

MINIWHIP PRO+

Aktivantenne

Manual und Baubeschreibung



Inhalt

Beschreibung	2
Spezifische Eigenschaften:	2
Beschreibung der Schaltung.....	3
Aufbau und Bestückung der Leiterplatte	4
Wickeln der Fernspeisedrossel.....	4
Bestückung der Platine.....	5
Inbetriebnahme	6
UKW-Tiefpass.....	7
Fernspeisung.....	8
Tipps zur Aufstellung.....	8
Aktivantenne störungsarm betreiben	9
Einfluss der Höhe auf eine Monopol-Aktivantenne.....	10
Kurz Zusammengefasst.....	10
Weiterführende Literatur	11
Stückliste	12

Noch mehr Info zu Aufstellung, Betrieb und Funktionsweise hier downloaden:

<https://www.dl4zao.de/downloads/Whip-Tipps.pdf>

Die mini-Whip PRO+

- Aktive Empfangs Antenne für SWL, Amateurfunk und Broadcast DX
- Bedeutend kleiner als vergleichbare passive Antennen
- breitbandiger als passive Antennen, empfängt von VLF bis VHF
- Steht in der Empfangsleistung großen Antennen wenig nach
- Ideal für Bandbeobachtung, Radiomonitoring und für SDR

Beschreibung

Die miniWhip Pro+ Aktivantenne ist eine in maßgeblichen Punkten verbesserte Version einer einfachen Aktivantenne nach Art einer Mini-Whip (*Die Bezeichnung „Mini-Whip“ hat sich als Synonym für Impedanzwandler-Aktivantennen eingebürgert*)

Mit einer besonders linearen Eingangsstufe mit Feldeffekttransistor und einer aktiven Stromquelle und DC-gekoppelter Treiberstufe wurden die unerwünschten Mischprodukte (Intermodulation) minimiert. Zum Schutz gegen atmosphärische Überspannungen wurde eine Schutzschaltung am Eingang hinzugefügt, wie sie auch in professionellen Aktivantennen zu finden ist.

- Lineare Impedanzwandler-Eingangsstufe mit Stromquelle für verbessertes Großsignalverhalten
- Einstellbare stabilisierte Vorspannung zum Abgleich auf optimalen IM2 Abstand
- Ausgangsstufe mit einem hochlinearen SMD Medium Power HF-Transistor
- Frequenzbereich des Verstärkers von VLF bis VHF
- Breitband Fernspeisedrossel mit geringen Eigenresonanzen
- ESD Schutz des Eingangs
- Mit Steckbrücke überbrückbare UKW-Absenkung

Spezifische Eigenschaften:

- Abmessungen der Platine: 100 x 40mm, davon 45 x40mm integrierte Antennenfläche (E-Feldsonde)
- Kann bei Bedarf durch einen externen Antennenstab (Whip) ersetzt oder ergänzt werden
- Frequenzbereich 20kHz bis 250MHz ($\pm 3\text{dB}$), 50kHz bis 100MHz $\pm 1,5\text{dB}$,
- Frequenzbereich mit UKW-Absenkung: 20kHz -60MHz, $\pm 3\text{dB}$
- Spannungsübertragungsfaktor -4dB
- Versorgung lokal oder ferngespeist über das Koaxkabel (Fernspeiseweiche erforderlich)
- Versorgungsspannung DC 12V - 14V stabilisiert. Stromaufnahme ca. 75mA
- Intermodulation 2. Ordnung, IP2 besser + 60 dBm.
- Intermodulation 3. Ordnung, IP3 besser + 30 dBm.
- Ausgangsimpedanz: Geeignet um 50 Ohm Koaxialkabel zu treiben
- Anschlussbuchse: BNC-50 Ω
- Maximale Ausgangsleistung: größer +10dBm

Die Schaltung eignet sich gut als Selbstbauprojekt. Mit Ausnahme des FETs und des Treibertransistors werden nur konventionelle bedrahtete Bauelemente verwendet. Trotz ihres einfachen Aufbaus erhält man mit der miniWhip Pro+ eine leistungsfähige Aktivantenne mit erstaunlichen Eigenschaften, die im Vergleich mit kommerziellen Produkten überzeugen kann.

Funktionsprinzip

Die miniWhip Pro+ ist eine Aktivantenne, die vorwiegend die elektrische Feldkomponente (E-Feld) einer Radiowelle auswertet. Zum grundsätzlichen Prinzip einer E-Feld Aktivantenne:

Ein im Verhältnis zur Wellenlänge kurzer Stab oder die Metallfläche einer kupferkaschierten Leiterplatte bilden die Antenne. Der nachfolgende Verstärker hat einen hohem Eingangswiderstand und einen kleinen Ausgangswiderstand, um ein 50 Ω Kabel treiben zu können (Impedanzwandler). Durch die sehr hohe Eingangsimpedanz wird es möglich, eine Spannung aus dem elektrischen Feld abzunehmen. Die Empfangsspannung ist proportional zur Stärke des elektrischen Feldes und nicht frequenzabhängig. Die Mini-Whip-PRO ist daher eine Breitbandantenne.

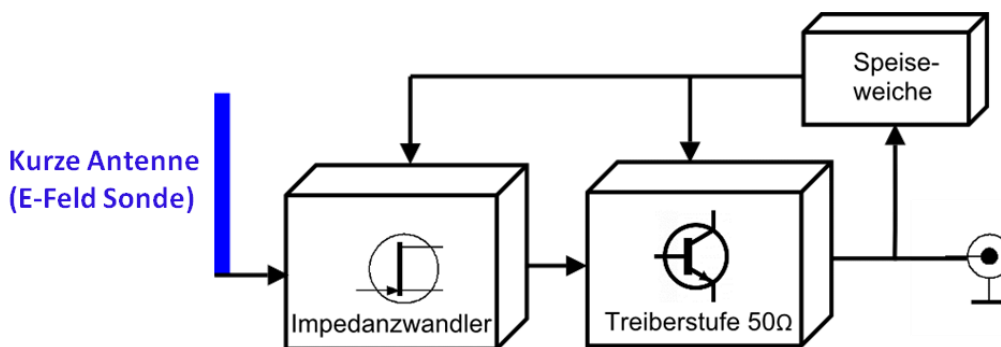


Bild 2 Impedanzwandler E-Feld Aktivantenne - Funktionsprinzip

Beschreibung der Schaltung

Die miniWhip Pro+ unterscheidet sich von der Vorgängerversion miniWhip Pro+ durch die Verwendung der SMD Version MMBFJ310 an Stelle des J310 im Eingang. Die Stromquelle wurde statt mit J310 FET mit einem bipolaren Transistor realisiert. Der bewährte J310 FET im TO92 Gehäuse ist nicht mehr oder nur zu hohen Preisen als Marke Ware erhältlich. Der gleiche Chip wird aber weiterhin als MMBFJ310 im SMD Gehäuse produziert. Günstige J310 Fakes aus China sind meist nicht gleichwertig.

Bild 3 zeigt das Schaltbild der *miniWhip Pro+*. Die hochohmige Impedanzwandler-Eingangsstufe T1 ist mit einem MMBFJ310 FET als Sourcefolger ausgeführt, der mit konstantem Strom betrieben wird. Dem FET T1 wird ein Drain-Strom von ca. 14mA über den als Stromquelle geschalteten T2 eingeprägt. Eine rote 2mA LED wird als 1,9V Spannungsreferenz und zur Temperaturkompensation verwendet. T2 wirkt für den FET als dynamischer Lastwiderstand mit hoher Impedanz und verbessert die Linearität und das Intermodulationsverhalten. Damit T1 sicher aufgesteuert ist, wird sein Gate vorgespannt. Die Einstellung des Arbeitspunktes ist einfach. Mit dem Poti R4 wird die Spannung an Messpunkt TP1 so eingestellt, dass am Messpunkt zwischen Source des Impedanzwandlers T1 und der Stromsenke T2 etwa die halbe Betriebsspannung anliegt (6-7V).

Auf den FET Impedanzwandler folgt der DC-gekoppelte Emitterfolger T3. Der Medium Power HF-Transistor arbeitet im A-Betrieb als 50 Ω Treiberstufe. Der FET und der Ausgangstreiber Transistor sind die einzigen SMD Bauteile, sie werden auf der Unterseite der Leiterplatte bestückt. Der Emitterfolger T3 ist DC-gekoppelt, sein Basisstrom wird auch von der Stromquelle T2 geliefert. Um eine gute Linearität zu erreichen wird der Ausgangs-Transistor mit einem Ruhestrom von ca. 60mA betrieben. Der niederohmige Ausgang der Emitterfolger-Treiberstufe ist mit einem Serienwiderstand moderat zwangsangepasst, so dass auch ein fehlabgeschlossenes Koaxialkabel keine Schwingneigung verursacht.

Vor dem Eingangs-FET ist ein Feinschutz vor atmosphärischen Spannungen vorgesehen. Vorgespannte Dioden leiten Überspannungsimpulse ab.

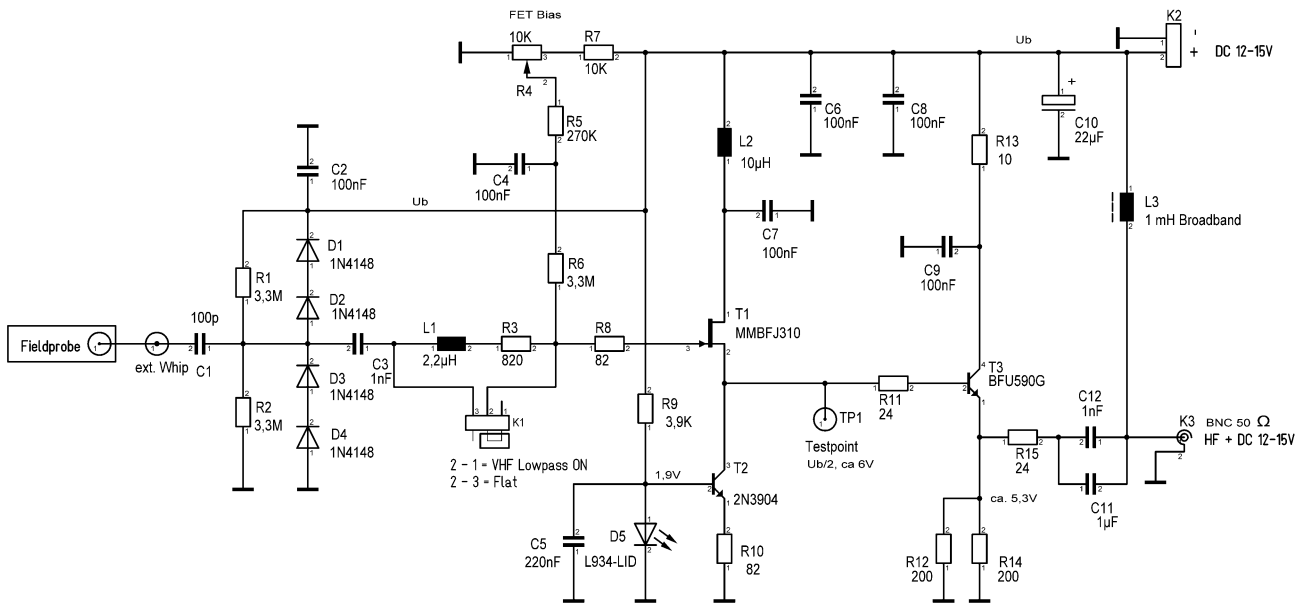


Bild 3 - Schaltbild der miniWhip-PRO+ Aktivantenne

(im Schaltbild genannte Spannungen und Ströme sind Richtwerte und gelten für eine Betriebsspannung von 12V)

Die miniWhip Pro+ kann in ein HT PVC Rohr oder in ein anderes geeignetes Kunststoffgehäuse wettergeschützt eingebaut werden. Falls die integrierte Antennenfläche bei tiefen Frequenzen für eine ausreichendes S/N nicht ausreicht, kann man diese mit einem externen Stab erweitern. Die Pegel nehmen dadurch zu, allerdings steigt die Gefahr, dass bei vielen großen Summensignalen Intermodulationsprodukte auftreten.

Die Versorgung für das Aktivteil erfolgt entweder lokal oder per Fernspeisung über das Koaxkabel, Pluspol auf dem Innenleiter. Die stabilisierte DC Speisespannung soll zwischen 12 und max.15V betragen. Die auf einen Doppellochkern gewickelte Breitbanddrossel L3 vermeidet Eigenresonanzen und lässt den Betrieb von VLF bis VHF zu.



Bild 4 : miniWhip in PVC Rohr

Aufbau und Bestückung der Leiterplatte

Wickeln der Fernspeisedrossel

Vor dem Beginn Bestückungsarbeiten wird die Fernspeisedrossel L2 wie auf Bild 5 gezeigt auf einen Ferrit Doppellochkern Amidon BN73-202 gewickelt. Als Wickeldraht eignet sich lötlbarer Kupferlackdraht vom Durchmesser 0,4...0,5 mm. Beim Wickeln ist darauf zu achten, dass die Lackisolierung an den scharfen Kanten des Ferritkerns nicht abgeschleudert wird damit keine Kurzschlüsse entstehen. Es werden mindestens 3 + 7 + 3 Windungen entsprechend dem gezeigten Wickelschema gewickelt. Die Windungszahl ist unkritisch, es dürfen auch einige Windungen mehr sein. Vor dem Einbau werden die Drahtenden sorgfältig verzinkt. Es empfiehlt sich, später beim Einbau den Doppellochkern der Fernspeisedrossel mit geeignetem Kleber an der daneben liegenden BNC-Buchse zu fixieren.

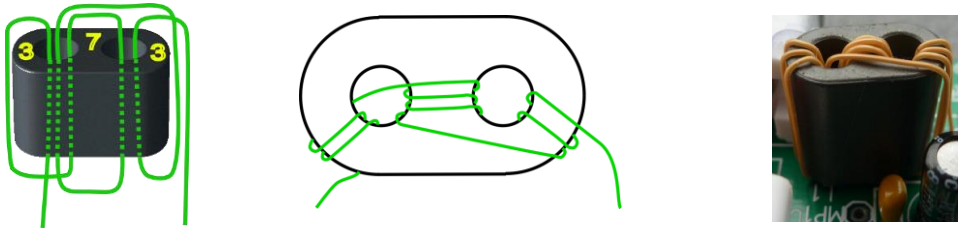


Bild 5 Wickelschema L4 Breitband Drossel 1mH

Bestückung der Platine

Die einseitig Leiterplatte hat die Abmessungen 100 x 40mm. Auf der Leiterplatte ist der Verstärkerteil untergebracht sowie eine Kupferfläche mit den Abmessungen 55x40mm als Antenne und Feldsonde.

Wird nur eine externer Antennenstab vorgesehen, kann an der auf der Platine gestrichelt aufgedruckten Trennlinie die Kupferfläche mit der Feldsonde abgesägt oder abgetrennt werden. Die auf 53mm verkürzte Platine der Aktivantenne kann dann in ein kleineres Gehäuse eingepasst werden. Der externe Antennenstab wird am Lötunkt „ext. Whip“ angeschlossen.

- Zuerst bestückt man die SMD Transistoren T1 und T3 auf der Unterseite, der Kupferseite der Platine (Bild 8). Danach werden die bedrahteten Bauteile von oben bestückt und sauber verlötet und abgeschnitten. Zuerst die flachen und zum Schluss die hohen Bauteile wie z.B. die BNC Buchse. Ganz zuletzt die Fernspisedrossel.
- Beim Bestücken der Dioden und Transistoren ist sorgfältig auf die richtige Polung zu achten. Die Kathode der Dioden ist auf dem Gehäuse mit einem Ring gekennzeichnet. Die Kathode (-) der LED D5 erkennt man an dem kürzeren Anschlussbeinchen, die Anode (+) am längeren Beinchen. Das Lötpad für die Anode ist auf der Leiterplatte mit + gekennzeichnet. Der Elko C10 muss ebenfalls richtig gepolt eingebaut werden. Sein Minusanschluss (GND/Masse) ist mit einem schwarzen Balken oder einem Minuszeichen gekennzeichnet

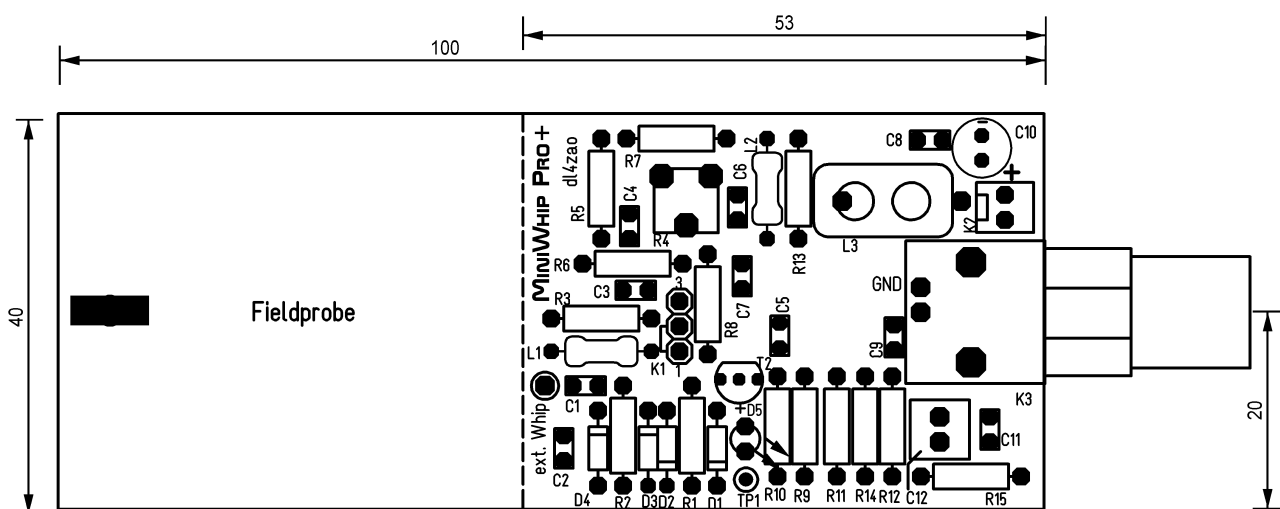


Bild 6 – Leiterplatte Bestückungszeichnung oben

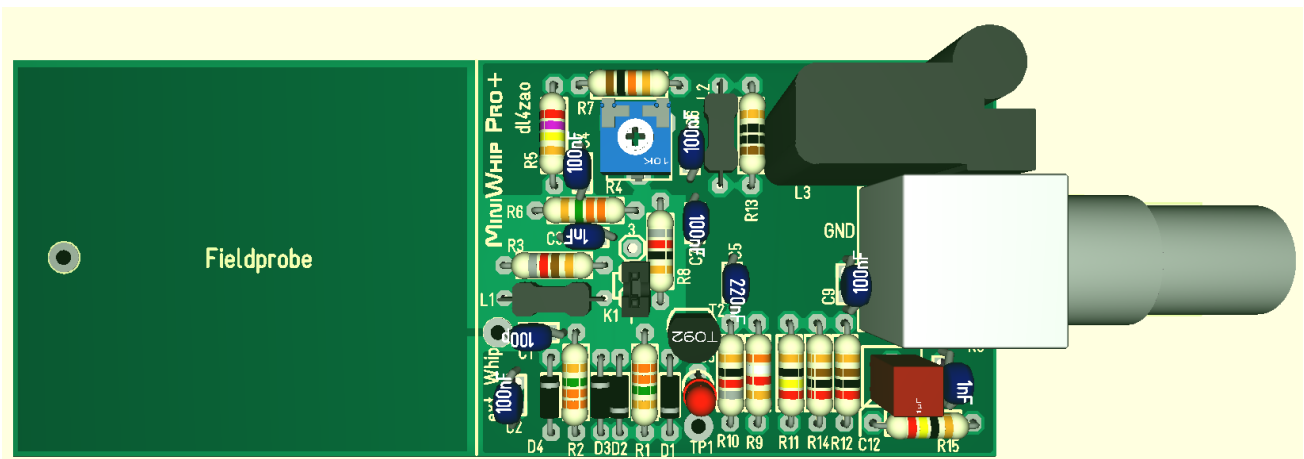


Bild 7 – Bauteile oben

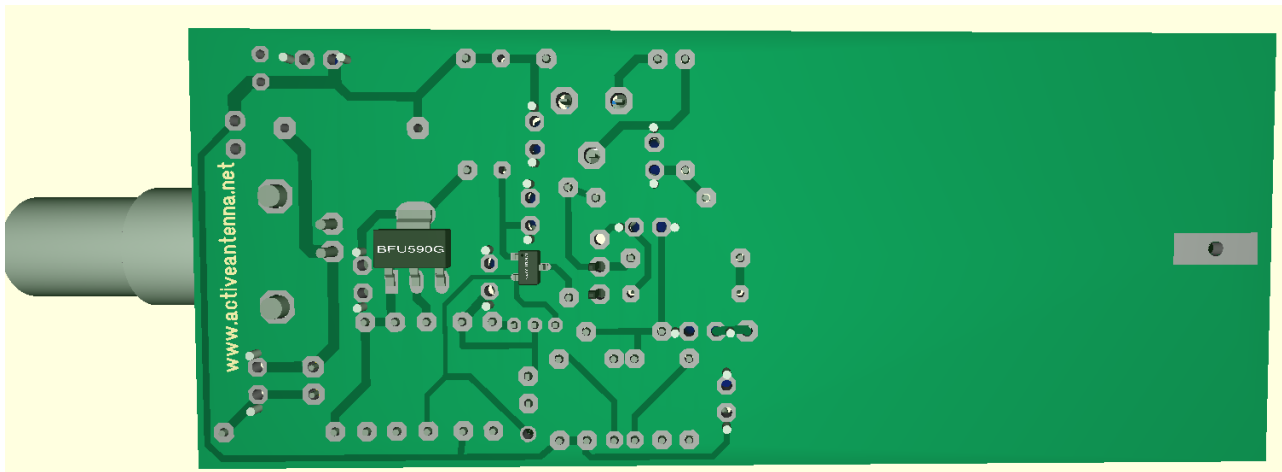


Bild 8 – Bauteile unten

Inbetriebnahme

- Im ersten Schritt die korrekte Bestückung der Bauteile sorgfältig kontrollieren und am besten mit einer Lupe die Lötstellen und Leiterbahnen auf Kurzschlüsse und schlechte Lötstellen prüfen. Auch nochmal sorgfältig die richtige Polarität und Einbaurichtung der Dioden, Transistoren und des Elkos prüfen. Das Poti R4 wird auf Mittelstellung gedreht.
- Die Betriebsspannungs-Versorgung kann entweder lokal über den DC-Anschluss Pfosten K2 oder per Fernspeisung über das Koaxialkabel erfolgen. Dabei auf die richtige Polarität achten: der Pluspol muss auf Pin 2 der Pfostenleiste K2 bzw. bei Fernspeisung auf dem Innenleiter des Koaxialkabels liegen.
- Für die erste Inbetriebnahme empfiehlt sich die lokale Speisung mit einem stabilisiertem Netzgerät mit einstellbarer Spannung und Strombegrenzung. Die Strombegrenzung wird auf 100mA eingestellt. Dann die Spannung langsam von 0 auf 12V hochregeln. Wenn die Spannung dabei zusammenbricht ist noch ein Fehler vorhanden und muss erst beseitigt werden. Wenn alles in Ordnung ist, leuchtet die LED D5. Die Gesamtstromaufnahme sollte bei 12V typisch um 80mA betragen.

- Mit Poti R4 wird die erforderliche Gate-Vorspannung von T1 eingestellt. Man misst dazu mit einem Messgerät die Spannung an Messpunkt MP1 gegen Masse/GND. Dann wird das Poti so gedreht, dass an MP1 etwa die halbe Betriebsspannung gemessen werden kann, also eine Spannung zwischen 6 und 7 Volt. Bei dieser Spannung fließen ca. 60 mA Ruhestrom durch den Emitterfolger T3.
- Stimmen alle Spannungen, kann über eine Fernspeiseweiche ein Empfänger angeschlossen werden. Es muss sich eine deutliche Zunahme des Empfangsrauschens feststellen lassen.

UKW-Tiefpass

Zur Absenkung der Signale von nahen UKW-Sendern ist ein Tiefpass L1/R3/C_{G5} vorgesehen. Durch den Tiefpass sinkt der Ausgangspegel ab 50MHz kontinuierlich ab. Am Anfang des UKW Bandes wird eine Absenkung von etwa 20dB erreicht. Für einen erweiterten Nutzfrequenzbereich kann die UKW-Absenkung kann durch Umstecken der Steckbrücke K1 überbrückt werden.

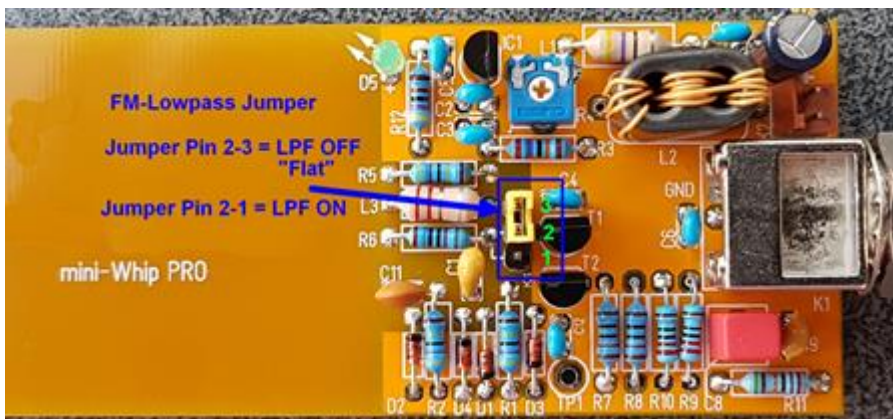


Bild 9: UKW- Tiefpass – Steckbrücke, hier im Bild ist der Jumper in Stellung OFF-Flat gesteckt

Ohne UKW-Absenkung (Jumper „Flat“) ist die miniWhip Pro+ bis über 250MHz nutzbar.

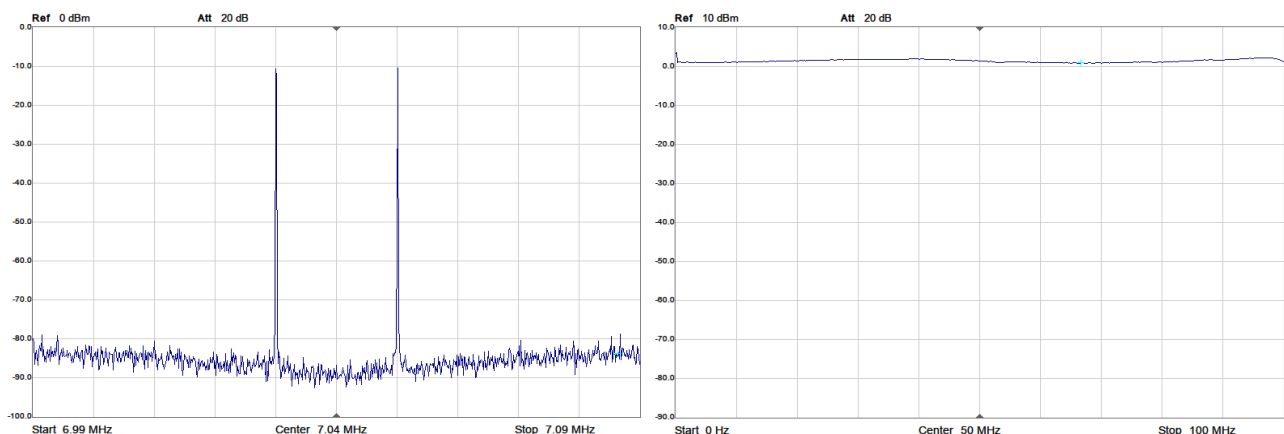


Bild 10 – Zweiton Intermodulation bei 7 MHz/-10dBm

Übertragungsverhalten in Stellung „Flat“

Fernspeisung

Für die Zuführung der Betriebsspannung über das Koaxkabel ist eine Fernspeiseweiche erforderlich. Zur Versorgung wird eine stabilisierte und geglättete Gleichspannung zwischen 12 und max. 15 Volt benötigt. Das Netzteil soll mindestens 150mA Strom liefern können. Der Pluspol der Versorgungsspannung muss auf dem Innenleiter liegen, der Minuspol auf dem Schirm des Koaxialkabels.

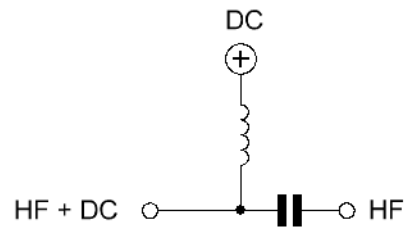


Bild 11: Prinzip einer Fernspeiseweiche

Es kann im Grunde jede Fernspeiseweiche verwendet werden, die die vorstehend genannten Anforderungen erfüllt für den genutzten Frequenzbereich geeignet ist. Die Baumappte für eine geeignete Fernspeiseweiche kann hier heruntergeladen werden. Link: [Bias-Tee Basic Fernspeiseweiche](#)

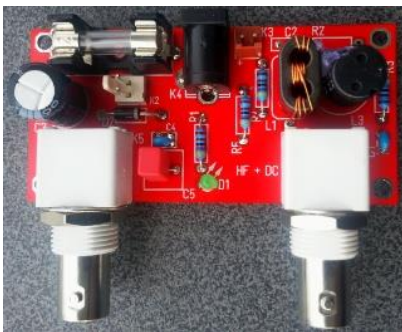


Bild 12 Foto Fernspeiseweiche - Bias-T Basic

Tipps zur Aufstellung

Der ideale Aufstellungsort für eine Whip wäre direkt über einer ausgedehnten Metallfläche wie z.B. einem Blechdach als Massefläche. Bei den Wenigsten werden derart ideale Voraussetzungen anzutreffen sein. Bei der Montage auf einem Mast wird das Bezugspotential für die Aktivantenne vom Schirm der Koaxleitung oder z.B. einem geerdeten Tragmast transportiert. Das Empfangssignal entsteht aus der Spannung (Potentialdifferenz) zwischen dem Antennenelement, der Whip, und dem Potential des Koaxschirms unmittelbar an der Verstärkerbuchse als Masse-Bezug. Über den Abstand bis zur HF-Erde variiert dieses Massepotential abhängig von der Frequenz bis hin zur ungewollten Ausbildung von Resonanzen. Aus diesem Grund hat die Länge des Koaxkabels bis zum Erdungspunkt einen merklichen Einfluss auf die Empfangseigenschaften.

Die Qualität eines empfangenen Signals ist nicht allein von die Höhe der Eingangsspannung am Empfänger abhängig, sondern wird in erster Linie durch den Abstand zwischen Nutzsignal und dem Rauschen bestimmt, dem sogenannten Signal-to Noise Ratio (abgekürzt: S/N oder SNR). Eine Aktivantenne kann nicht zwischen dem gewollten Nutzsignal und dem gleichzeitig empfangenen externen Rauschen unterscheiden. Die Empfangsspannung (Signal + externes Rauschen) einer Whip nimmt mit der Länge bzw. der Oberfläche des Antennenelements und mit der Höhe über Grund zu. Um Übersteuerung in der Aktivelektronik zu vermeiden ist es ratsam, das Augenmerk in erster Linie auf ein ausreichendes SNR und weniger auf einen möglichst hohen Ausschlag des S-Meters zu richten. Die Länge einer Whip und ihre Montagehöhe wählt man sinnvoll nur so groß, bis eine weitere Vergrößerung nur eine Zunahme des Gesamtpegels aber keine Verbesserung des SNR mehr bewirkt.

Aktivantenne störungsarm betreiben

Aktivantennen wie die Mini-Whip-PRO platziert man am besten außerhalb des häuslichen Störnebel. Die hochohmige Feldsonde fängt Nahfeldstörungen von Störquellen wie Schaltnetzteilen, TV-Geräten, Energiesparlampen und Modems leicht auf. Bei der Montage an einem leitfähigen Träger, soll die Whip darüber hinausragen.

Viele Störungen werden leitungsgebunden über Einstrahlung auf den Schirm des Koaxialkabels (Mantelwellen) oder durch Ausgleichsströme über Erdschleifen eingeschleppt. Das Koaxkabel ist meist über den Empfänger mit dem PE der Hausverteilung verbunden, so können über diesen Weg Störspannungen und Ströme eingekoppelt werden.

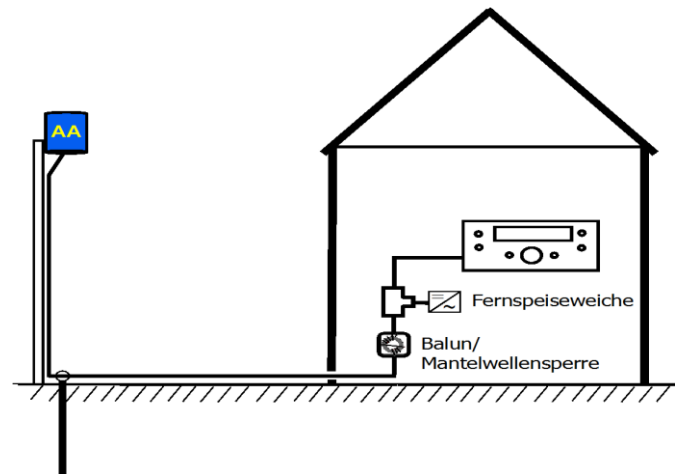


Bild 13.

Die Ausbreitung von unerwünschten Störströmen über das Koaxialkabel lässt sich durch Wahl eines geeigneten Aufstellungsorts, Verdrosselung der Leitung und HF-gerechte Erdung minimieren. Den Koaxschirm verbindet man auf möglichst kurzem Weg mit einer HF-gerechten Erde. Große Kabellängen zwischen Aktivantenne und HF-Erde beeinträchtigen die Empfangseigenschaften. Mantelwellensperre(n) im Leitungsweg unterdrücken das Einschleppen von Störungen. Verlegt man die Speiseleitung in der Erde oder auf der Erde mindert das zusätzlich die Gefahr von eingestrahelten Störungen. Störarme Leitungsführung und Erdung erscheint manchmal wie Stoff für Druiden, aber ohne Zaubertrank hilft meist Probieren

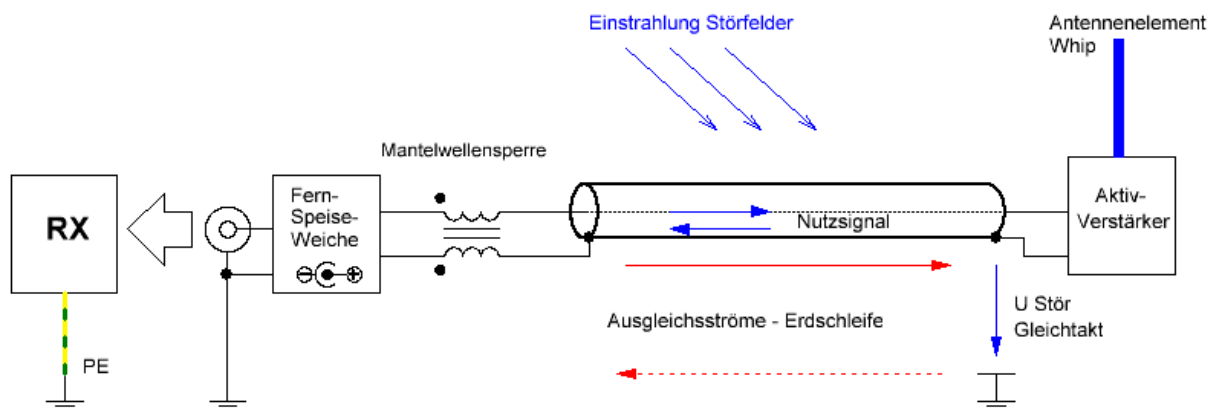
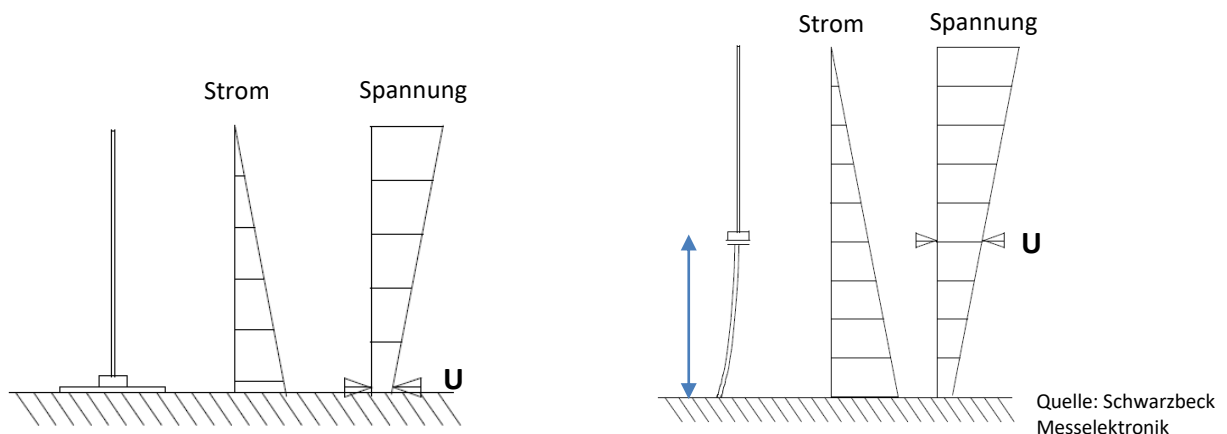


Bild 14: Störungseinkoppelung über Erdschleife und Schirm der Speiseleitung

Der Masseanschluss des Verstärkers bzw. der Außenleiter der Koaxbuchse sollte auch aus Schutzgründen auf kurzem Wege mit einem Erder oder dem geerdeten Montagemaß verbunden werden. Eine Erdverbindung ausschließlich über den Koax-Schirm über eine Erdverbindung im Shack bietet keinen ausreichenden Schutz gegen Überspannungen. Zudem besteht die Gefahr, dass durch eine „schmutzige“ PE-Haus-Erde zusätzlich Störungen eingeschleust werden.

Einfluss der Höhe auf eine Monopol-Aktivantenne



In homogenen Feldern zeigen Monopole (wie z.B. eine Whip) im Gegensatz zu symmetrischen, dipolartigen Antennen eine Abhängigkeit von der Höhe. Die Ursache hierfür liegt in der Stromverteilung begründet, die sich in Anlehnung an die Leitungstheorie auf dem vertikalen Teil des Koaxialkabels einstellt. Das Strommaximum tritt am Boden auf, während das Maximum der Spannungsverteilung am oberen Ende der Whip zu finden ist. Von der hochohmigen Aktivelektronik wird die Spannung nur wenig unterhalb des Spannungsmaximums abgenommen.

Die Abbildung zeigt einen Monopol und die zugehörigen Strom- und Spannungsverteilungen bei tiefen Frequenzen ($l \gg \text{Stablänge}$). Die Lage des hochohmigen Spannungsabgriffs U ist jeweils durch die beiden Pfeile gekennzeichnet. Die von der Whip abgegriffene Feldstärke hängt also nicht nur von der Größe des Antennenelements ab (Stab oder Metallfläche), sondern auch von der Aufstellungshöhe über Grund.

In der Literatur wird dafür oft der Begriff "effektive Höhe" verwendet. Bei einer Whip ist das eine Kombination aus der Länge des Antennenelements und der Höhe über Grund. Offensichtlich geht die Länge l des Mastes bzw. die Länge des Kabelmantels bis zum Erdungspunkt in die effektive Höhe der Aktivantenne ein. Der absolute Signalpegel steigt mit zunehmender Höhe l an. Eine durch die unterschiedliche Stromverteilung verursachte Welligkeit im Frequenzgang ist gering, wenn l kurz gegenüber der empfangenen Wellenlänge ist.

Kurz Zusammengefasst

- Der hochohmige Verstärker der Mini-Whip-PRO Aktivantenne sondiert die Potentialdifferenz (Spannung) zwischen dem Antennenelement und "Erde" des Verstärkers auf.
- Die Ausgangsspannung nimmt mit der Höhe und mit der Größe des Antennenelements zu. Allerdings nimmt neben dem Nutzsignal auch das externe Rauschen zu. Deshalb besser auf einen ausreichenden Signal/Rauschabstand achten und erst in zweiter Linie auf einen hohen Absolutpegel.
- Ein kurzer Kabelweg zu einer HF-gerechten Erdung oder ein ausreichendes metallisches Gegengewicht am Fußpunkt bzw. Masseanschluss der Aktivantenne ist wichtig.
- Erfolgt die Erdung nur über den Schirm eines langen Koaxkabels und über die Erdverbindung im Shack, besteht die Gefahr, dass durch eine derartige „schmutzige Erde“ Störungen auf die Antenne übertragen und verstärkt werden. Der Schirm des Koaxkabels wird zum Teil der Antenne.

Weiterführende Literatur








- [1] Pieter-Tjerk de Boer, PA3FWM, [„Fundamentals of the Mini-WhipAntenna“](#)
- [2] Pieter-Tjerk de Boer, PA3FWM, [“Grounding of Mini-Whip and other active whip antennas”](#)
- [3] Detlev Burchard, “Active Reception Antennas”, VHF Communications, 2 and 3 /1996
- [4] Owen Duffy, VK1OD, “How does the PA0RDT Mini-Whipwork”
- [5] Roeloff Bakker, “The pa0rdt-Mini-Whip, an active receiving antenna for 10 kHz to 20 MHz”
- [6] ITU Recommendation ITU-R P.372-12 (2015) „Radio Noise“
- [7] Janzen “Kurze Antennen”, 1986
- [8] Siegfried Best „Aktive Antennen für DX Empfang“, ISBN 3-7723-1821-5
- [9] Guenter Fred Mandel, DL4ZAO, “Midiwhip-Aktivantenne”, www.dl4zao.de
- [10] Guenter Fred Mandel, DL4ZAO, [“Whip und Loop – Aktivantennen für den Empfang“](#)


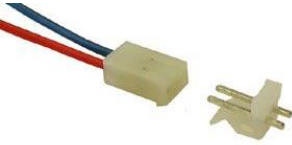






Urheberrechtsvermerk

Dieses Dokument darf unter der Voraussetzung, dass Quelle und Name des Autors genannt werden für private und nichtkommerzielle Zwecke kopiert und unter den gleichen Bedingung weitergegeben werden. Rechte Dritter sind zu berücksichtigen.

Günter Fred Mandel

Stückliste

Pos.	Anzahl	Bauteil Nr.	Wert / Type	Beschreibung / Typ	Pitch mm/ Package	Bildmuster (kann typbedingt abweichen)
1	7	C2,C4,C5,C6,C7,C9,C12	100nF	X7R ceramic MLCC	2,54mm	 Wert-Aufdruck: 104
2	2	C3, C12	1nF	NPO ceramic capacitor	2,54mm	 Wert-Aufdruck:102
3	1	C11	1µF /50V	WIMA MKS-02, PET film-cap	2,54mm	
4	1	C10	22µF /35V	Elko / Low ESR, 105°C	2,5mm	
5	1	C1	100pF	NPO ceramic capacitor	2,54mm	 Wert-Aufdruck:101
6	4	D1,D2,D3,D4	1N4148	Silizium Diode	DO35	
7	1	D5	L-934LID	LED red, d = 3mm Kingbright L-934LID		

8	1	K3	50Ω BNC Einbaubuchse horiz.	BNC right angel jack for PCB		
9	1	K2	2pin Header	Nylon Board to Wire Header Reichelt PSS254 Verbinder	2,54mm	
10	1	L1	2,2μH	Festinduktivität ,axial Serie: Fastron MICC, Serie: LGA0307	7,5x3mm	
11	1	L2	10μH	Festinduktivität ,axial Serie: Fastron MICC, Serie: LGA0307	7,5x3mm	
12	1	L3	Breitband-Drossel	Ferrit Doppellochkern Amidon BN73-202		 siehe Wickelanleitung im Text
13	1	MP1	Testpoint/Pin			
14	3	R1, R2, R6	3,3M	Metallschicht	0207	
15	1	R4	10K Poti	Trimm Poti CA6V / ACP; PT6-L / Piher	6mm	
16	1	R5	270K	Metallschicht	0207	

17	1	R7	10K	Metallschicht	0207	
18	2	R8, R10	82	Metallschicht	0207	
19	2	R11, R13	10	Metallschicht	0207	
20	1	R3	820	Metallschicht	0207	
21	2	R12, R14	200	Metallschicht	0207	
22	1	R15	24	Metallschicht	0207	
23	1	T1	MMBFJ310 LT1	HF JFET OnSemi	SMD SOT23-3	
24		T2	2N3904 alternativ BC547	NPN	TO92	
25	1	T3	BFU590G alternativ BFG591	Medium Power RF Transistor	SMD SOT223	
26	1	K4	Pfostenleiste Pin-Header	3-Pin	2,54mm	
27	1	K4	Jumper	Kurzschlussbrücke		
28	1	PCB	Leiterplatte/Printed Board			
29		Kupferlackdraht	1m, d= 0,35...0,5mm	Für Breitbanddrossel L2		

Link zu einem Warenkorb der Firma Reichelt: <https://www.reichelt.de/my/2019922>

Der Warenkorb ist ohne Gewähr und dient lediglich als Orientierungshilfe. Die Bauteile sind auch bei anderen Fachhändlern erhältlich.

Der Warenkorb ist unvollständig, die folgenden Teile sind nicht im Lieferprogramm von Reichelt und müssen von anderen Quellen bezogen werden:

- T1 (MMBFJ310 - FET im SOT23-3 SMD Gehäuse)
- T3 (BFU590G – HF Transistor im SOT223 SMD Gehäuse)

Notizen