

Störungsfreier Empfang (1)

Magnetantennen-Anlage gegen häusliche Störungen

Rainer Kamenz, DE3RKP

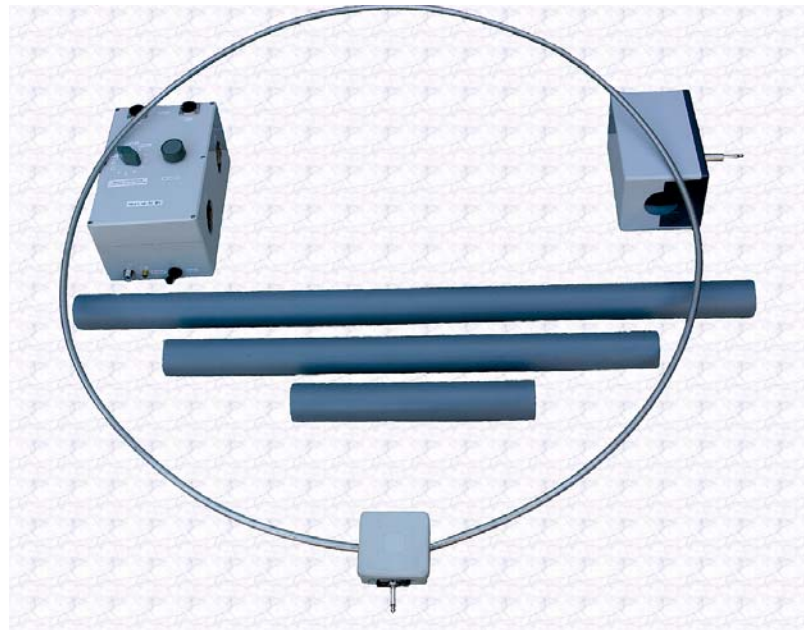
Unser modernes Wohnen mit der vielfältigen Elektronik im Haus führt zu mehr oder weniger starken Empfangs-Störungen auf den Lang-, Mittel- und Kurzwellenbändern. Will man dem entgehen, muss man entweder in die Natur fahren, oder man findet etwas Abseits der Wohnung einen störungsarmen Platz zum Aufstellen einer Antenne. Nach umfangreichen Versuchen entstanden eine Heim- und eine Portabelantennenanlage.

Um dem häuslichen Störmüll wenigstens einigermaßen zu entgehen, bot sich ein etwa 30 m entferntes Wirtschaftsgebäude an, in dem kaum noch Störungen aus dem Haus zu hören waren. Die darin aufzubauende Antennenanlage sollte folgende Bedingungen erfüllen:

1. Empfangsbereich entsprechend der vorhandenen Stationsempfänger 10 kHz bis 30 MHz
2. Besonderes Augenmerk auf einen guten Längswellenempfang ab etwa 10 kHz
3. Peilantennen zum MW-DX-Empfang (Ausblenden von Gleichkanalstörungen)
4. Möglichst kleiner Aufbau als Unterdach-Antennen.

Mit Magnetantennen lassen sich diese Bedingungen sehr gut erfüllen. Sie passen hervorragend unter das Satteldach und ermöglichen bis in den oberen Mittelwellenbereich (3 MHz) hinein recht gute Peilungen. In mehreren Versuchen sollte geklärt werden, ob:

1. Eine Ferrit- oder Rahmenantenne günstiger ist
2. Welchen Einfluss die Ferritkerngröße auf die Antennenspannung hat



3. Welchen Einfluss der Rahmendurchmesser auf Frequenz und Antennenspannung hat.

In dem folgenden Beitrag geht es hauptsächlich um die Ferritantenne. Wissenschaftliche Messungen sind allerdings nicht zu erwarten. Es basiert alles auf einfachen amateurmäßigen Versuchen.

Die Selektiv-Ferritpeilantenne

Eine Ferritantenne ist klein, sehr handlich und passt in jedes Urlaubsgepäck. Im Gegensatz zur größeren Rahmenan-

tenne ist zusätzlich zum korrekten Spulenaufbau auch auf geeignetes Ferritmaterial zu achten. Ferritantennen lassen sich bis über 10 MHz einsetzen, wozu aber drei verschiedene Ferrittypen mit unterschiedlichen Permeabilitäten erforderlich sind:

1. Für Längswellenempfang gibt es Ferrite mit hoher Permeabilität (1000–3000) bei einer oberen Frequenzgrenze von 200 bis 500 kHz
2. Für Lang- und Mittelwellenempfang kommen Ferrite mit mittlerer Permeabilität (300 bis 1000) im Frequenzbereich von 100–2000 kHz zum Einsatz
3. Nur für Kurzwellen geeignet gibt es Ferrite mit niedriger Permeabilität (80) bis etwa 10 MHz.

Zwar lassen sich die Frequenzgrenzen über- bzw. unterschreiten, allerdings kommt es dann zu Leistungsverlusten. Bei Überschreitung kann das Ferritmaterial der frequenzbedingten Ummagnetisierung immer schlechter folgen – die Induktionsspannung sinkt. Bei Unterschreitung reicht die Permeabilität für eine leistungsvolle Induktion nicht mehr aus – die Induktionsspannung sinkt ebenfalls. Am bekanntesten ist wohl die abgestimmte Magnetantenne.



Zur Person

Rainer Kamenz,
DE3RKP

Jahrgang 1955,
gelernter Kfz-Elektriker,
beruflich als
selbständiger Hand-

werksmeister tätig.

Besondere Interessen:

Empfangstechnik

Weitere Hobbys: Ortschronist

Anschrift:

Döllinger-Str.12

04928 Plessa

afa-autobatterien@web.de

Ob als Rahmen- oder Ferritantenne bildet die Spule mit dem Drehkondensator einen Schwingkreis, der hauptsächlich den eingestellten Sender empfängt, diesen selektiert und alle anderen dämpft. Dadurch ist sie für Empfänger mit geringem Großsignalverhalten besonders gut geeignet. Für den folgenden Test, der den Einfluss der Kerngröße auf die Signalspannung untersuchen soll (**Tabelle 1**), wurden fünf Ferritantennen aufgebaut bzw. beschafft und auf der Mittelwelle mit einem NRD-525G getestet (S-Werte einfach abgelesen). Die Elektronik besteht aus einer bewährten Schaltung aus [1] mit einem Rundfunk-Dreifachdrehkondensator und dem BF981 als Impedanzwandler/Verstärker.

1. Eine Ferritantenne aus einem alten Röhrenradio (Länge 20 cm, Durchmesser 1 cm) mit der originalen MW-Spule aus HF-Litze
2. Ein Leistungsferritstab LF115 (bis 2 MHz, Länge 11,5 cm, Durchmesser 1,5 cm) mit einer Spule von 20 Windungen aus 1,5 mm² Schaltdraht
3. Drei Leistungsferritstäbe LF115 aneinander gereiht mit einer Spule von 20 Windungen aus 1,5 mm² Schaltdraht. Antennenlänge: 34,5 cm
4. Mittelwellen-Leistungsferritmodul LFM/300-2150/24 von BAZ mit 24 Ferriten und einer Spule von 28 Windungen aus 1,5 mm² Schaltdraht [2]
5. Eine Leistungsferritantenne, aufgebaut aus 40 Stäbe (bis 2 MHz, 16 cm × 1 cm) je zehn Stäbe gebündelt und vier Pakete aneinander gereiht. Die Spule hat 20 Windungen aus Hochleistungs-HF-Litze 700 × 0,1 mm (mehrere Litzen verdreht). Antennenlänge: 64 cm
6. Als Vergleich eine Rahmenantenne mit einer Seitenlänge von 90 cm × 90 cm und 13 Windungen Kfz-Litze 1,5 mm².

Die Breitband-Ferritpeilantenne

Die abgestimmte Ferritantenne ist mehr für Festfrequenzempfang geeignet. Bei Suchempfang, besonders unter 3 MHz, kann das ständige Nachstimmen dann doch nerven. Lässt man den Drehkondensator weg, erhält man eine Breitband-Ferritantenne mit etwas anderen Verhältnissen. Im Gegensatz zum selektiven Betrieb ist die Signalspannung geringer und muss kräftig verstärkt werden. Außerdem ist die Impedanz der Antennenspule niederohmig, wodurch der BF981 durch einen

Tabelle 1

Frequenz	1 Stab	1 Stab LF115	3 Stäbe LF115	BAZ-Modul	40 Stäbe	Rahmen
549 kHz	9 + 7 dB	9 + 5 dB	9 +10 dB	9 +10 dB	9 +12 dB	9 +18 dB
756 kHz	9 + 5 dB	9 + 2 dB	9 + 7 dB	9 +10 dB	9 +10 dB	9 +18 dB
1044 kHz	9 +28 dB	9 +28 dB	9 +30 dB	9 +32 dB	9 +37 dB	9 +45 dB
Atm-Rauschen	-	2	-	-	4	-

Tabelle 1: Leistung verschiedener Antennen im Selektivbetrieb

entsprechenden Verstärker auszutauschen ist. Da die Antenne jetzt das gesamte Empfangsspektrum liefert, ist nicht nur ein großsignalfester Verstärker erforderlich, sondern man muss auch daran denken, dass der nachfolgende Empfänger unter Umständen genau so starke Signale erhält, wie sie auch große Antennen (Dipole, Langdrähte) liefern. Wenn er nicht besonders großsignalfest ist, wird es auch mit der Ferritantenne zu Störungen kommen. Die Situation entspricht dem einer Aktivantenne. Nur das eben nicht das elektrische, sondern das magnetische Feld empfangen wird und außerdem eine Peilung möglich ist.

Die Technik ist inzwischen soweit fortgeschritten, dass man sehr gute Verstärker preiswert zu kaufen bekommt. In den folgenden Versuchen wurden MMIC vom Typ MSA 1105 eingesetzt. Diese integrierten Verstärker erfordern eine minimale Beschaltung und lassen sich dadurch ganz einfach aufbauen. Sie sind mit einem IP3 von +30 dBm sehr großsignalfest, das Rauschen liegt mit 3,6 dB weit unter dem atmosphärischem Rauschen und obwohl für höhere Frequenzen bis in den GHz-Bereich konzipiert, arbeiten sie sogar auf Längstwelle noch sehr gut. Der Ein- und Ausgangswiderstand liegt bei 50 Ω, sodass einfach zwei Verstärker in Reihe geschaltet wurden. Die Verstärkung beträgt etwa 24 dB und ist schon zu viel, wie später gezeigt wird.

Weil das Antennensignal der unabgestimmten Ferritantenne sehr gering ist, liegt der Gedanke nahe, dieses besonders durch Vergrößern des Ferritkerns zu erhöhen. Für den folgenden Versuch wurden die gleichen Ferritantennen

eingesetzt, wie sie oben schon in abgestimmter Version Verwendung fanden. Empfänger war wieder der NRD-525G, Werte am S-Meter abgelesen (**Tabelle 2**):

1. Eine Ferritantenne aus einem alten Röhrenradio (Länge 20 cm, Durchmesser 1 cm) mit der originalen MW-Spule aus HF-Litze
2. Ein Leistungsferritstab LF115 (bis 2 MHz, Länge 11,5 cm, Durchmesser 1,5 cm) mit einer Spule von 20 Windungen aus 1,5 mm² Schaltdraht
3. Zwei Leistungsferritstäbe LF115 aneinandergereiht (Länge 11,5 cm, Durchmesser 1,5 cm) mit einer Spule von 20 Windungen aus 1,5 mm² Schaltdraht. Antennenlänge 23 cm
4. Drei Leistungsferritstäbe LF115 aneinander gereiht mit einer Spule von 20 Windungen aus 1,5 mm² Schaltdraht, Antennenlänge: 34,5 cm
5. Mittelwellen-Leistungsferritmodul LFM/300-2150/24 von BAZ mit 24 Ferriten und einer Spule von 28 Windungen aus 1,5 mm² Schaltdraht
6. Eine Leistungsferritantenne, aufgebaut aus 40 Stäben (bis 2 MHz, 16 cm × 1 cm) je 10 Stäbe gebündelt und die vier Pakete aneinandergereiht. Die Spule hat 20 Windungen aus Hochleistungs-HF-Litze 700 × 0,1 mm, Antennenlänge 64 cm.

Gebündelte Stäbe?

Die Frage, ob man die Stäbe lieber bündeln oder aneinanderreihen sollte, was effektiver ist, klärt ein weiterer Versuch (**Tabelle 3**). Eingesetzt wurden LF115-Stäbe.

Als nächstes wird die Kerngröße weiter erhöht, um die Wirkung auf Längstwelle zu untersuchen. Zur Verfügung stan-

Tabelle 2

Frequenz	Rundfunkst.	1 LF-Stab	2 LF-Stäbe	3 LF-Stäbe	BAZ-Modul	40 Stäbe
23,4 kHz	3	3	3,5	4	5	7
77,5 kHz	7	6,5	8	8,5	9 +5 dB	9 +10 dB
153 kHz	9 +5 dB	9 +5 dB	9 +10 dB	9 +12 dB	9 +20 dB	9 +20 dB
549 kHz	8	7,5	9	9 +5 dB	9 +5 dB	9 +10 dB
990 kHz	9 +5 dB	9 +5 dB	9 +5 dB	9 +5 dB	9 +5 dB	9 +5 dB
1044 kHz	9 +22 dB	9 +22 dB	9 +22 dB	9 +22 dB	9 +22 dB	9 +25 dB

Tabelle 2: Leistung verschiedener Antennen im Breitbandbetrieb

Tabelle 3

Frequenz	2 Stäbe aneinandergereiht	5 Stäbe aneinandergereiht	3 Stäbe gebündelt und 4 Bündel aneinandergereiht	10 Stäbe gebündelt
23,4 kHz	1	3,5	2	2,5
77,5 kHz	7,5	9	8,5	8
153 kHz	9 +10 dB	9 +17 dB	9 +15 dB	9 +10 dB
1044 kHz	9 +22 dB	9 +28 dB	9 +28 dB	9 +10 dB

Tabelle 3: Einfluss von Kernlänge und Kerndurchmesser auf die Antennenspannung

den 60 I-Kerne aus Leistungsübertragern in den Abmessungen 10,3 cm × 2,5 cm × 2,5 cm, Material 3C85 bis etwa 300 kHz. Zuerst wurden zehn Kerne aneinandergereiht und anschließend sechs Reihen gebündelt. Die Spule hatte 80 Windungen aus Klingeldraht, Testfrequenz ist der Sender DHO 38 auf 23,4 kHz (**Tabelle 4**).

Die Versuche zeigen, dass eine Verlängerung des Ferritkörpers mehr bringt, als eine Bündelung. Je tiefer die Frequenz, umso effektiver wirkt sich eine Kernverlängerung aus. Bis zu fünf aneinandergereihte LF115-Stäbe (57,5 cm Länge) brachten auf Lang- und Mittelwelle eine brauchbare Signalhöhung, darüber hinaus fällt das Ergebnis dann eher bescheiden aus.

Eine weitere Frage ist die Anpassung der Spule an den Verstärker. Das kann man nach der Formel

$$R_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L [3]$$

errechnen, oder man ermittelt experimentell die Windungszahl an Hand der maximalen Signalspannung. Wie sich unterschiedliche Windungszahlen auswirken, zeigt (**Tabelle 5**). Als Ferritkern wurden zwei Stück LF115-Stäbe aneinandergereiht.

Ziemlich massiv

Nachdem nun etliche Erfahrungen gesammelt wurden und reichlich Ferritmaterial zur Verfügung stand, erfolgte der Aufbau mehrerer, zuerst einzelner

Ferritantennen, die dann in ein Gesamtsystem mündeten.

Ausnahme: VLF-/LF-Riesenferritantenne

Für den Längst- und Langwellenbereich wurden 70 I-Kerne zu einem großen Kern zusammengeklebt. In Stabform umgerechnet ergibt das eine Länge von 1 m und 8 cm Durchmesser bei einem Gewicht von 35 kg! Der Kern wurde in 160 mm Abwasserrohr mit Epoxydharzkleber und Füllstoffen eingeklebt. Die aus Leistungsübertragern stammenden I-Kerne sind allerdings nur für Frequenzen bis maximal 500 kHz geeignet, womit der Frequenzbereich schon fest liegt. Dieser musste jedoch für einen optimalen Betrieb geteilt werden. Für den gewählten Breitbandbetrieb wurden im Bereich I 10 bis 100 kHz und für den Bereich II 100 bis 500 kHz festgelegt. Die Elektronik für Bereich I besteht aus zwei kaskadierten MMIC vom Typ MSA 1105. Die Windungszahl der Spule wurde durch Ausprobieren (Trafoprinzip) folgendermaßen ermittelt: Über eine Hilfsspule (primär) von ein bis zwei Windungen wurde ein 13-kHz-Signal vom Messsender auf den Antennenstab eingespeist. Die spätere Antennen-Spule (sekundär) mit etwa 100 Windungen aufgebaut, wurde in 5-er-Schritten soweit abgewickelt, bis das Signal gerade anfang schwächer zu werden. Damit war der optimale untere

Empfangsbereich erreicht (60 Windungen Klingeldraht), womit man recht gut den Frequenzumfang von etwa 10 bis 100 kHz überstreicht. Natürlich ist auch oberhalb 100 kHz Empfang möglich, aber auf Grund der Fehlanpassung der Spule verschlechtert sich der Signal-/Rausch-Abstand immer weiter. Und die hier zu hohe Verstärkung der beiden MMICs hebt den Antennenrauschpegel zusätzlich noch beträchtlich an. Deshalb wurde für den Bereich II 100 bis 500 kHz ein zweites System aufgebaut. Ein MSA 1105 ist dafür völlig ausreichend. Die Anpassung der Spule erfolgte analog zur Längstwelle. Diesmal diente ein Langwellen-Rundfunksender als Messsignal (z.B. 270 kHz) und ergab 12 Windungen (Schaltdraht 1,5 mm²).

Die Ferritantenne wurde mit der gesamten Elektronik in ein Gehäuse aus 1 mm Aluminiumblech eingebaut, das gleichzeitig als Abschirmung dient. DHO 38 auf 23,4 kHz wurde mit einer noch nie erreichten Signalstärke von S9 +15 dB empfangen. Auch die russischen Alpha-Signale auf 11,905 kHz, 12,649 kHz und 14,881 kHz, sowie SAQ 17,2 kHz konnten gut aufgenommen werden. Diese Riesenferritantenne erreicht auf Längstwelle eine sehr gute Leistung, während sich auf Langwelle der Aufwand natürlich nicht mehr recht lohnt.

Längstwellen-/Langwellen-Leistungsferritantenne

Da sich große Ferritstäbe schlecht beschaffen lassen, oder sehr teuer sind, wurde auf geeignetes Ferritmaterial aus laufender Produktion zurückgegriffen. So fertigt die Firma TRIDELTA GmbH in Hermsdorf u.a. E/I-Kerne für Leistungsübertrager aus Ferrit. Die I-Kerne eignen sich sehr gut zum Aufbau eines größeren Ferritkerns, weil sie sich einfach aneinanderreihen lassen. Für die folgende Antenne wurde der Typ I 93/28/30 eingesetzt [4]. Er hat die Abmessung 93 mm × 28 mm × 30 mm und besteht aus Manifer 102, das bis 500 kHz geeignet ist. Die Permeabilität beträgt 2000.

Zuerst wurde der Bedarf an Kernen ermittelt (**Tabelle 6**). Dazu erfolgte der Aufbau der Elektronik aus zwei MSA 1105 und zweier Spulen mit 110 bzw. 10 Windungen.

Für den Aufbau des Ferritkörpers benötigt man ein 50-mm-Abwasserrohr aus der Sanitärtechnik, Metallkleber

Tabelle 5

Frequenz	50 Windungen	40 Windungen	30 Windungen	20 Windungen	10 Windungen
23,4 kHz	7	6	5	3	2
77,5 kHz	9 +5 dB	9	8,5	7,5	6,5
153 kHz	9 +17 dB	9 +15 dB	9 +12 dB	9 +10 dB	9 + 5 dB
1044 kHz	9 +17 dB	9 +17 dB	9 +17 dB	9 +20 dB	9 +22 dB

Tabelle 5: Einfluss der Windungszahlen für eine korrekte Anpassung an den Verstärker

Tabelle 4

	3 Kerne	4 Kerne	5 Kerne	6 Kerne	7 Kerne	8 Kerne	9 Kerne	10 Kerne
1 Reihe	3,5	4,5	5,5	6	6,5	6,8	7	7,2
2 Reihen	-	-	-	-	-	-	-	7,8
4 Reihen	-	-	-	-	-	-	-	8
6 Reihen	-	-	-	-	-	-	-	8

Tabelle 4: Einfluss der Kerngröße auf die Antennenspannung im Längstwellenbereich (DHO 38 23,4 kHz)

und etwa 1,5 kg Epoxydharzkleber. Man stapelt je fünf I-Kerne übereinander und verklebt die Stoßstellen seitlich mit Metallkleber. Das Stapeln garantiert flächenschlüssige Verbindungen der einzelnen Kerne untereinander und vermeidet Luftspalte. Ist der Metallkleber fest, werden die beiden Stapel nochmals übereinander gestellt und verklebt. Den nun 93 cm hohen Stab stellt man vorsichtig auf ein Stück Pappe und stülpt das Abwasserrohr darüber. Nun wird in zwei Arbeitsgängen das Rohr mit Epoxydharzkleber ausgegossen. Zuerst nur ein paar Zentimeter, damit sich unten ein dichter Abschluss bildet. Dann, nach dem Härten, folgt der komplette Verguss. Dadurch vermeidet man, dass das Harz unten auslaufen kann. Soll das Epoxydharz in einem Arbeitsgang gegossen werden, muss das Rohr nach unten gedrückt und beschwert werden, damit das untere Rohrende sicher abgedichtet wird. Nach dem Aushärten erfolgt noch eine Feinbearbeitung der Rohrenden. Jetzt steht ein großer und leistungsfähiger Ferritstab mit 93 cm Länge und ei-

nem Gewicht von 4,5 kg zur Verfügung, den man nach eigenen Bedürfnissen beschalten kann. Bei selektivem Betrieb sollte man nur eine Spule auf dem Ferritstab anbringen, andernfalls kommt es zur Beeinflussung der Spulen untereinander. Wechselspulen wären als Alternative sinnvoll. Mit etwa 700 Windungen Klingeldraht, die auf eine aus Wellpappe gefertigte Hülse gewickelt wurden und einem Dreifachdrehkondensator ($3 \times 500 \text{ pF}$) erreicht man den Längstwellenbereich von ca. 9 bis 35 kHz. Bei 65 Windungen ergibt sich ein Frequenzbereich von 100 bis 500 kHz.

Für diese Antenne wurde allerdings der Breitbandbetrieb bevorzugt. Auf Längstwellen arbeiten zwei MSA 1105. Beim Aufbau der Spule sollte man die Regel Spulenabstand zum Ferritkern etwa $1/3$ seines Durchmessers beachten. Das bringt rund 6 dB mehr Gewinn. Dazu wird für die erforderliche Spulenbreite auf der Mitte des Antennenkörpers ein Abstandshalter aufgebracht, z.B. 10 mm Vollgummimaterial spiralförmig aufgewickelt oder Wellpappe.

Tabelle 6

Anzahl I-Kerne	23,4 kHz 110 Wdg.	207 kHz 10 Wdg.
1	7	8,5
2	8	9 + 2 dB
3	9	9 + 5 dB
4	9 + 2 dB	9 + 7 dB
5	9 + 5 dB	9 + 12 dB
6	9 + 7 dB	9 + 15 dB
7	9 + 7 dB	9 + 18 dB
8	9 + 8 dB	9 + 18 dB
9	9 + 8 dB	9 + 20 dB
10	9 + 10 dB	9 + 20 dB

Tabelle 6:
Einfluss der Kerngröße auf Längst- und Langwelle

Darüber schiebt man dann ein Stück 75 mm Abwasserrohr und verklebt es. Auf dieses wird schließlich die Spule gewickelt. Die Ermittlung der Windungszahl erfolgt analog der Rieseneritantenne durch Probewickeln.

Für diese Antenne sind das 65 Windungen CuL 0,2 mm, womit man recht gut einen Frequenzumfang von etwa 10 bis 100 kHz erreicht. Für den Bereich 100 bis 500 kHz ergaben sich 21 Windungen aus Klingeldraht. Auch die Elektronik ist identisch der obigen Antenne aufgebaut.

(wird fortgesetzt)

CQDL



Störungsfreier Empfang (2)

Ferrit-Antenne für die Mittelwelle

Rainer Kamenz, DE3RKP

Neben dem Langwellen- ist auch der Mittelwellenbereich für SWLs interessant. Im Vergleich zu Drahtantennen bieten Ferritstäbe in Form einer Aktivantenne größere Empfangsleistung. Entsprechende Aufbauten mit empirischen Praxistests sind Gegenstand des zweiten Teils.



Bild 1:
Das Antennenabstimmgerät bestückt mit dem MW- und KW-Kern

Den Autor erreichen Sie unter:
Rainer Kamenz,
DE3RKA
Döllinger Str. 12
04928 Plessa
afa-autobatterien@web.de

Für die Mittelwelle (300 bis 2000 kHz) standen 40 Rundfunk-Ferritstäbe (160 mm × 10 mm) zur Verfügung.

Mittelwellen-Leistungsferritantenne

Der Aufbau des Ferritkörpers erfolgte analog der vorigen Antennen: In einer Holzform wurden zuerst drei Reihen vierfach aneinander gefügter Stäbe gelegt, mit Epoxydharz bestrichen und die nächste Schicht aufgelegt, wieder mit Epoxydharz eingestrichen usw. Das ergibt drei Schichten plus einer Einzelreihe. Nach dem Aushärten wurde das Ganze in 50 mm Abwasserrohr gestellt und mit Epoxydharz ausgegossen. Jetzt steht ein kompakter Leistungsferritstab mit einer Länge von 64 cm zur Verfügung. Der Spulenkörper besteht aus einem Stück 75 mm Abflussrohr, das mittels Abstandhalter (10 mm Gummi-seil spiralförmig aufgewickelt) auf das Antennenrohr geschoben wurde. Dadurch ergibt sich der notwendige Spulenabstand zum Ferritkern.

Diese Antenne sollte auch für Portabelbetrieb eingesetzt werden und so stellte sich zuerst die Frage, ob sie auch auf Längswelle zufrieden stellend arbeiten würde. Denn dann könnte man auf die zusätzliche Mitnahme der obigen Längswellen-/Langwellen-Leistungsferritantenne aus Platzgründen verzichten. Zwar ist das Ferritmaterial für diese niedrigen Frequenzen nicht optimal geeignet, dafür hat es aber ein großes Volumen.

Zuerst wurde in bekannter Weise die Spulengröße auf 13 kHz mit 80 Windungen ermittelt. Das sind auf Grund der niedrigeren Permeabilität knapp 20 Windungen mehr als bei den vorigen Antennen. Auf 300 kHz mit 21 Windungen herrschen dagegen gleiche Verhältnisse. Um eine bessere Vergleichsmöglichkeit zu erhalten und für die Mittelwelle die notwendige Windungszahl zu ermitteln, wurde eine in 12 Stufen umschaltbare Spule gebaut. Die Anzapfungen lagen bei 4/7/10/14/18/22/30/40/50/60/70/80 Windungen. Der Aufbau erfolgte als Wech-

selspule, um beide Ferritkerne ausprobieren zu können. Dabei stellte sich heraus, dass die aus I-Kernen aufgebaute Antenne durchweg 6 bis 8 dB mehr Gewinn brachte. Trotzdem war das schwache russische Alpha-Signal auf 14,881 kHz mit den Rundfunkferriten noch hörbar. Für die Mittelwelle waren 7 bis 14 Windungen optimal (sieben bis zehn Windungen auf den höheren Frequenzen).

Die fertige Ferritantennenanlage

Nach den Ferritantennen wurden auch noch diverse Rahmenantennen untersucht. Dabei konnte die bekannte Tatsache, dass Rahmenantennen leistungsfähiger als Ferritantennen sind, bestätigt werden. Folglich wurden im Wirtschaftsgebäude zwei Rahmenantennen und die gewichtige Riesenferritantenne aufgebaut. Die beiden anderen Leistungsferritantennen wurden wieder zerlegt und für ein portables Antennensystem konzipiert. Weil in dem Fall damit zu rechnen war, dass sie auch an kleine Empfänger mit entsprechend schlechterem Großsignalverhalten zum Einsatz kommen, sollte neben dem Breitbandbetrieb auch Selektivempfang möglich sein. Das bedeutete allerdings zwei Spulen auf einen Kern mit dem Nachteil der gegenseitigen Beeinflussung.

Während die abstimmbare Spule keinen negativen Einfluss auf die Breitbandspule hatte, war das umgekehrt jedoch der Fall. Also musste ein anderer Weg gefunden werden, um beide Systeme zufrieden stellend betreiben zu können. Dabei entstand das vielseitige Gerät in **(Bild 1)**.

In einem Industriegehäuse wurden zwei Spulen so eingebaut, dass sich hier die obigen Lang- und Mittelwellenkerne jeweils wechselseitig einschieben lassen. Als Spulenträger diente 75 mm Abwasserrohr, das zu den 50 mm starken Ferritkernen für einen entsprechenden Abstand sorgt. Ein Dreifach-

Drehkondensator, ein Mehrebenen-Stufenschalter und die Elektronik für die beiden Systeme fanden ebenfalls Platz in dem Gehäuse. Die eine Spule erhielt 27 Windungen aus HF-Litze (60 × 0,1) für einen Selektivbetrieb von 270 bis 1800 kHz. Erreicht wird der große Frequenzumfang durch Zu- bzw. Abschalten von zwei Plattenpaketen des Dreifach-Drehkondensators. Die zweite Spule hat 120 Windungen (Klingeldraht) mit Anzapfungen bei 8/12/16/20/24/30/40/50/70/90 Windungen für den Breitbandbetrieb von unter 10 kHz bis etwa 3 MHz. Die Elektronik besteht aus den Verstärkern mit BF981 für den Selektivbetrieb und 2 × MSA 1105 für den Breitbandbetrieb (**Bild 2 und 3**). Mit dem Stufenschalter werden verschiedene Schaltzustände realisiert, u.a. auch der Anschluss von Außenantennen über zwei Klinkenbuchsen. Dazu entstand noch eine Kurzwellenferritantenne aus PA-Kernen (0,5 bis 8 MHz). Je zehn Kerne wurden aneinandergereiht und vier Reihen parallel ebenfalls in 50 mm Abwasserrohr mit Epoxydharz eingegossen. Auf 75 mm Abwasserrohr wurden 5 Windungen 1,5 mm² Schmelzdraht gewickelt. Das Ganze wurde in ein Industriegehäuse eingebaut und über eine Klinkensteckerverbindung an das Basisgerät angeschlossen. Auch hier lässt sich der Ferritkern auswechseln, um z.B. im Basisgerät zu arbeiten. Dieses Kurzwellenmodul ist nun in zwei Stufen (Drehko 1500 pF/500 pF) von 1500 bis 8500 kHz abstimmbar. Entfernt man den Ferritkern, kann mit der Luftspule von 2300 bis 13 000 kHz abgestimmt werden.

Schließlich wurde noch ein Rahmen gebaut. Er besteht aus 10 mm Alu-Rohr und hat einen Durchmesser von 90 cm. Von einer dem Umfang entsprechenden Länge zugeschnittenes Stück Koaxialkabel wurden der Außenmantel und die Abschirmung entfernt. Der übrig gebliebene Innenleiter mit seiner dicken Isolierung wurde in das Rohr eingefädelt. Das reduziert die Eigenkapazität der Antenne, denn das Alurohr wird als Abschirmung einseitig geerdet.

Viele Betriebsarten möglich

Nunmehr steht ein vielseitiges Antennensystem zur Verfügung (**Bild 4**), das folgende Betriebsarten gestattet:

1. Breitbandbetrieb mit interner Spule und Anpassung über den Stufenschalter.

Ist der LW-Ferritstab eingeschoben, geht der Empfangsbereich von unter 10 kHz bis 600 kHz. Dabei wird besonders die Längswelle hervorgehoben. Benutzt man den MW-Ferritstab, ist von etwa 10 bis 2000 kHz Empfang möglich. Selbst mit dem KW-Ferritstab sind die starken Längswellensender noch hörbar. Empfang ist hauptsächlich

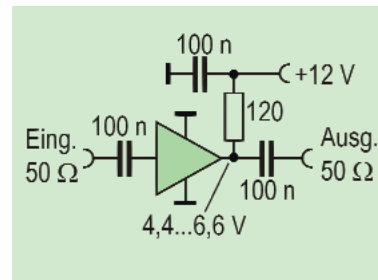


Bild 2:
Standardschaltung
mit MSA 1105

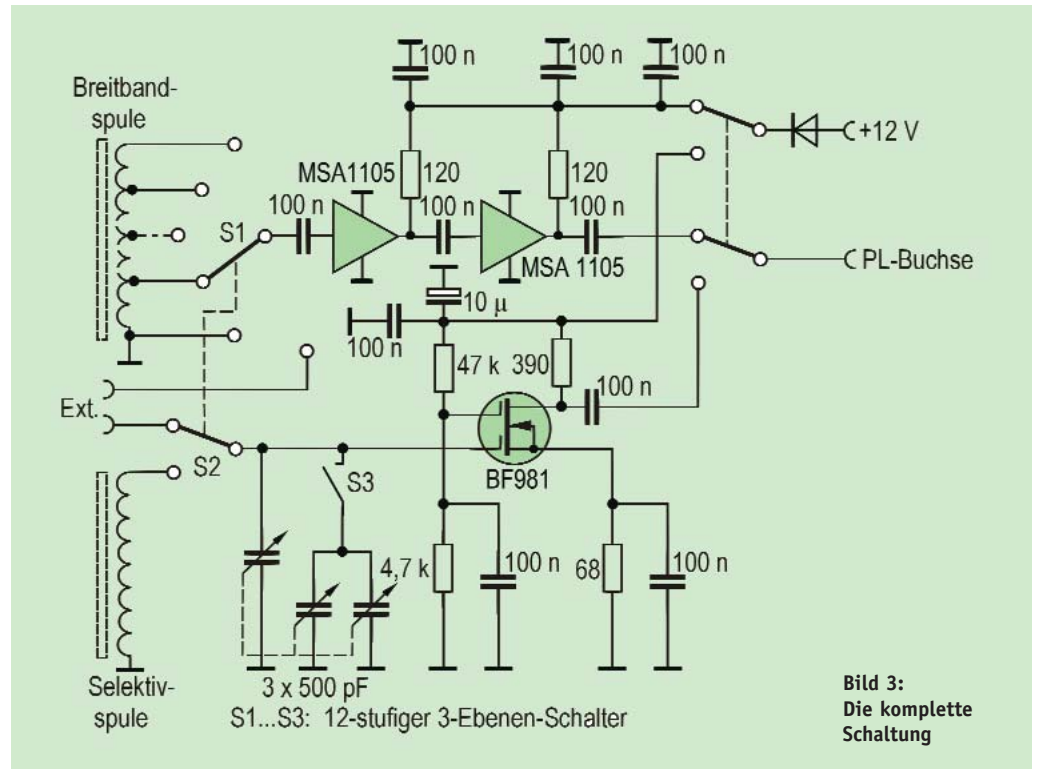


Bild 3:
Die komplette
Schaltung

von LW/MW bis in den KW-Bereich hinein möglich. Über den externen Antenneneingang sind diverse Ferrit- und Rahmenantennen anschließbar, so auch

der 90-cm-Rahmen, der den Empfang von 30 bis 30 000 kHz gestattet.
2. Selektivbetrieb mit interner Spule. Dieser ist hauptsächlich für den Mittel-

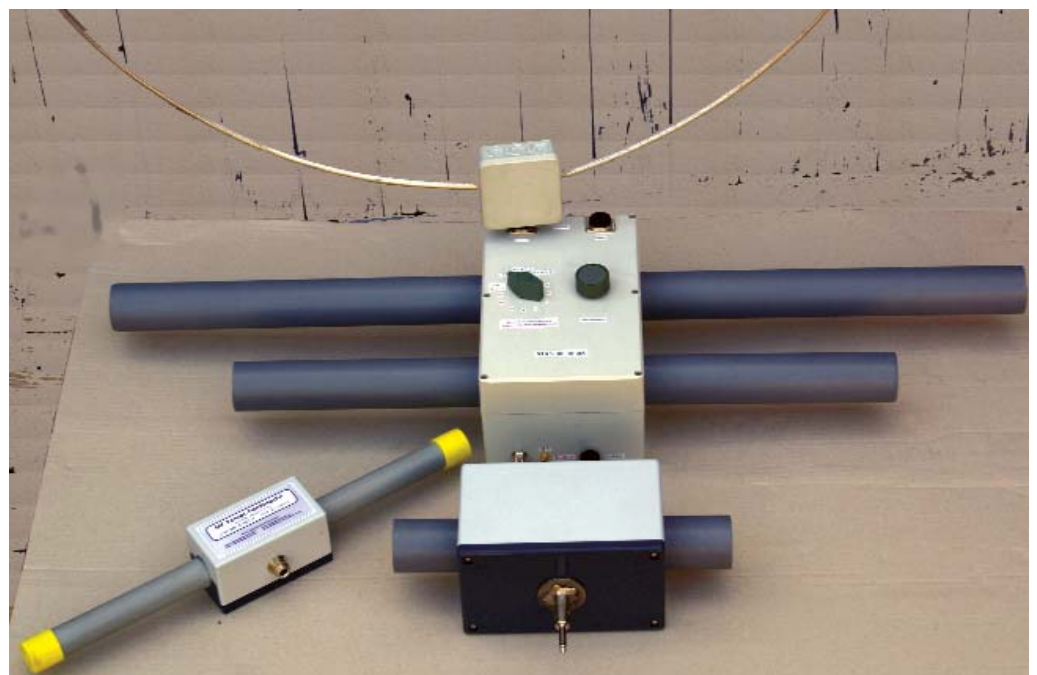


Bild 4: Das gesamte Antennensystem im Vergleich zu einem MW-Ferritmodul von BAZ

wellen-Rundfunk gedacht, wobei mit dem MW-Ferritstab von 270 bis 1800 kHz abgestimmt werden kann. Mit dem LW-Ferritstab lässt sich die Antenne hinunter bis 210 kHz abstimmen. Eine Frequenzerweiterung noch tiefer, mit zuschaltbaren Parallelkapazitäten, wurde nicht realisiert. Das führt zu einer Einengung der Bandbreite, weil die Güte des Antennenkreises immer

um drei bis vier S-Stufen verringerter Leistung. Der Bereich verschiebt sich jetzt noch höher und zwar auf 580 bis 3900 kHz. Eine Peilung ist bedingt möglich.

Über den externen Antenneneingang sind auch hier diverse Ferrit- oder Rahmenantennen anschließbar. So bringt der 90 cm-Rahmen einen Empfangsbereich von 2100 bis 11 000 kHz.

satz zu UKW, nicht auf hohe Antennengewinne ankommt.

Im Einzelnen: Der LW-Stab ist besonders für Längswelle empfehlenswert. Auf Lang- und Mittelwelle kommt man mit kleineren Ferriten auch gut hin. Eine Stablänge von 30 bis 40 cm sollte es aber sein. Unter 500 kHz, zumindest unter 100 kHz ist der Breitbandbetrieb günstiger. Auf Kurzwelle dagegen versagt er völlig. Das Signal ist so schwach, dass hier der Selektivbetrieb vorzuziehen ist. Zumal man ja nicht so oft nachstimmen muss. Auf Mittelwelle sind beide Betriebsarten möglich, wobei großsignalschlechte Empfänger allerdings Probleme machen werden. Die Riesenferritantenne bringt natürlich auf Längswelle die größte Leistung. Der Abfall auf Langwelle (z.B. 77,5 kHz) entsteht durch die Fehlanpassung der Spule, da diese ja auf 13 kHz optimiert wurde (Tabelle 7). Eine Spule mit Anzapfungen wäre auch für diese Antenne von Vorteil. Für Längswelle sind zwei Verstärker MSA 1105 notwendig. Auf den anderen Bereichen reicht ein Verstärker aus.

Grundsätzlich ist mit allen Ferritantennengrößen, ob ein Stab, oder vergrößert mit gebündelten Stäben in über 90 % der Fälle Empfang möglich. Der Unterschied besteht nur darin, dass sich das Signal-/Rausch-Verhältnis mit größer werdender Antenne immer weiter bessert. Und das besonders bei den schwächeren Sendern.

Wem diese ganzen Basteleien nicht liegen, kann solche Modulsysteme von zwei professionellen Herstellern käuflich erwerben. Die Firmen Grahn [5] und BAZ [2] bieten Ferrit- und Rahmenantennen mit den entsprechenden Basisverstärkern zu vernünftigen Preisen an. Die Kaufentscheidung für den einen oder anderen mag anfänglich schwer fallen. Die Firma Grahn z.B. bietet Ferrit- und Rahmenmodule, wobei die Ferritantenne in der einfachen Standardausführung zu haben ist. Völlig ausreichend für Europaempfang. Das Rahmenmodul ML 2 bringt dann besonders auf höheren Frequenzen mehr Empfangsleistung. Das besondere an der Basisstation ist die Möglichkeit über einen eingebauten Konverter Längst- und Langwelle zu empfangen. Damit lassen sich auch Empfänger der unteren und mittleren Preisklasse betreiben, die von Haus aus keinen Längswellenempfang zulassen. Einziger Nachteil: die Basisstation ist nur in

Tabelle 7

Frequenz kHz	LW Stab	MW Stab	KW Stab	Ring 90 cm	ohne Kern	Riesenferrit Längswelle	Riesenferrit Langwelle	20 m Draht
23,4	9 +10	9 +5	9	5	-	9 +18	5,5	1,5
61	9 +22	9 +18	9 +12	9	-	9 +25	7	8,5
77,5	9 +20	9 +15	9 +12	8	-	9 +22	8	5,5
153	9 +30	9 +25	9 +20	9 +10	-	9 +22	9 +10	9 +7
313	9 +25	9 +12	9 +7	9	-	9 +5	8	9
549	9 +10	9 +10	9 +15	9 +5	5	-	9	9 +5
1431	9 +20	9 +25	9 +22	9 +22	9 +18	-	9	9 +30

Antennenvergleich im Breitbandbetrieb

Tabelle 8

Frequenz kHz	LW Stab	MW Stab	KW Stab	ohne Kern	20 m Draht
313	9 +20	9 +12	-	-	9
549	9 +15	9 +15	9 +7	-	9 +5
1431	9 +25	9 +35	9 +30	9 +18	9 +30

Antennenvergleich im Selektivbetrieb

besser wird. Bei Einsatz des KW-Ferritstabes verschiebt sich der Frequenzbereich etwas nach oben: 330 bis 2250 kHz. Auch ohne Kern ist mit der Luftspule Empfang möglich, allerdings

Praktische Erfahrungen mit der Antennenanlage

Abschließend wurden alle Antennen untereinander in den unteren Frequenzbereichen getestet (Tabelle 7 und 8). Auf Kurzwelle ist das wegen Fading schlecht möglich. Als Vergleichsantenne diente ein unabgestimmter 20 m langer Draht. Wie man sieht, bringen große Ferrite eine höhere Empfangsleistung. Als spektakulär kann man das aber nicht bezeichnen, weil es auf den unteren Bereichen, im Gegen-



Bild 5:
Das MW-Ferritmodul von BAZ am eigenen Antennenabstimmgerät im Breitbandbetrieb (Tabelle 9)

englischer Version lieferbar. Die Firma BAZ liefert nur Ferritmodule, diese jedoch durch einen größeren Ferritkörper leistungsgesteigert. Außerdem lässt sich eine größere selbstgebaute Einwindungs-Rahmenantenne an einigen Modulen anschließen (Schleife, Schleifenkoppler). Diese Rahmenantenne mit einem möglichst großen Durchmesser von 4 bis 8 m arbeitet dann als Breitbandantenne und die Ferritantenne quasi als Preselektor. Beeindruckend bei solchen großen Rahmen (Schleifen) ist die Empfangsruhe, weil der Signal-/Rausch-Abstand sich bedeutend bessert.

Die BAZ-Basisstation enthält keinen Konverter, ist aber in deutscher Ausführung erhältlich. Da diese beiden Systeme von Grahn und BAZ auf ein und demselben Prinzip beruhen, kann man hier sehr gut untereinander austauschen oder eigene Antennenexperimente einfließen lassen. Hat man sich z.B. für das BAZ-System entschieden, lässt sich problemlos eine selbst aufgebaute Rahmenantenne (Ein- oder Mehrwindungsrahmen), oder auch das ML 2 von Grahn anschließen. Besitzer der Grahn-Antenne können auch die Leistungsmodule von BAZ betreiben. Einziges Problem in allen Fällen: Man muss sich einen Adapter bauen, was für den versierten Bastler kein Problem darstellen sollte.

Baut man sich eine eigene Basisstation für Breitbandbetrieb (mit MSA 1105), kann man das Mittelwellenmodul von BAZ im Breitbandbetrieb für Lang- und Mittelwelle nutzen (**Bild 5**). **Tabelle 9**



Tabelle 9

Frequenz	BAZ-Ferritkern	BAZ-Modul mit Spule	LW-Stab	MW-Stab
23,4 kHz	9	6	9 +8 dB	-
77,5 kHz	9 +10 dB	9 +2 dB	9 +18 dB	-
153 kHz	9 +20 dB	9 +15 dB	9 +30 dB	-
313 kHz	9 +8 dB	9 +8 dB	9 +22 dB	-
549 kHz	9 +12 dB	9 +5 dB	9 +10 dB	9 +12 dB
1431 kHz	9 +25 dB	9 +20 dB	-	9 +25 dB

Das MW-Modul von BAZ im Vergleich zu den eigenen Ferritstäben im Breitbandbetrieb



Bild 6: Nur der Ferritkern des BAZ-Moduls am eigenen Antennenabstimmgerät im Breitbandbetrieb (**Tabelle 9**)



Bild 7: Der KW-, MW- und Längswellenferritstab (von unten nach oben) im Vergleich zum MW-Ferritmodul von BAZ.

zeigt dazu die Messergebnisse. Noch besser: Eine Wechselspule mit Anzapfungen und Stufenschalter auf ein BAZ-Modul aufgeschoben, ergibt Breitbandempfang über einen großen Frequenzbereich (**Bild 6**).

Wird das Modul in Selektivbetrieb genutzt, muss die Breitbandspule entfernt werden, um Kopplungen zu vermeiden. Wie man sieht, bietet sich hier ein weites Betätigungsfeld bei entsprechender Experimentierfreudigkeit des Anwenders.

Insgesamt sind beide Systeme eine gelungene Sache und stellen eine wesentliche Bereicherung für den Hörer dar. Der Preis mag anfangs hoch erscheinen, wer aber schon mal solche Systeme

nachgebaut hat, wird schnell eines Besseren belehrt. Weitere Infos sind auf [6] zu finden.



Literatur und Bezugsquellen

- [1] Hans Nussbaum, DJ1UGA: „Aktivantennen“, Verlag für Technik und Handwerk 2003, S. 40
- [2] www.spezialantennen.eu/ferritantennen/ferritantennenklinik/index.php
- [3] www.elexs.de/drm15.htm
- [4] www.tridelta.de, Suchbegriff: Segmente.Profile/ I-Kerne
- [5] www.grahn-spezialantennen.de
- [6] www.gross-mehssow.de/DE3RKP.htm

Bild 8: Das Antennenabstimmgerät