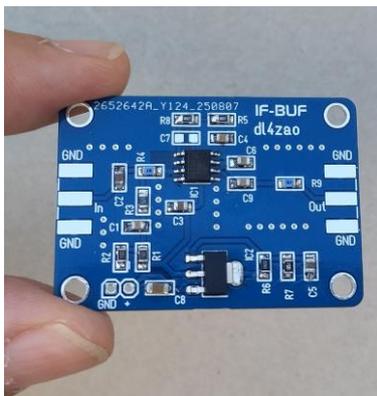


# IF-BUF

**IF / HF Buffer - aktiver Breitband-Impedanzwandler  
zur rückwirkungsarmen HF/IF Auskoppelung für einen Panorama-Adapter  
oder Zweitempfänger**

**Manual und Baumapfe**

**Günter Fred Mandel, DL4ZAO**



## Inhalt

<b>Allgemeines .....</b>	<b>2</b>
<b>Verwendung .....</b>	<b>2</b>
<b>Eigenschaften: .....</b>	<b>2</b>
<b>Aufbau und Bestückung der Leiterplatte .....</b>	<b>4</b>
<b>Inbetriebnahme .....</b>	<b>5</b>
<b>Installation im Gerät .....</b>	<b>6</b>
<b>Messungen .....</b>	<b>7</b>
<b>Stückliste .....</b>	<b>8</b>
<b>Anhang – Verwendung als Impedanzwandler Aktivantenne .....</b>	<b>10</b>

### **Urheberrechtsvermerk**

*Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument darf unter der Voraussetzung, dass Quelle und der Autor genannt werden für private und nichtkommerzielle Zwecke kopiert und weitergegeben werden. Rechte Dritter sind zu berücksichtigen.*

## Allgemeines

Der IF-BUF ist ein Breitband-Verstärker-Modul mit hoher Eingangsimpedanz, um HF oder die Zwischenfrequenz (IF) eines Empfängers rückwirkungsarm auf eine 50 Ohm Koax Schnittstelle auszukoppeln. Als Verstärker-Element wird ein rauscharmer, sehr linearer HF-Operationsverstärker eingesetzt, damit wird eine Bandbreite von 20 kHz bis 250 MHz und gleichzeitig hohe Dynamik und Großsignalfestigkeit erreicht. Es ist keine Abstimmung erforderlich. Bis auf den Operationsverstärker werden überwiegend Bauteile der SMD-Gehäusegröße 0805 verwendet, die sich gut von Hand bestücken lassen. Der IF-BUF eignet sich daher als Selbstbauprojekt für SMD-Einsteiger.

## Verwendung

Als Pufferverstärker zur Auskopplung der IF zum Anschluss eines SDR als Panorama Adapter oder eines unabhängigen Zweitempfängers, oder generell zur Verwendung als Breitband-Impedanzwandler. Durch die hohe Eingangsimpedanz des IF-BUF wird die Belastung des angezapften HF-Signals im Empfänger klein gehalten damit die Eigenschaften des Host-Empfängers nicht beeinträchtigt werden. Eine hohe Isolation zwischen Ausgang und Eingang sorgt für eine rückwirkungsarme Auskopplung.

Die Leiterplatte ist mit 45 x 32 mm für die Unterbringung in Stationsgeräten geeignet. Sowohl hohe erste Zwischenfrequenzen wie z. B. 70 MHz als auch niedrigere Zwischenfrequenzen bis 50 kHz können rückwirkungsarm ausgekoppelt werden.

Bevorzugt wird die IF direkt nach dem ersten Mischer und noch vor dem Eingang zum ersten Zwischenfrequenzfilter abgezweigt. So erhält man die bestmögliche Bandbreite auf dem nachgeschalteten SDR als Panorama Empfänger. Die Stromversorgung für den IF-BUF erfolgt aus dem Host-Gerät, vorzugsweise aus einer mit der PTT geschalteten RX-Versorgung. Das Modul benötigt einen Strom von etwa 20 bis 25 mA.

Alternativ zur Verwendung als Adapter zum Auskoppeln der IF für einen Panorama-Adapter, der auf die RX-Abstimmung zentriert ist, kann der IF-BUF auch als HF-Adapter für einen unabhängigen zweiten RX Ausgang verwendet werden. In diesem Fall muss anstatt der ersten IF, die HF vor dem ersten Mischer abgezweigt werden. Ein angeschlossener SDR empfängt dann unabhängig vom Haupt-RX den Durchlassbereich den auch die Eingangs-Selektion passieren lässt. Das kann auch bei modernen SDR-basierten RX einen Vorteil bringen, weil dadurch ein größerer Bereich des Spektrums unabhängig dargestellt und unabhängig demoduliert werden kann.

## Eigenschaften:

- Abmessungen der Leiterplatte: 45 x 32 mm
- Frequenzbereich 40kHz bis 250MHz  $\pm 3$ dB, 100kHz bis 200MHz  $\pm 1$ dB,
- Spannungsübertragungsfaktor 0dB  $\pm 1$ dB, Verstärkung = 1 (unity gain)
- Isolation, Rückwirkung (s12) besser -80 dB
- Versorgungsspannung nominell: DC 10 V – 15 V , Stromaufnahme ca. 25mA
- Intermodulation 2. Ordnung, IP2 besser + 60 dBm, ermittelt bei 7 MHz
- Intermodulation 3. Ordnung, IP3 besser + 40 dBm, ermittelt bei 7 MHz
- Anschluss: SMA-Buchse oder Koaxialkabel als Pigtail direkt aufgelötet
- Maximale Ausgangsleistung: +20 dBm.
- Ausgangsimpedanz: 50 Ohm
- Geeignet als Impedanzwandler für kurze (E-Feld) Aktivantennen



bandbreite auf etwa 100 MHz und fällt dann langsam ab. Mit der Bandbreite eines Verstärkers, steigt auch die Gefahr von Übersteuerung durch außer-Band Signale und von parasitären Schwingungen. Es empfiehlt sich, die Bandbreite nicht größer als notwendig zu machen. Bei Zwischenfrequenzen von unter 70 MHz wird empfohlen C7 zu bestücken und eine unnötig hohe Bandbreite damit etwas einzuzengen.

### Aufbau und Bestückung der Leiterplatte

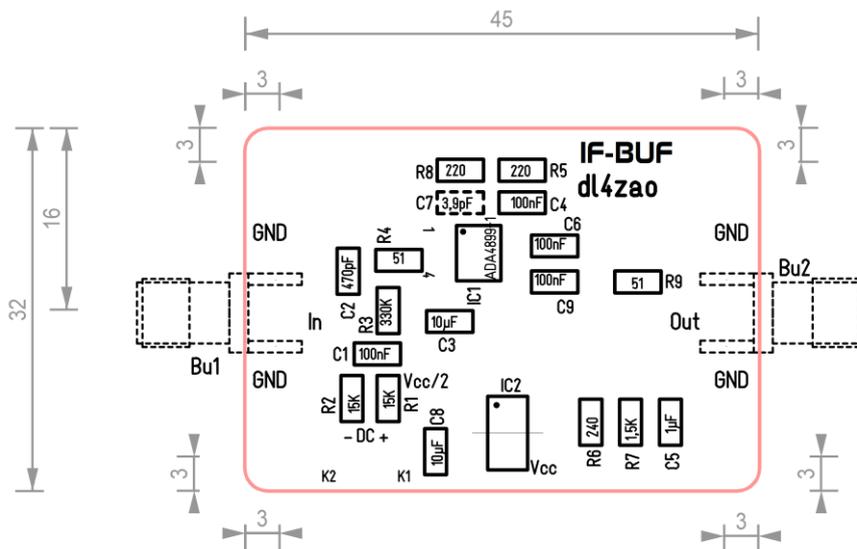


Bild 3 – Bauteile Bestückungszeichnung (vergrößert, Maßangaben in mm)

Man beginnt am besten mit dem Auflöten des ADA4899 im SO8 Gehäuse. Damit er in der richtigen Position und Pin-Reihenfolge aufgesetzt wird, ist als Erstes der Pin 1 des SO8 Gehäuses und der zugehörige Pin 1 auf der Leiterplatte zu lokalisieren. Dazu ist eine SMD Pinzette und eine Lupenleuchte sehr hilfreich.

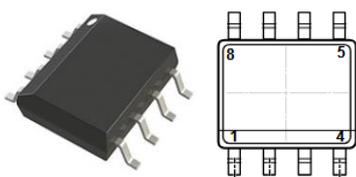


Bild 4 – IC1, AD4899-1 Pinanordnung

Das SMD Gehäuse ist auf der Seite der Pins 1 bis 4 beim Blick von oben drauf leicht angeschrägt. Ganz links auf der abgeschrägten Seite liegt Pin 1. Der kann zusätzlich noch durch einen kleinen eingepprägten Punkt gekennzeichnet sein. Auf der Leiterplatte ist Pin 1 durch einen aufgedruckten Punkt gekennzeichnet.

Generell empfiehlt sich, vor dem Löten von SMD Bauteilen die Löt-Pads mit einem rückstandsreichen Flussmittel großzügig einzustreichen. Recht praktisch ist der „Stannol Mini Fluxer X32-10i No Clean“, z.B. erhältlich von Reichelt. Damit lässt sich das IC ohne große Probleme auflöten. Danach mit der Lupe prüfen, ob alle Pins sauber mit der Leiterplatte verlötet sind und sich keine Lötbrücken zwischen den Pins gebildet haben. Die entfernt man mit Flussmittel und Entlötlitze. Wenn das IC richtig sitzt, ist das Schlimmste geschafft.

Beim Bestücken der restlichen Bauteile geht man im Grunde nach dem gleichen Muster vor. Flussmittel aufbringen – ein Pad ganz dünn mit Lot benetzen – Bauteil aufsetzen und ausrichten – mit der SMD Pinzette fixieren und zuerst den benetzten Pin verlöten, dann die restlichen Pins und danach die Lötstellen unter der Lupe kontrollieren.

### Anschlüsse

Der HF-Eingang (In) und Ausgang (Out) des Moduls sind auf der Leiterplatte so ausgelegt, dass optional eine PCB-SMA-Buchse bestückt werden kann (Bu1, Bu2). Für die Verwendung als IF-Pufferverstärker wird jedoch in der Regel ein kleines Stück dünnes und flexibles Koaxialkabel, wie Z. B. hitzebeständiges RG178 verwendet und direkt mit den Löt-Pads auf der Platine verlötet (Pigtail). Der Löt-Pad in der Mitte ist für das HF-Signal, die beiden Pads außen sind für Masse/Schirm (GND).

Die Anschlussdrähte für die 10 V bis 15 V DC-Betriebsspannungsversorgung werden direkt auf die dafür vorgesehenen Anschluss pads K 1 (Plus) und K2 (Minus) gelötet. Beim Anschluss an die Stromversorgung bitte auf die richtige Polarität achten. Der Minusanschluss ist mit der Massefläche des IF-BUF verbunden (GND).

### **Inbetriebnahme**

- Im ersten Schritt die korrekte Bestückung der Bauteile sorgfältig visuell kontrollieren und am besten mit einer Lupe die Lötstellen und Leiterbahnen auf Kurzschlüsse und schlechte Lötstellen prüfen. Insbesondere nochmal auf den korrekten Einbau des OpAmp (Punkt an Pin1, Lötbrücken) achten.
- Für die erste Inbetriebnahme empfiehlt sich die Speisung mit einem stabilisierten Netzgerät mit regelbarer Spannung und einstellbarer Strombegrenzung. Die Strombegrenzung wird auf 100mA eingestellt. Dann die Spannung langsam von 0 auf 12V hochregeln. Wenn die Spannung dabei zusammenbricht weil die Strombegrenzung anspricht, ist noch ein Fehler vorhanden und muss erst beseitigt werden. Wenn alles in Ordnung ist, soll die Gesamtstromaufnahme bei 12 V etwa um 25 mA betragen.
- Zur Kontrolle werden die Spannungen gemessen. Achtung, mit der Messspitze keinen Kurzschluss verursachen!

An der großen Lötfläche (Vcc) von IC2 soll eine Spannung von ca. 9 V gemessen werden. Diese Spannung muss stabil bleiben, auch wenn die Eingangsspannung zwischen 10 und 15 V variiert wird.

An R1 (Markierung: Vcc/2), muss eine Spannung von ca. 4,5 V zu messen sein.

- Zur Funktionskontrolle kann man am Ausgang des IF-BUF einen SDR oder einen beliebigen MW/KW Empfänger anschließen. Berührt man den Eingang des IF-BUF mit dem Finger oder klemmt ein Stück Draht an den Input, sollten am angeschlossenen Empfänger Signale aus der Umgebung empfangbar sein. (Der IF-BUF als aktiver Impedanzwandler funktioniert dabei ähnlich wie eine MiniWhip E-Feld Aktivantenne)
- Wenn die vorgenannten Tests erfolgreich bestanden sind, ist der IF-BUF betriebsbereit und kann in einen Empfänger oder Transceiver eingebaut werden.

## Installation im Gerät

Aufgrund der Vielzahl an Rigs, an die der IF-BUF angeschlossen werden kann, werden hier keine spezifischen Details angegeben. Das Prinzip ist jedoch für alle Geräte gleich. Ein preisgünstiger und guter SDR als Panoramaadapter wäre z. B. der RSP-1B von SDRplay. Prinzipiell ist aber jeder SDR verwendbar, der im entsprechende IF-Frequenzbereich empfangen kann. Vorgehensweise:

- Identifiziere den Ausgang des 1. Mixers bzw. den Eingang des 1. IF-Filters. Dabei den IF-Anzapfpunkt vor dem Eingang zum 1. IF-Filter wählen, da am Ausgang bereits eine auf die Filterbandbreite reduzierte spektrale Bandbreite vorliegt. (Bild x)
- Als nächstes identifiziere den Anschluss für die DC Spannungsversorgung, die im Bereich von +10 bis +15 V sein muss. Falls vorhanden, ist bevorzugt eine mit dem RX geschaltete Betriebsspannung zu wählen, damit der IF-BUF bei TX Betrieb automatisch abgeschaltet wird.
- Entscheide, wo im Gerät die IF-BUF Leiterplatte am besten montiert werden kann. Die Platine hat Befestigungslöcher, alternativ kann sie mit Hilfe von doppelseitigem Klebeband an einer Gerätewand angebracht werden. Die Montage soll so nah wie möglich an der IF-Anzapf-Stelle angebracht werden, damit die Länge der Anschlussleitungen für IF-Signal und Masse zum IF-BUF Eingang kurz bleibt.
- Die IF Zuführung zur IF-BUF-Leiterplatte erfolgt über ein möglichst kurzes Stück dünnes und flexibles Koaxialkabel wie. z. B. RG174 oder besser hitzefestes Teflon RG188 A/U oder dünnes RG178A. Die Anschlussleitung zum Eingang des IF-BUF ist so kurz wie nötig auszulegen, damit die kapazitive Belastung der IF Abzweigung minimal bleibt. Insbesondere bei hohen IF-Frequenzen kann eine kurze direkte Drahtverbindung für Signal und Masse in manchen Fällen sogar vorteilhafter sein als ein Stück Koaxialkabel.
- Die Länge des Koaxialkabels am Ausgang ist nicht problematisch. Oft gibt es an der Rückwand des Geräts Lüftungsöffnungen, die als Durchführung für ein Pigtail-Kabel verwendet werden können. Oder es ist möglich eine feste Buchse z. B. eine SMA- oder eine BNC-Buchse an der Rückwand anzubringen. Befestige das Kabel so, dass keine Zugkräfte auf die IF-BUF Leiterplatte wirken.

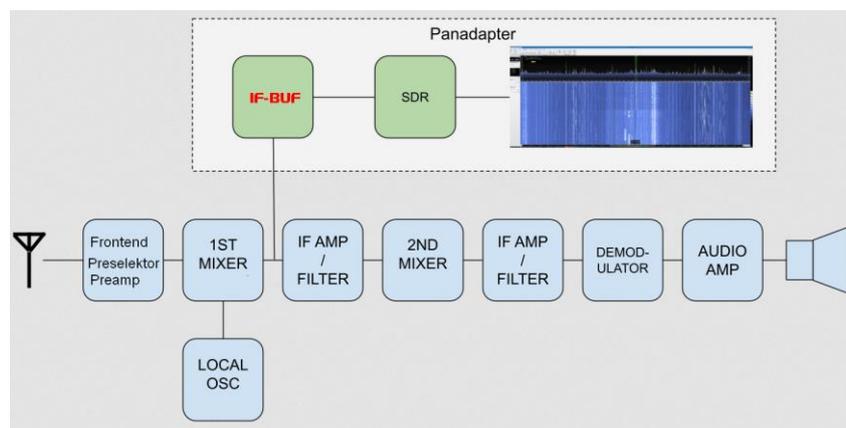


Bild 5 Anordnung des IF-BUF zur IF Auskopplung

Die Installation der IF-BUF Platine im Rig und das Abzweigen der IF erfordert etwas Erfahrung und ist nichts für Anfänger. Wenn man sich nicht sicher ist, ob man die Installation selbst bewältigen kann, lässt man das besser von Jemandem erledigen, der sich auskennt.

Messungen

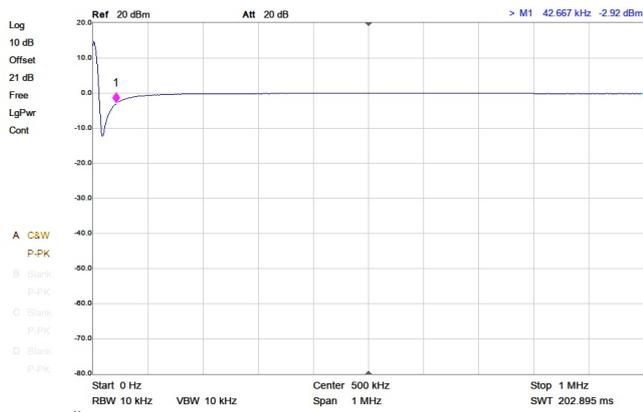


Bild 6 Übertragungs-Frequenzgang 0 bis 1 MHz

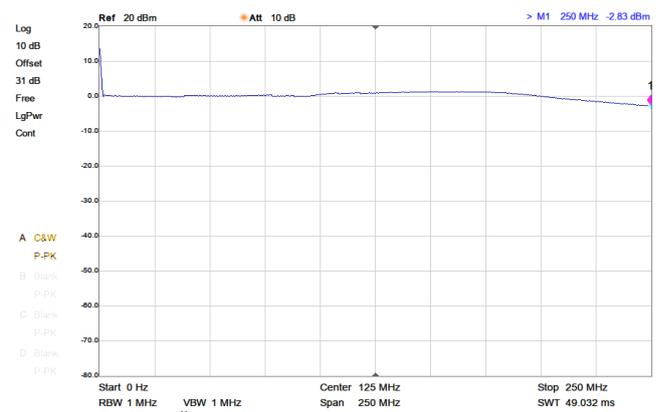


Bild 7 Übertragungs-Frequenzgang 0 bis 250 MHz

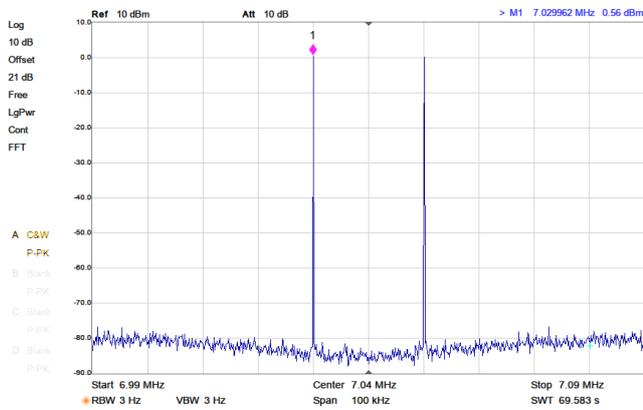
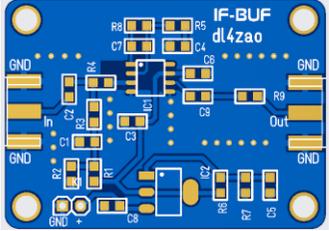


Bild 8 Zweiton Intermodulationsmessung 3. Ordnung

## Stückliste

Pos.	Anzahl	Bauteil Nr.	Wert / Type	Beschreibung / Typ	Pitch mm/ Package	Bildmuster (kann typbedingt abweichen)
1	1	C2	470 pF	NP0 Keramik MLCC Kondensator	SMD 0805	
2	4	C1, C4, C6, C9	100nF	X7R Keramik MLCC Kondensator	SMD 0805	
3	2	C3, C8	10 µF / 35V	Keramik MLCC Kondensator	SMD 0805	
4	1	C5	1 µF / 35V	Keramik MLCC Kondensator	SMD 0805	
5	1	C7	3,9 pF optional, siehe Baumappe	NP0 Keramik MLCC Kondensator	SMD 0805	
6	1	IC1	ADA4899-1	Operationsverstärker	SO8	
7	1	IC2	LM1117 adj oder Äquivalenztyp	Low drop Spannungsregler einstellbar	SOT223	
8	2	K1, K2 (Bu1, Bu2)	HF-Anschluss	SMA Print Buchse oder RG188/RG178 Pigtail aufgelötet		
9	2	R1, R2	15K	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm
10	1	R3	330K	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm

11	2	R4,R9	51 Ohm	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm
12	2	R5, R8	220 Ohm	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm
13	1	R6	240 Ohm	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm
14	1	R7	1,5 K	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm
15	1	PCB	Leiterplatte/Printed Board	DL4ZAO IF-BUF	45x32 mm	
16		Bu1, Bu2 optional	SMA-Leiterplattenbuchse optional anstatt Koax Pigtail			
17		Pigtail	Koax Pigtail auf SMA oder BNC Buchse			

Link zu einem Warenkorb der Fa. Reichelt <https://www.reichelt.de/my/2281084>

Die verlinkte Liste ist als Orientierungshilfe zur Beschaffung gedacht und ohne Gewähr. Sie enthält sämtliche Bauteile, mit Ausnahme des Operationsverstärkers Pos. 6, der nicht im Reichelt Lieferprogramm enthalten ist. Er kann von offiziellen Analog Devices Distributoren bezogen werden.

## Anhang – Verwendung als Impedanzwandler Aktivantenne

Im Verhältnis zur empfangenen Wellenlänge kurze Monopol Antennen sondieren die elektrische Feldstärke gegen Erdpotenzial oder ein Gegengewicht als Referenz. Ihr Nahfeld Feldwellenwiderstand ist hochohmig und sie reagieren sensitiv auf elektrische Wechselfelder. Ihre Ausgangsimpedanz ist sehr hochohmig, sie verhalten sich im Ersatzschaltbild wie eine Spannungsquelle mit niedrigem realen Strahlungswiderstand in Serie zu einem kleinen Kondensator von wenigen Picofarad. Die Kapazität der Antenne wird durch die Form und die Abmessungen des Antennenelements bestimmt. Bei einem 5mm dicken Stab von 1m Länge kann man von ca. 10 pF ausgehen.

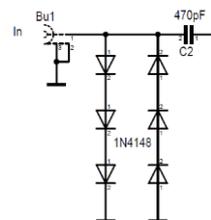
Um eine im Verhältnis zur Empfangswellenlänge kurze Antenne, wie z. B. eine Teleskopantenne für den Empfang von LW/MW oder für KW an ein 50 Ohm Empfangssystem anzupassen, benötigt man daher einen aktiven Impedanzwandler-Verstärker. Sonst würde die Empfangsspannung am 50 Ohm Eingangswiderstand des Empfängers zusammenbrechen.

Der IF-BUF erfüllt alle Voraussetzungen für einen solchen aktiven Impedanzwandler als Aktivantenne. Er erledigt das Gleiche wie die bekannte MiniWhip Verstärkerschaltung. Nur ist statt eines FET gefolgt von einem Bipolar Emitterfolger im IF-BUF ein moderner HF-Operationsverstärker verbaut. Der benötigt bei gleicher oder besserer Empfangs-Performance nur einen Bruchteil des Stromes, den z. B. ein klassischer MiniWhip Verstärker braucht.

Man kann daher den IF-BUF als E-Feld Antenne und Impedanzwandler, z. B. für einen Teleskopstab vor einem Empfänger mit 50 Ohm Eingang verwenden. Einfach einen Stab als Antennenelement (die E-Feld Sonde) direkt am Eingang anschließen und den RX am Ausgang. Wie jede E-Feld Sonde braucht man für einen guten Empfang noch eine kurze Verbindung zu einer guten HF-tauglichen Erde. Ansonsten wirken der abgehende Kabelschirm oder das Metallgehäuse des RX als Gegengewicht.

Wegen des geringen Strombedarfs des IF-BUF von nur 25 mA kann man ihn für portablen Betrieb aus einem 9 V Batterieblock betreiben. Zu diesem Zweck kann man Ein- und Ausgang des Spannungsregler IC2 überbrücken. Bei bereits bestücktem IC2 ist das meist gar nicht nötig, weil bei Eingangsspannungen unter 9,5 V der xx1117 Regler sowieso öffnet und durchschaltet.

Für längeren Outdoor Betrieb an einem Antennenstab ist es ratsam, den Eingang zusätzlich gegen atmosphärische Überspannungen zu schützen. Dazu sind jeweils drei in Serie geschaltete 1N4148 Dioden antiparallel zwischen Eingang und Masse zu schalten.



Masthöhe, Erdung, Kabel interagieren mit der Aktivelektronik und müssen bei einer Whip Aktivantenne als Gesamtsystem betrachtet werden. Bei Monopol / Whip Impedanzwandler-Aktivantennen sind Art und Ort der Aufstellung und der Einfluss des Koaxialkabelmantels und dessen Erdung ausschlaggebend für die Empfangsleistung und das Signal / Noise Verhältnis. Theorie und praktische Informationen hierzu gibt es zum nachzulesen in den

[Whip-Tipps \(pdf\)](#)