

# Verstärker für kleine magnetische und elektrische Breitbandempfangsantennen (Modell AAA-1)

Amplifier for Small Magnetic and Electric Wideband Receiving Antennas (model AAA-1)

## 1. Beschreibung und technische Daten

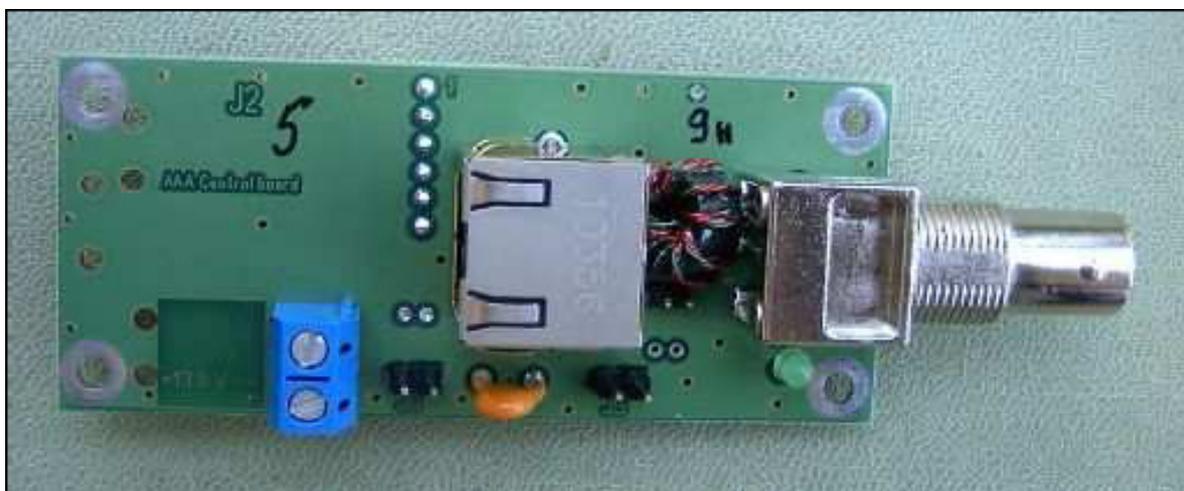


Abb. 1.1 Verstärker (oben)

Abb. 1.2 Steuerboard

## 1.1 Beschreibung

Dieser Verstärker ist für den Bau kleiner aktiver Breitbandempfangsantennen von LF bis zu den oberen HF-Bändern vorgesehen. Der mechanische Aufbau der jeweiligen Schleifen- / Dipolantenne muß vom Benutzer durchgeführt werden. Dieser Verstärker kann zwei separate kleine Magnetschleifen verwenden. Diese beiden Schleifen werden auch als zwei Arme eines kleinen elektrischen Dipols verwendet. Somit können 3 verschiedene Antennen verwendet werden. Der Verstärker verfügt über vier ferngeschaltete Modi: Schleife A, Schleife B, gekreuzte parallele Schleifen A & B und Dipol.

Jeder Modus kann sofort umgeschaltet werden und dies ermöglicht es uns, die momentan beste Antenne zu verwenden. Dieses Set besteht aus zwei SMD-montierten PC-Karten - einer Verstärkerplatine (Abb. 1.1) und einer Steuerplatine (Abb. 1.2). Der Verstärker hat ein geringes Rauschen, einen hohen Dynamikbereich und Breitbandeigenschaften. Er verfügt über separate Strom- und Spannungsverstärker für die verschiedenen Antennen (Abb. 1.3). Es ist ein ausgeglichenes Design und verwendet monolithische Paare von BJT (Schleifenverstärker) und JFET (Dipolverstärker). Der symmetrische Leistungsverstärker verwendet BJT mittlerer Leistung mit sehr geringem IMD und kann bei einer Last von 50 Ohm eine Ausgangsleistung von ca. 75 mW liefern, um die nichtlinearen Verzerrungen zu minimieren.

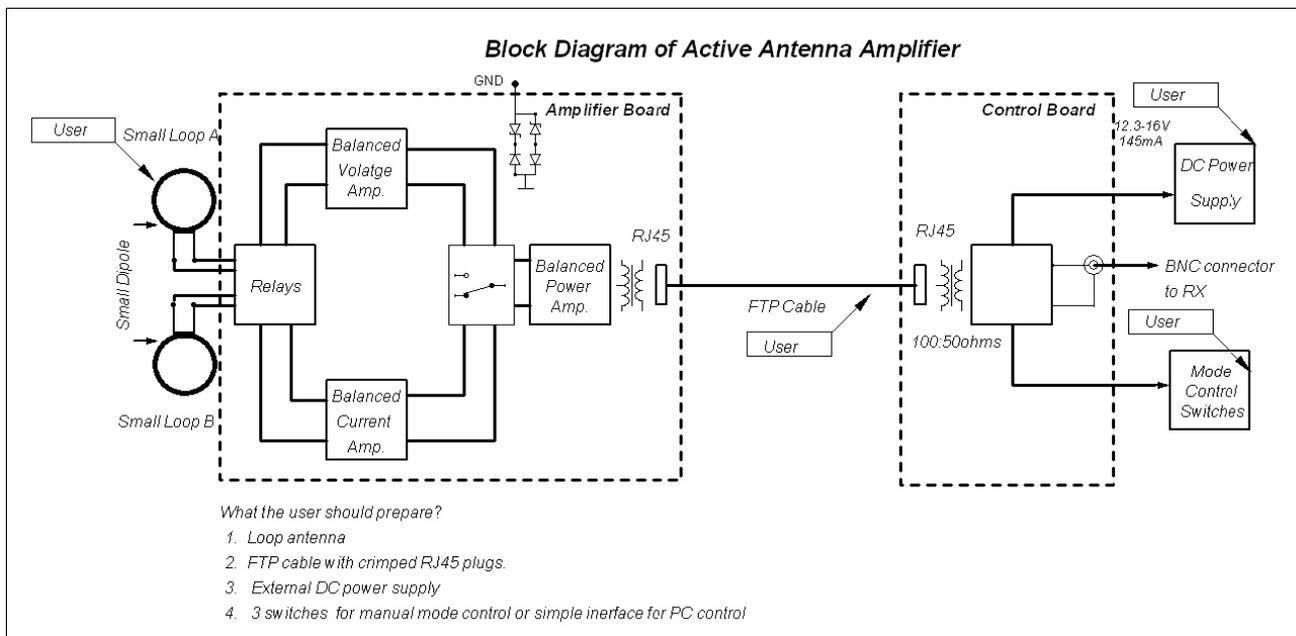


Abb. 1.3 Blockschaltbild. Zwei kleine Schleifen wirken auch als Arme eines kleinen vertikalen Dipols

Der Antennenfrequenzgang ist in allen Modi in einem weiten Frequenzbereich flach. Einsetzbar ist der Verstärker im Bereich von 20 kHz bis 55 MHz. Die Antennenverstärkung im Strom- und Spannungsmodus ist ungefähr gleich eingestellt, um auffällige Unterschiede in der Verstärkung beim Schalten der Antennen zu vermeiden.

Der Verstärker ist über eine Steuerbox und ein FTP-Kabel (geschirmtes CAT5) mit RJ45-Anschlüssen mit dem Empfänger verbunden, die eine gute Balance gewährleisten, um Gleichtakt-Rauschsignale zu vermeiden. Die Kabellänge kann über 100 m liegen. Es besteht die Möglichkeit, die maximale Spannung zu begrenzen, die an den Empfängereingang angelegt wird und für einige SDR mit direkter Abtastung benötigt wird.

Der Verstärker verfügt über Jumper, mit denen er auf die jeweilige Umgebung eingestellt werden kann. Er ist im SMD-Design montiert, um kostengünstig zu sein. Jedes Set wurde getestet. Der Verstärkereingang ist vor hohen elektromagnetischen Feldstärken geschützt - er kann mit kleinen magnetischen und elektrischen Antennen in unmittelbarer Nähe (20-30 m) von HF-Sendeantennen

verwendet werden, selbst wenn die Leistung 1 - 2 KW beträgt. Der Verstärker verfügt über Eingangsfilter, um Frequenzen über 55 MHz zu unterdrücken und den Einfluß starker Sender in den ausgestrahlten UKW-Bändern (80-108 MHz) zu vermeiden.

Der Verstärker wird mit einer Nennstromversorgung von 13,8 V (11,8 - 15,7 V an den Kontrollpunkten) mit einem Nennstrom von 145 mA betrieben. Die standardmäßig vorhandenen Netzteile (PS) für die Transceiver oder Empfänger können verwendet werden. Der Verstärker ist in einer ABS-Kunststoffbox (IP55-geschützt) montiert. Er kann von jedem Empfänger mit ausreichender Empfindlichkeit und 50 Ohm Eingang verwendet werden. Dieser Verstärker kann als Baustein für anspruchsvollere Antennen wie Phased Arrays usw. verwendet werden. Es sind nur minimale zusätzliche Anstrengungen erforderlich, um dieses aktive Antennenprojekt abzuschließen.

## 1.2 Technische Daten für Modell AAA-1 (11)

### Allgemeines

Ausgangsimpedanz	50 Ohm, BNC-Stecker auf der Steuerplatine
Stromversorgung (1)	Extern, 13,8 V, = <145 mA Polaritätsschutz und Automatiksicherung befinden sich auf der Steuerplatine
Maximale Ausgangsspannung (10)	6 V pp oder 4,2 V pp
Abmessungen	76 x 76 mm Verstärkerplatine; 32 mm x 76 mm Steuerplatine

### Betriebsparameter mit Loop 1 m Durchmesser

Schleife:	Durchmesser 1 m, 1 Windung, Leiter mit 25 mm Durchmesser, 2,4 µH
Antennenfaktor Ka (2)	2 dB Meter-1 bei 10 MHz (1 µV / m Eingangssignal ergibt eine Ausgangsspannung von 0,8 µV)
Ka Frequenzgang (2)	0,36 - 51 MHz; (innerhalb von 3 dB)
Verwendbarer Frequenzbereich (3)	0,02 - 55 MHz
MDS bei 10 MHz (2)	0,7 µV / m, Rauschbandbreite = 1 kHz
Ausgangsrauschleistung bei 10 MHz (4,5)	-112 dBm
1 dB Ausgangskomprimierungspunkt (9)	+ 19 dBm (5,6 V pp), entspricht +125 dB (µV / m) am Eingang
OIP2 der zweiten Harmonischen (7)	+ 88 dBm bis + 94 dBm
OIP3 der dritten Harmonischen (8)	+ 41 dBm bis + 42 dBm

### Betriebsparameter mit Dipolarmen von 2 x 1 m

Antennenfaktor Ka (2)	0 dB Meter-1 bei 10 MHz (1 µV / m Eingangssignal ergibt 1 µV Ausgangsspannung)
Ka Frequenzgang (2)	0,36 - 55 MHz; (innerhalb von 3 dB)
Verwendbarer Frequenzbereich (3)	0,02 - 55 MHz
MDS bei 10 MHz (2)	0,2 µV / m, Rauschbandbreite = 1 kHz
Ausgangsrauschleistung bei 10 MHz (4,6)	-117 dBm 1 dB
Ausgangskomprimierungspunkt (9)	+ 19 dBm (5,6 V pp) gleich +123 dB (µV / m) am Eingang
OIP2 der zweiten Harmonischen (7)	+ 94 dBm bis + 103 dBm
OIP3 der dritten Harmonischen (8)	+ 40 dBm bis + 42 dBm

(1) Die zwischen den Kontrollpunkten CP8 und CP1 des Verstärkers gemessene Spannung sollte  $\geq 11,8$  V sein. Die maximale Spannung sollte 15,7 V nicht überschreiten.

(2) Der Wert wird nicht gemessen, sondern basiert auf Modellberechnungen.

(3) Der Verstärker kann bis zu einer unteren Grenze von 20 kHz verwendet werden, da die Verschlechterung der Verstärkung bei diesen Frequenzen nicht so wichtig ist (die atmosphärischen und künstlichen Geräuschpegel sind hoch).

(4) Die Rauschleistung wird mit Perseus SD RX bei 10 MHz bei 1 KHz Rauschbandbreite gemessen. Der Verstärker wird in eine abgeschirmte Box gelegt. Die Eingänge sind mit Antennenäquivalenten verbunden. Eine Abschirmung ist erforderlich, um das Ausgangsrauschen des Verstärkers zu messen und das Rauschen externer Quellen zu beseitigen.

(5) Gemessen mit einem Antennenäquivalent von 4 µH typischer Wert.

(6) Gemessen mit einem Antennenäquivalent von 10 pF typischer Wert.

(7) Gemessen mit der Einzeltonmethode bei 3,69 MHz / 7,38 MHz bei +2 dBm Ausgangspegel. Die Daten stammen aus 5 zufällig ausgewählten Produktionsmustern.

(8) Gemessen mit der Einzeltonmethode bei 2,46 MHz / 7,38 MHz bei +2 dBm Ausgangspegel. Die Daten stammen aus 5 zufällig ausgewählten Produktionsmustern.

(9) Gemessen bei 10 MHz, typischer Wert.

(10) Clipping-Pegel. Typischer Wert. 4,2 V sind für den Diodenbegrenzer-Jumper in eingeschalteter Position.

(11) Änderungen vorbehalten. Aktuelle Version PCB-Identifikationen: ampl. Karte v.1.92, Steuerkarte v.8.0.

### Anmerkung:

Der Ka-Antennenfaktor ist ein Maß für den Antennengewinn.

$$K_a = 20 \lg (E / U_{out})$$

wobei E [ $\mu\text{V} / \text{m}$ ] die Eingangsfeldstärke ist,  $U_{out}$  [ $\mu\text{V}$ ] die Ausgangsspannung. Der Ausgang ist mit 50 Ohm geladen. Die Abmessung von  $K_a$  ist Meter -1

MDS ist ein minimal erkennbares Signal.

OIP ist der Ausgangsschnittpunkt.

### 1.3 Getestete Parameter in der Produktionsphase

- DC-Betriebspunkte
- Frequenzgang an 7 Punkten. 0,1, 0,3, 1, 10, 30, 50, 100 MHz
- Ausgangsrauschleistung
- 1 dB Ausgangskomprimierungspunkt bei 10 MHz
- OIP2 der zweiten Harmonischen bei 3,680 / 7,360 MHz

Diese Meßreihe stellt sicher, daß der Verstärker eine normale Verstärkung und einen normalen Frequenzgang aufweist. Grundrauschen und Dynamikbereich.

### 1.4 Diagramme

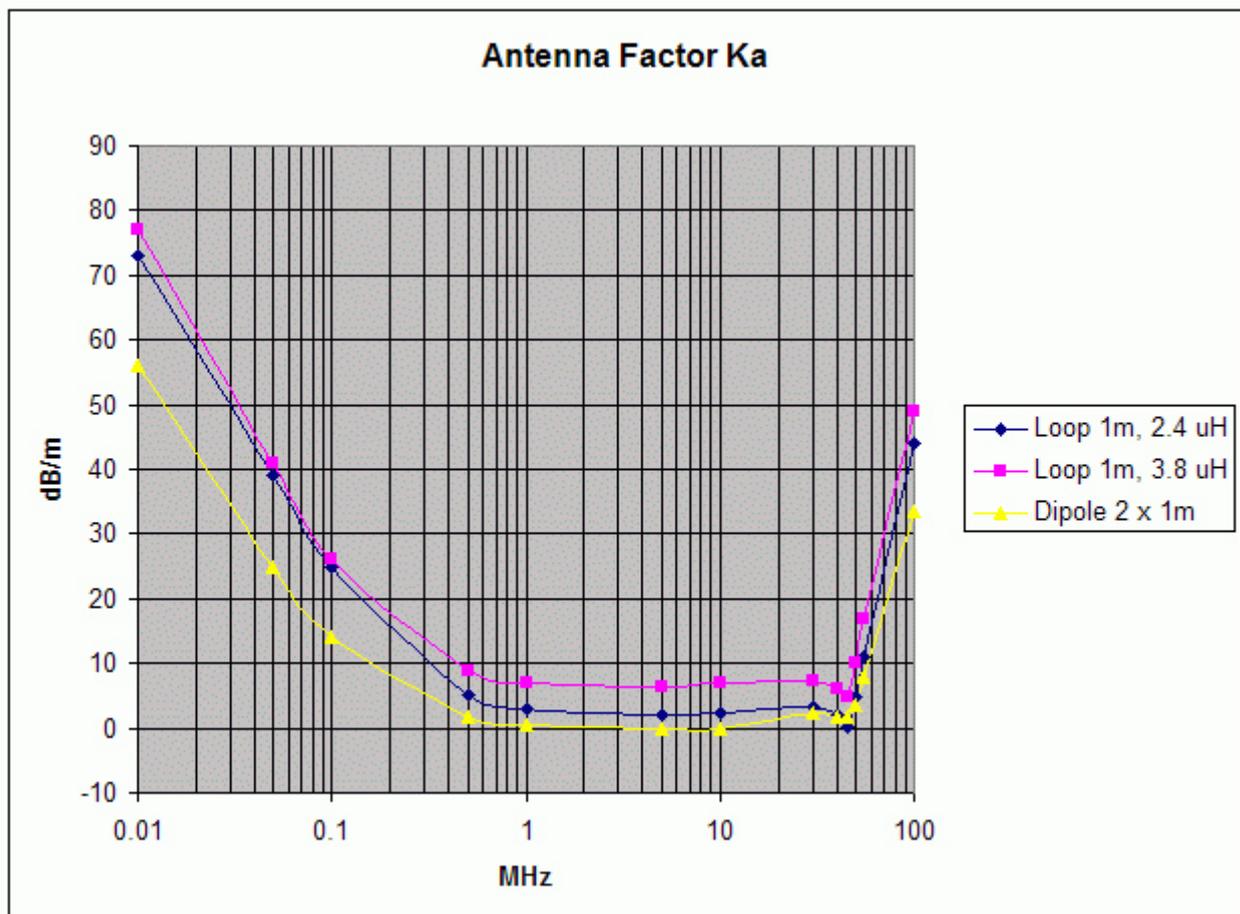


Abb. 1.4. Simulierter Antennenfaktor  $K_a$  für drei Antennentypen. Alle Schleifen sind mit einer Windung von 1 m Durchmesser in Kreisform ausgeführt. 2,4  $\mu\text{H}$  ist ein Rohr aus Aluminium mit 25 mm Material-Durchmesser. 3,8  $\mu\text{H}$  ist eine dünne Schleife mit einem Leiterdurchmesser von 2,6 mm. Der Dipol hat zwei einen Meter lange Arme.

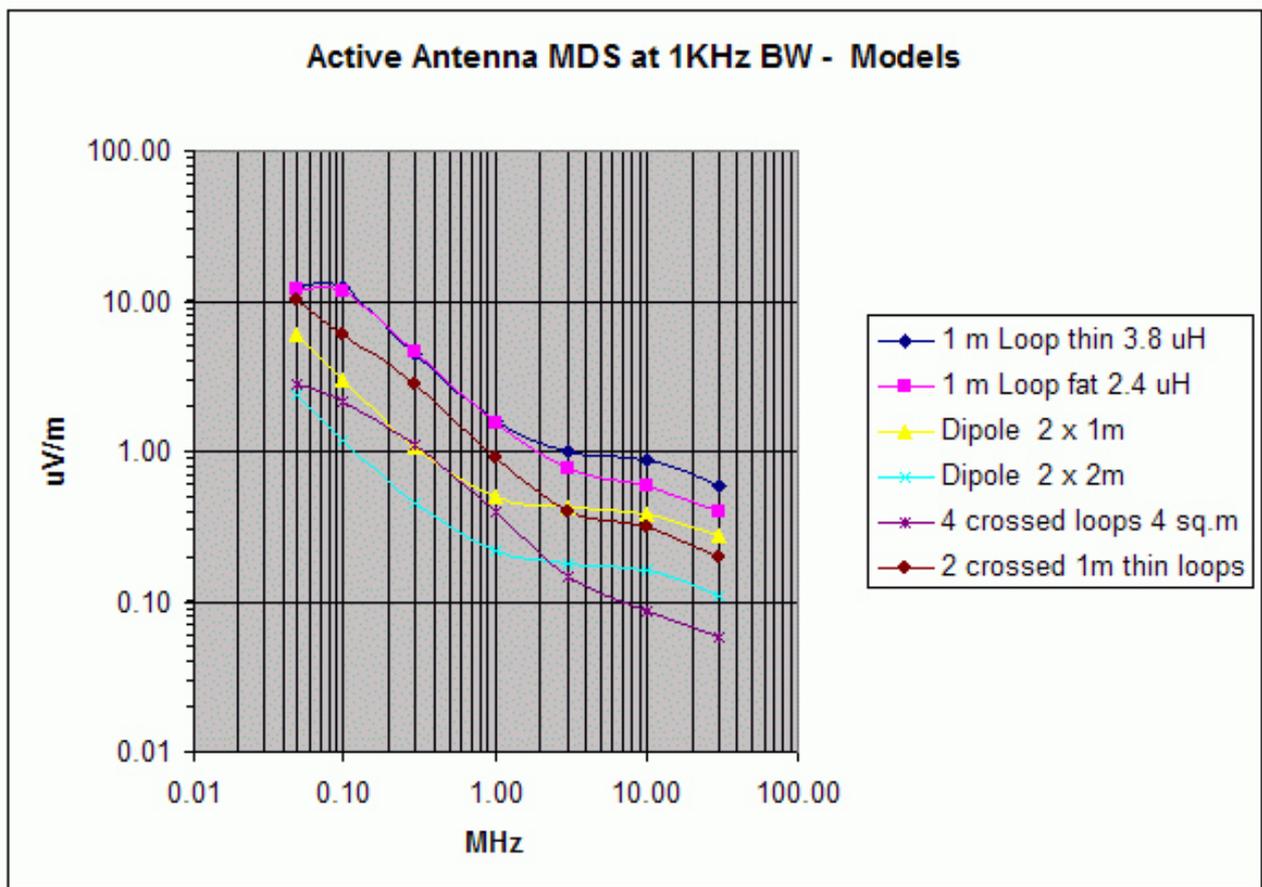


Abb. 1.5 Simuliertes äquivalentes minimal erkennbares Eingangssignal (MDS) in  $[\mu\text{V} / \text{m}]$  für verschiedene Antennen. Die Rauschbandbreite beträgt 1 kHz. Die ersten beiden Schleifen haben einen Durchmesser von 1 m eine Windung (dünner und dicker Leiter). 4 gekreuzte Schleifen haben eine Vierfachform mit einer Gesamtfläche von  $4 \text{ m}^2$  und einem dünnen Leiter. 2 gekreuzte Schleifen sind Schleifen mit 1 m Durchmesser in Kreisform jeweils mit dünnem Leiter. Die Dipole haben Arme von  $2 \times 1 \text{ m}$  und  $2 \times 2 \text{ m}$ . Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt Antenne. Hinweis: Für die Frequenzen, bei denen die entsprechende induktive Impedanz höher ist als die Eingangsimpedanz des Verstärkers, wird eine niedrige Induktivität der Schleife benötigt. Bei niedrigen Frequenzen, bei denen diese Impedanz niedrig ist ( $< 3 \text{ Ohm}$ ), gibt es keinen Unterschied in der Empfindlichkeit zwischen „dicken“ und „dünnen“ Schleifen mit gleichen Flächen. Siehe die beiden oberen Kurven von Abb. 1.5.

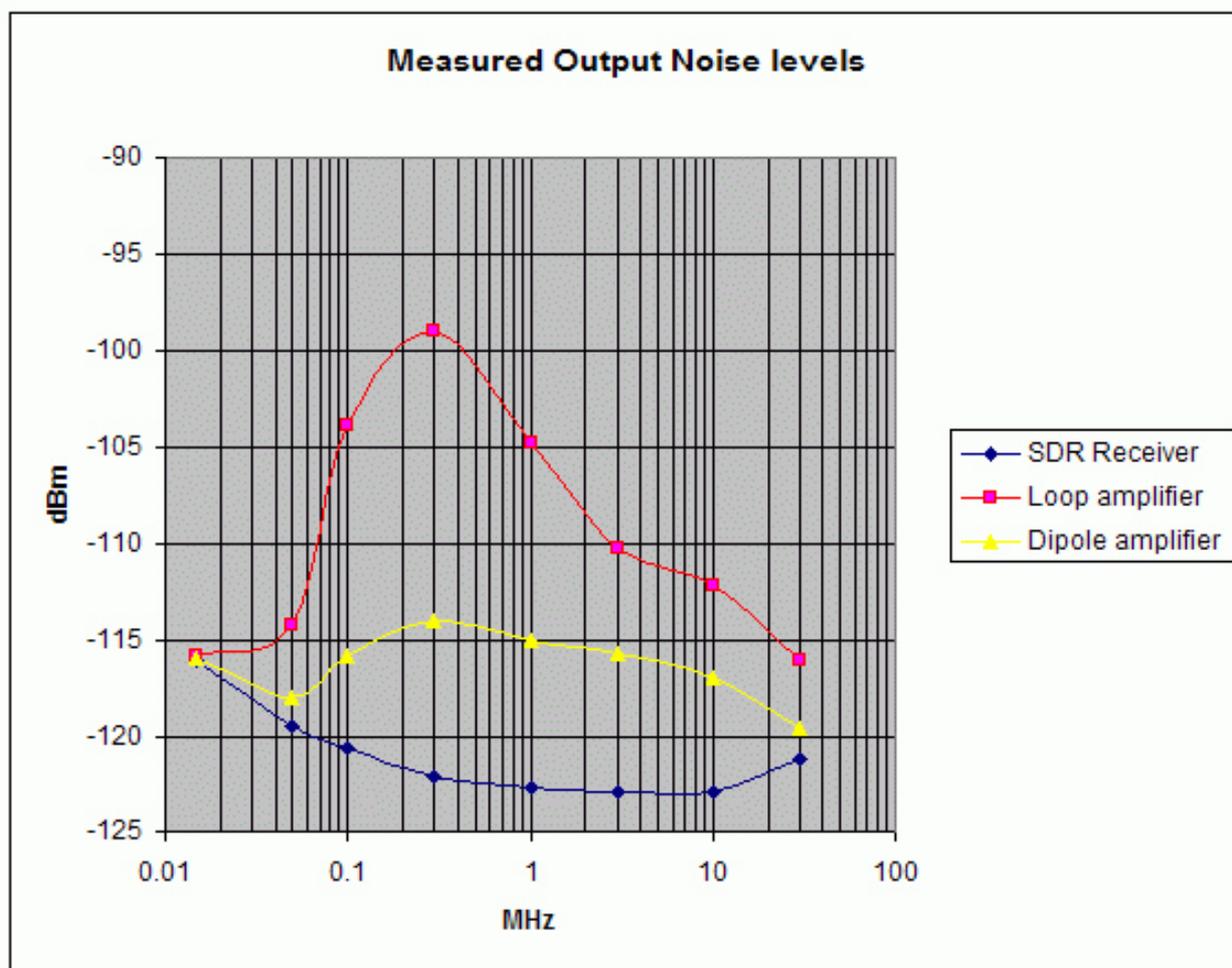


Abb. 1.6. Ausgangsrauschpegel des aktiven Antennenverstärkers, gemessen bei 1 kHz Bandbreite ohne Antenne. Der Schleifenverstärker wird mit 4  $\mu\text{H}$  äquivalenter Schleifeninduktivität am Eingang gemessen. Der Dipolverstärker wird mit einer äquivalenten Dipolkapazität von 10 pF gemessen. Zum Vergleich wird der äquivalente Eingangsrauschpegel eines SDR-Empfängers mit direkter Abtastung angegeben. Normalerweise haben der kommerzielle RX und TRX ein ähnliches oder niedrigeres Grundrauschen. Diese Tabelle ist nützlich, um Informationen zum erforderlichen Grundrauschen des Empfängers zu erhalten, der mit dieser aktiven Antenne verwendet wird. Eine praktische Regel ist, daß das Grundrauschen des Empfängers mindestens 6 dB unter dem Ausgangsrauschpegel des Antennenverstärkers liegen sollte.

## 1.5 Set

Das Verstärkerset besteht aus folgenden Teilen:

- Verstärkerplatine (montiert und getestet)
- Steuerplatine (montiert und getestet)
- 6-polige Buchse für Fernbedienungsschalter
- Kunststoff-Schutzart ABS IP55
- 3 Befestigungsschrauben Durchmesser 3,5 mm
- 3 Steckbrücken (2,54 mm)
- 5 Steckbrücken (2 mm)
- Kurzes Servicekabel mit zwei RJ45-Steckern gecrimpt
- Ersatz-RJ45-Stecker mit Abschirmung
- Ersatz-RJ45-Stecker ohne Abschirmung
- Lastwiderstand 100 Ohm / 2W

## 1.6 Links

Eine detailliertere Beschreibung der Theorie, des Schemas und des Funktionsprinzips dieses aktiven Antennenverstärkers findet sich in anderen Veröffentlichungen:

[1] Aktive Breitbandantenne mit kleiner Magnetschleife <http://www.lz1aq.signacor.com/docs/wsm1/widebandactive-sm-loop-antenne.htm>

[2] Aktive Breitbandantenne mit kleiner Magnetschleife. Schutz vor starken elektromagnetischen Feldern. [http://www.lz1aq.signacor.com/docs/Wide\\_Mag\\_loop\\_prot\\_v1/wideband\\_mag\\_loop\\_protection.htm](http://www.lz1aq.signacor.com/docs/Wide_Mag_loop_prot_v1/wideband_mag_loop_protection.htm)

[3] Sehr schwacher Signalempfang mit Antenne mit kleiner Magnetschleife. [http://www.lz1aq.signacor.com/docs/f-ang/Weak\\_signals-mag\\_loop\\_engl.htm](http://www.lz1aq.signacor.com/docs/f-ang/Weak_signals-mag_loop_engl.htm)

## 1.7 Dokumentation

Dieses Projekt bezieht sich auf die folgenden Dokumente im PDF-Format:

1. Beschreibung und Spezifikationen
2. Montageanleitung
3. Antenne
4. Fragen und Antworten

## 1.8 Verwendete Abkürzungen

ABS-Typ von Styrol-Kunststoff

AD analog zu digitalem

BC-Rundfunk

BJT-Bipolartransistor

BNC-Bajonett-Koaxial-Steckertyp

CP gekreuzt parallel (Schleife) oder Kompressionspunkt Gleichstrom

DX weit entfernte Station

EM elektromagnetische FM-Frequenzmodulation

FTP 4 Paare abgeschirmtes Kommunikationskabel Typ CAT5 oder CAT5E

HF Hochfrequenz 2 - 50 MHz

IP-Abkürzung für mechanisches Schutzniveau oder Schnittpunkt

JFET-Sperrschicht Feldeffekttransistor

LAN LAN-Netzwerk

LED-Leuchtdiode

LF Niederfrequenz (unter 500 KHz)

LW Langwellen

MDS minimal erkennbares Signal

MW Mittelwellen

OIP Ausgangsschnittpunkt

PC-Leiterplatte oder Personalcomputer-Leiterplatte

PE-Polyethylen

PVC-Polyvinylchlorid

pp Spitze-Spitze-Wert

PS-Stromversorgung Empfangsempfänger SD,

SDR-Software definiert (Radio)

SMD-Aufputzgerät

S / N-Signal-Rausch-Verhältnis (Verhältnis)

SW Kurzwellen-TRX-Transceiver

VHF-Hochfrequenz

## 1.9 Haftungsausschluß

Dieses Verstärkerset (als Produkt bezeichnet) ist nicht für den professionellen Gebrauch oder andere verantwortungsvolle Anwendungen vorgesehen. Es ist ein Hobbyprojekt und soll von der Amateurfunkgesellschaft genutzt werden. Die Spezifikationsdaten basieren nur auf Messungen in den Labor- und Modellberechnungen des Konstrukteurs. Sie werden auf zufälligen Produktionsmustern hergestellt. Die Designer und Hersteller dieses Produkts werden alle

erforderlichen Anstrengungen unternehmen, um sicherzustellen, daß die Produktion die oben genannten Spezifikationen erfüllt.

Wir garantieren nicht, daß die Dokumentation dieses Produkts frei von unbeabsichtigten Fehlern ist. Alle Schäden oder Verluste, die direkt oder indirekt durch die Verwendung des Produkts und seiner Dokumentation an Dritte verursacht werden, liegen ausschließlich in der Verantwortung des Benutzers.

Die Antenne, das Kabel und das vom Benutzer gebaute oder gelieferte Netzteil müssen den Anforderungen der jeweiligen Sicherheitsnormen und -vorschriften entsprechen.