkondensator. Obwohl der Plattenabstand mit 4,5 mm als für dieses Produkt größtmöglich gewählt wurde, kam es ohne Wetterschutzgehäuse in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit bei Sendeleistungen von 100 Watt zu einzelnen Überschlägen. Die Leistung mußte dann auf 70 bis 50 Watt zurückgenommen werden. Die nunmehr am endgültigen Standort auf dem Dach montierte Antenne hat auf 80 und 40 Meter ein SWR von 2,0 bei trockenem Dach. Bei nassem Dach und Regen beträgt das SWR 1,5 bis 1,3. Der Abstand zur Dachfläche beträgt ca. 1,8 Meter. Das Wetterschutzgehäuse hat sich bewährt, Überschläge am Dreko traten nicht mehr auf. Eine gerade begonnene Testserie im 80 Meter-Band täglich um 15:00 Uhr mit einer Station in Norddeutschland zeigt dort ca. 1 bis 2 S-Stufen geringere Feldstärken als die Vergleichsaussendungen einer anderen Berliner Station mit einem Dipol als Antenne. Überzeugend sind auch die Empfangsergebnisse der Magnetic-loop. Gerade im 80 Meter-Band bringt die Schmalbandigkeit hörbare Vorteile bei dem QRM in den Abendstunden. Es soll hier aber nicht verschwiegen werden, daß ein übers Band drehen und mal hier oder dort Reinhören äußerst unbequem ist, da ohne dauerndes Nachstimmen der Antenne nichts läuft. Hier bietet eine für den

Empfang eingesetzte Behelfsantenne oder Aktivantenne im Zimmer oder auf dem Balkon Abhilfe.

Nachtrag 5/2000: Betriebsergebnisse nach 6 Monaten

Im Verlauf der fast täglichen QSO's mit einer Station in Norddeutschland war festzustellen, daß die mit der Loop erzielten Feldstärken immer 2 bis 3 S-Stufen geringer waren als die Feldstärken der mit einem Dipol sendenden Berliner Vergleichsstation. Damit bestätigte sich der Wirkungsgrad von nur 2-3% gegenüber Dipol im 80m-Band. Empfangsseitig war die Loop jedoch dem Dipol insoweit überlegen, daß QSB-Phasen aufgrund viel geringerer Störpegel immer noch verständliche Signale der Gegenstation erbrachten, wenn die Signale am Dipol nicht mehr Q5 waren.

Im Wechsel zur kühleren Jahreszeit ergab sich ein zunehmend besseres SWR an der Loop, wofür es anscheinend keine Erklärung gab. Bei einer visuellen Kontrolle der Antenne auf dem Dach im November zeigte sich, daß die aus Messingrohr gefertigte Koppelschleife verbogen und an drei Stellen des Umfangs angebrochen war. Eine Berührung der Schleife führte zur sofortigen Zerstörung. Das Messingrohr war in den wenigen Monaten total versprödet, und die Vorspannung des kreisrund gebogenen Rohres hatte es verformt - und damit zufällig elektrisch für die Ein- und Auskopplung optimiert. Mit einem etwas kürzeren Kupfering als Koppelschleife konnte das Optimum erhalten werden.

Da auch die Muffe zur Aufnahme des Haupthalterohres ein Messingprodukt ist, wurde zur Erhöhung der Sicherheit noch vor Wintereinbruch ein Nothalteseil zwischen Antenne und Mast angebracht.

Keine Probleme machte der elektrische Antrieb und die mechanische Funktion der Drekwereinstellung mit dem Schrittmotor.

Im Frühjahr, die Antenne war ca. 6 Monate in Wind und Wetter, traten beim Abstimmen Überschläge auf, die zunächst nur noch Leistungen bis etwa 20 Watt erlaubten und wenige Tage später keinen Sendebetrieb mehr zuließen! Eine Überprüfung auf dem Dach (Wetterschutzgehäuse entfernt) ließ keine Überschlagstelle erkennen. So blieb nur die komplette Demontage der Loop-Antenne. Als Ursache für die Überschläge stellte sich heraus, daß die isolierte Achsverlängerung der Drekwelle aus NOVOTEX Feuchtigkeit aufgenommen hatte und sich entlang dieser Achsverlängerung eine verbrannte Funkenstrecke gebildet hatte. Die Achsverlängerung wurde gegen eine Keramikachse ausgetauscht und der Fehler war behoben.

Da zwischenzeitlich die Genehmigung zur Anbringung einer 22 Meter langen 5-Band-Dipolantenne im Garten vorlag, wurde die magnetic-loop nicht wieder auf dem Dach montiert. Die Antenne wird noch für Portabelbetrieb und für Versuche eingesetzt.

Wer Nachfragen im Zusammenhang mit dem Aufbau der hier beschriebenen Magnetic-loop hat, kann mir eine [E-Mail schicken](#).

73 von Günther, DH7BZ

Zurück: [zur übergeordneten Seite](#) oder [zur Startseite](#)