

BlueWhip

MegaWhip+ Aktivantenne

E-Feld Aktivantenne
Manual und Baubeschreibung



Inhalt

Die BlueWhip MegaWhip	2
Eigenschaften:.....	2
Beschreibung der Schaltung.....	3
Aufbau und Bestückung der Leiterplatte	5
Wickeln der Fernspeisedrossel.....	5
Bestückung der Platine	5
Steckbrücken – Jumper	7
Inbetriebnahme	7
UKW-Tiefpass.....	8
Fernspeisung.....	9
Tipps zur Aufstellung.....	10
Einfluss der Höhe auf eine Monopol-Aktivantenne.....	10
Aktivantenne störungsarm betreiben	11
Kurz Zusammengefasst.....	12
Weiterführende Literatur	12
Stückliste (Version th_r5, r6)	13

Whip-Tipps (pdf) zum Herunterladen
<https://www.dl4zao.de/downloads/Whip-Tipps.pdf>

Die BlueWhip MegaWhip

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

Beschreibung

Die BlueWhip ist eine E-Feld Aktivantenne nach dem Impedanzwandler Prinzip. (Die Bezeichnung „Whip“ hat sich als Synonym für Impedanzwandler-Aktivantennen eingebürgert)

Bei den beträchtlichen Summensignalen, die der Verstärker einer Aktivantenne intermodulationsfrei verarbeiten muss, kommt der Linearität der Aktivelektronik eine große Bedeutung zu. Insbesondere, wenn die Feldsonden-Fläche mit einem Stab oder einer Zusatzfläche verlängert wird, ist ein einfacher Emitterfolger als 50Ω Treiber wie bei der weit verbreiteten MiniWhip nicht ausreichend. Bei der BlueWhip folgt auf den Impedanzwandler mit zwei Feldeffekttransistoren eine Treiberstufe und eine Gegentaktendstufe mit komplementären Emitterfolgern. Mit dieser besonders linearen Eingangsstufe und der DC-gekoppelten Treiberstufe wurden unerwünschte Mischprodukte (Intermodulation) minimiert. Vorgespannte ESD-Dioden am Eingang sorgen für Schutz gegen atmosphärische Überspannungs-Impulse .

- Lineare Eingangsstufe mit zwei rauscharmen FETs für verbessertes Großsignalverhalten
- Einstellbare stabilisierte Vorspannung zum Abgleich auf optimalen IM2 Abstand
- Komplementär-Gegentaktendstufe
- Mit Steckbrücke überbrückbares Tiefpassfilter als Schutz gegen starke UKW-Sender
- Patentwickel Fernspeisedrossel mit hoher Bandbreite und geringen Eigenresonanzen
- ESD Schutz des Eingangs

Eigenschaften:

- Abmessungen der Platine: 200 x 40mm, davon 125 x40mm integrierte Antennenfläche (E-Feldsonde)
- Kann bei Bedarf um einen externen Antennenstab (Whip) ergänzt werden
- Nutzbarer Frequenzbereich: 15kHz bis 150MHz (± 3 dB), 50kHz bis 100MHz (± 1 dB),
- Frequenzbereich mit UKW-Absenkung: 15kHz -35MHz (3dB Bandbreite),
- Spannungsübertragungsfaktor -4dB (gemessen mit 50Ω Abschluss am Eingang)
- Versorgung lokal oder ferngespeist über das Koaxialkabel
- Stromaufnahme ca. 100mA
- Versorgungsspannung per Steckbrücke wählbar:
 - DC 18-24V mit on-board 15V Festspannungsregler (Standardeinstellung)
 - DC 12-15V stabilisiert und gesiebt/geglättet (on-board Spannungsregler überbrückt)
- Intermodulation 2. Ordnung, IP2 besser + 70 dBm.
- Intermodulation 3. Ordnung, IP3 besser + 30 dBm.
- Ausgangsimpedanz: Ausgelegt um 50 Ohm Koaxialkabel zu treiben
- Anschlussbuchse: BNC-50Ω
- Maximale Ausgangsleistung: größer +10dBm

Die „+“ Version der MegaWhip unterscheidet sich durch die Verwendung der SMD Variante MMBFJ310 anstelle der nicht mehr produzierten J310 FET im TO92 Gehäuse. Mit Ausnahme der SMD FETs und der beiden Transistoren für die Endstufe werden ausschließlich konventionelle, bedrahtete Bauelemente verwendet. Die Schaltung eignet sich daher gut als Selbstbauprojekt, Leiterplatten auf Anfrage.

Funktionsprinzip

Die BlueWhip MegaWhip ist eine Aktivantenne, die vorwiegend die elektrische Feldkomponente (E-Feld) einer Radiowelle auswertet. Das Prinzip: Ein im Verhältnis zur Wellenlänge kurzer Stab oder die Metallfläche einer kupferkaschierten Leiterplatte bilden die Antenne. Der nachfolgende Verstärker hat einen hohen 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 BlueWhip MegaWhip ist eine Breitbandantenne.

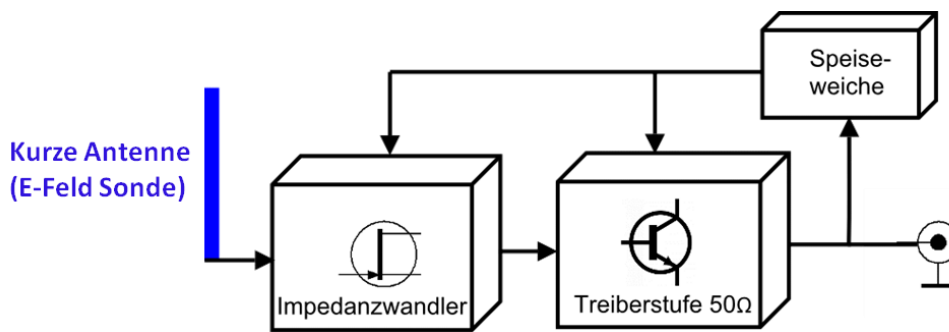


Bild 2 Impedanzwandler E-Feld Aktivantenne - Funktionsprinzip

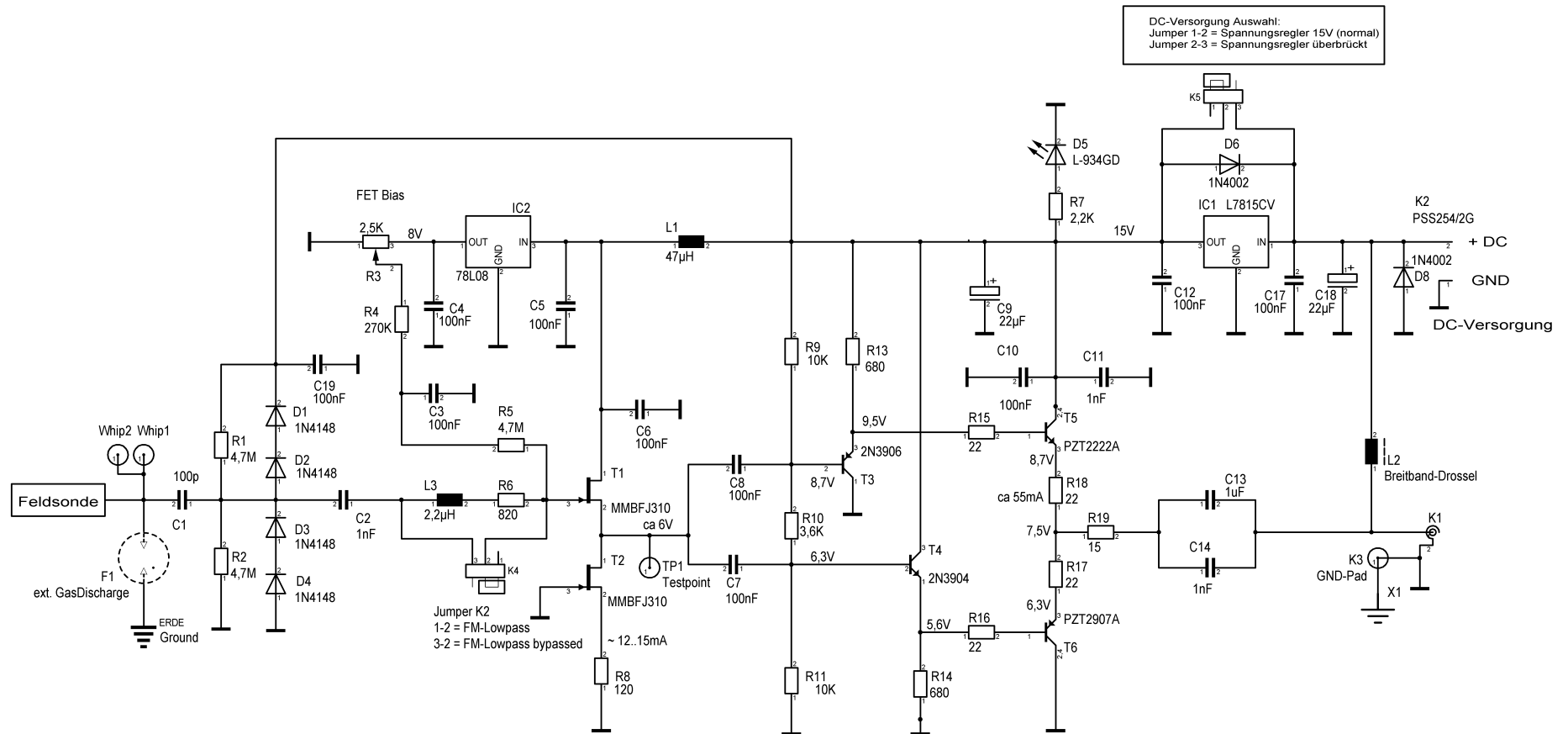
Beschreibung der Schaltung

Bild 3 zeigt das Schaltbild der MegaWhip+. Die typischen Spannungen des DC-Arbeitspunktes (bei 15V Betriebsspannung) sind eingezeichnet. 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 einen als Stromquelle geschalteten FET (T2) eingepreßt. T2 wirkt als dynamischer Lastwiderstand mit hoher Impedanz und verbessert die Linearität und das Intermodulationsverhalten. Damit T1 sicher aufgesteuert ist, wird sein Gate über eine stabilisierte Spannung aus dem Spannungsregler IC1 vorgespannt. Mit Poti R3 wird die Vorspannung der FET-Stufe eingestellt. Man dreht Poti R3 so, dass an Messpunkt TP1 etwa die halbe Betriebsspannung zu messen ist. Über die Variation der FET-Vorspannung kann der IP2 etwas optimiert werden.

Auf den FET Impedanzwandler folgt eine Gegentaktendstufe aus einem komplementären Push-Pull Emitterfolger. Medium Power Transistoren im SMD Gehäuse treiben den 50 Ω Ausgang. Anstelle von hochgezüchteten GHz HF-Transistoren die sehr empfindlich sind und zur Instabilität neigen, wurden bewährte Universaltypen gewählt. Sie sind robust und können als Emitterfolger bis weit in den VHF-Bereich vorteilhaft eingesetzt werden. Um eine gute Intermodulationsfestigkeit zu erreichen arbeitet die Ausgangsstufe im AB-Betrieb mit einem Ruhestrom von ca. 50mA. Der Ausgang der Treiberstufe ist mit einem Serienwiderstand R19 moderat zwangsangepasst, so dass ein fehlabgeschlossenes Koaxialkabel keine parasitären Schwingungen verursacht.

L3, R6 mit der Eingangskapazität von T1 bilden einen gedämpften Tiefpass zur Absenkung stark einfallender UKW-Sender. Damit fällt oberhalb von 30MHz die Übertragungskurve kontinuierlich ab. Mit der Steckbrücke K4 kann der Tiefpass überbrückt werden. Der Frequenzgang der Megawhip verläuft dann flach bis 150 MHz.

Vor dem Eingangs-FET sorgen vorgespannte Dioden als ESD-Feinschutz vor atmosphärischen Spannungen. Wird ein externer Antennenstab verwendet, wird zusätzlich ein externer Gasableiter nach Betriebs Erde als Grobschutz empfohlen. Die LED D5 dient als Betriebsanzeige.



Im Schaltbild eingezeichnete Spannungen sind Richtwerte und können bauteilabhängig variieren.

Bild 3 Schaltbild

Die Mega-Whip kann in ein HT PVC Rohr wettergeschützt eingebaut werden. Falls die integrierte Antennenfläche bei VLF nicht ausreicht, kann man die Antennenfläche kürzen und stattdessen einen externen Antennenstab (Whip) über den Lötanschluss „Whip1 oder Whip2“ anschließen. Mit zunehmender Größe eines externen Antennenstabes steigt jedoch auch die Gefahr, dass bei zunehmender Zahl gleichzeitig anstehender starker Empfangs-Signale Intermodulationsprodukte auftreten können.

Die Versorgung für die Aktivelektronik erfolgt entweder lokal oder per Fernspeisung über das Koaxialkabel, Pluspol auf dem Innenleiter. Die speziell gewickelte Breitbanddrossel L2 auf einem Doppellochkern lässt den Betrieb von VLF bis VHF zu. Es sind zwei Versorgungs-Varianten durch Umstecken einer Steckbrücke möglich:

Standardbestückung mit on-board 15V Festspannungsregler IC1. (Default: Steckbrücke K5, in Stellung P1-2). Für eine ausreichende Regelreserve soll die zugeführte DC-Versorgungsspannung 3V über der Ausgangsspannung des Festspannungsreglers liegen. Min. 18V beim 15V Regler, min 15V beim 12V Regler. Variante ohne Festspannungsregler. Der Festspannungsreglers IC1 wird mit der Steckbrücke K5 (in Stellung P2-3) überbrückt (Bild 11). In diesem Falle ist eine extern stabilisierte, saubere DC Versorgungsspannung von 12 bis 15V erforderlich.

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 BN73-0202 gewickelt. Als Wickeldraht eignet sich lötfähiger Kupferlackdraht vom Durchmesser 0,25...0,4 mm. Beim Wickeln ist darauf zu achten, dass die Lackisolierung an den scharfen Kanten des Ferritkerns nicht abgeschleudert wird und keine Kurzschlüsse entstehen. Mehrfach isolierter Kupferlackdraht (Rupatex) ist vorzuziehen. Es werden 3 + 7 + 3 Windungen entsprechend dem gezeigten Wickelschema gewickelt. Die Windungszahl ist unkritisch, es dürfen auch mehr Windungen sein. Vor dem Einbau werden die Drahtenden sorgfältig verzinnt. Es empfiehlt sich, später beim Einbau den Doppellochkern der Fernspeisedrossel mit geeignetem flexiblen Kleber (z.B. Pattex Repair 100% SMP Kleber) an der daneben liegenden BNC-Buchse zu fixieren.

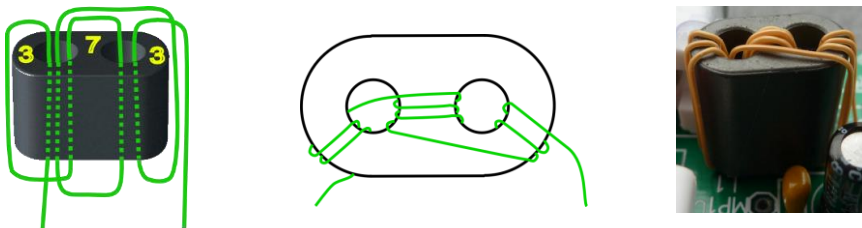


Bild 5 Wickelschema L4 Breitband Drossel 1mH

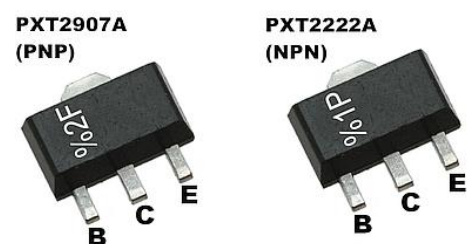
Bestückung der Platine

Die doppelseitige Leiterplatte hat die Abmessungen 200 x 40mm. Auf der Leiterplatte ist der Verstärkerteil untergebracht sowie eine Kupferfläche mit den Abmessungen 125x40mm als Antenne und Feldsonde.

Zuerst bestückt man die SMD-Transistoren T1 und T2, sowie T5 und T6 auf der Unterseite der Platine (Bild 10)

Bild 6 rechts: Markierung der SMD Transistoren T5, T6.

Danach werden die bedrahteten Bauteile von oben bestückt und sauber verlötet und abgeschnitten. Zunächst die flachen und zum



% = Platzhalter für Codebuchstaben des Fabrikationsorts

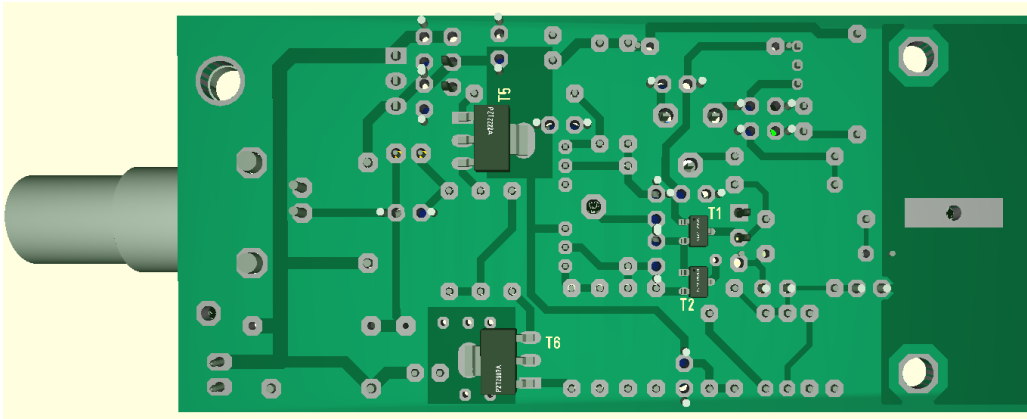


Bild 10 – Bauteile unten

Steckbrücken – Jumper

Die Bluewhip MegaWhip+ hat zwei 3-polige Pfostenleisten mit einer umsteckbaren Kurzschlussbrücke (Jumper). Damit kann zwischen verschiedenen Betriebseinstellungen gewählt werden:

- Steckbrücke K4: UKW-Tiefpass ON – OFF; (OFF = Flat, ON = mit UKW-Absenkung)
- Steckbrücke K5: Auswahl: on-Board Spannungsregler – Bypass (extern stabilisierte Versorgung)

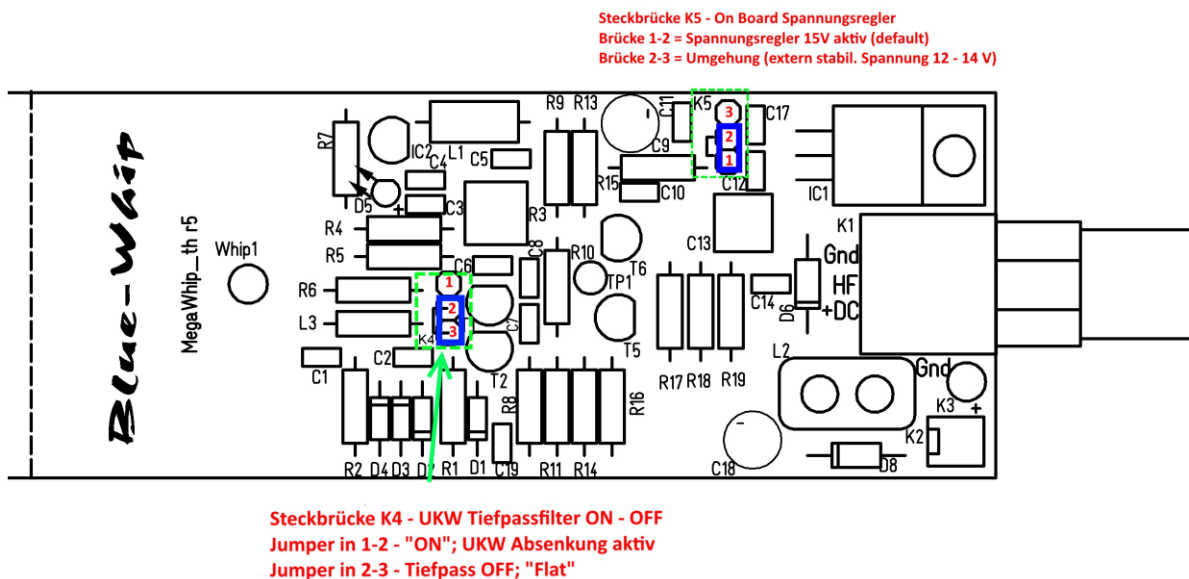


Bild 11 Lage der Steckbrücken für UKW-Tiefpass und On-Board Spannungsregler

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. Noch einmal sorgfältig die richtige Polarität und Einbaurichtung der Dioden, Transistoren und der Elkos prüfen. Das Poti R3 wird auf Mittelstellung gedreht.

Die Betriebsspannungs-Versorgung kann entweder lokal über den DC-Anschluss Pfostenleiste 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 stabilisierten Netzgerät mit einstellbarer Spannung und Strombegrenzung. Die Strombegrenzung wird auf 150mA eingestellt. Dann die Versorgung-Spannung langsam von 0 auf 18V (bei überbrücktem Spannungsregler auf 12V) hochregeln. Wenn die Spannung dabei zusammenbricht, ist noch ein Fehler vorhanden der erst beseitigt werden muss. Wenn alles in Ordnung ist, leuchtet die Betriebsanzeige D5 und die Gesamtstromaufnahme sollte bei 12V Betriebsspannung typisch 90 - 100 mA betragen.



Hinweis: Bei lokaler Speisung über die Pfostenleiste K2 liegt die DC-Speisespannung über L2 auch auf dem Innenleiter der BNC-Anschlussbuchse!

Mit Poti R3 wird die Gate-Vorspannung von T1 eingestellt. Man misst mit einem Messgerät die Spannung an Testpunkt TP1 gegen Masse/GND. Dann wird das Poti so eingestellt, dass an TP1 etwa eine Spannung im Bereich zwischen 5,5 und 6 Volt anliegt.

Stimmen alle Spannungen, kann über eine Fernspeiseweiche versorgt werden. Wird jetzt ein Empfänger angeschlossen, muss sich beim Zuschalten der Versorgungsspannung der Aktivantenne eine deutliche Zunahme des Empfangsrauschens feststellen lassen.

UKW-Tiefpass

Zur Absenkung der Signale von nahen UKW-Sendern ist ein Tiefpass L6/R6/C_{gs} (von T1) vorhanden. Durch den Tiefpass sinkt der Ausgangspegel ab 35MHz kontinuierlich ab. Bei 88MHz am Anfang des UKW Bandes wird eine Absenkung von ca 20dB erreicht. Diese UKW-Absenkung kann durch umstecken der Steckbrücke K4 umgangen werden (Instruktionen in Bild 11). Ohne zugeschaltete UKW Absenkung ist der Frequenzgang der Megawhip glatt bis in den VHF Bereich.

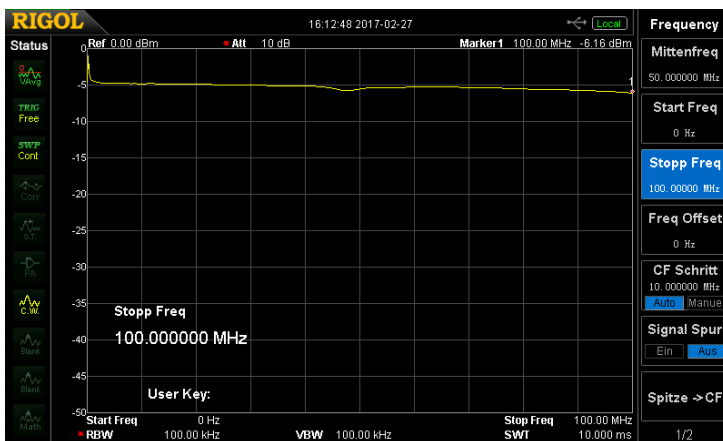


Bild 12 Übertragungsverhalten der Mega-Whip; „Flat“ (links) und mit zugeschaltetem UKW-Tiefpass (rechts unten)



Fernspeisung

Für die Zuführung der Betriebsspannung über das Koaxialkabel ist eine Fernspeiseweiche erforderlich. Mit aktivem Spannungsregler IC1 soll die gesiebte DC-Versorgungsspannung im Bereich von 18 bis 24 V liegen. Bei überbrücktem Spannungsregler IC1 wird eine stabilisierte und saubere Gleichspannung von 12 V bis 15 V benötigt. Das verwendete Netzteil soll mindestens 150mA Strom liefern können. Der Pluspol der Versorgungsspannung muss auf dem Innenleiter liegen, der Minuspol auf dem Schirm des Koaxialkabels.

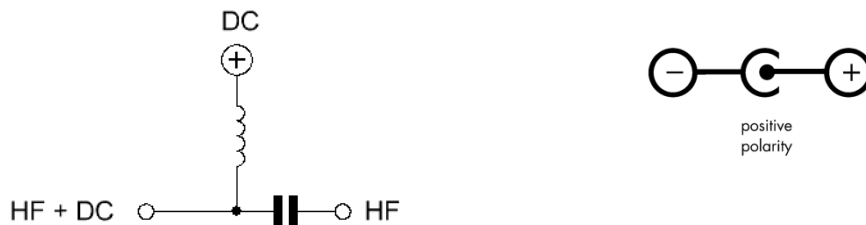


Bild 13: Prinzip einer Fernspeiseweiche

Die Fernspeiseweiche muss für den genutzten Frequenzbereich geeignet und für die oben genannte Spannungen und Ströme ausreichend bemessen sein. Sie soll eine gute Entkopplung zwischen dem DC-Port und den HF-Ports aufweisen. Die Baumappte für eine geeignete Fernspeiseweiche kann hier heruntergeladen werden.

Link: [Bias-Tee Basic-100 Fernspeiseweiche](#)

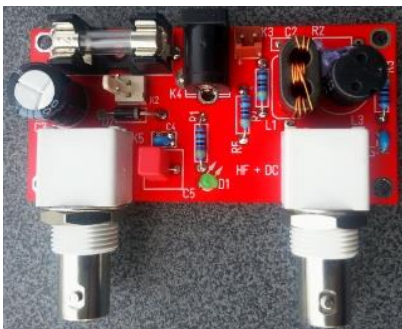


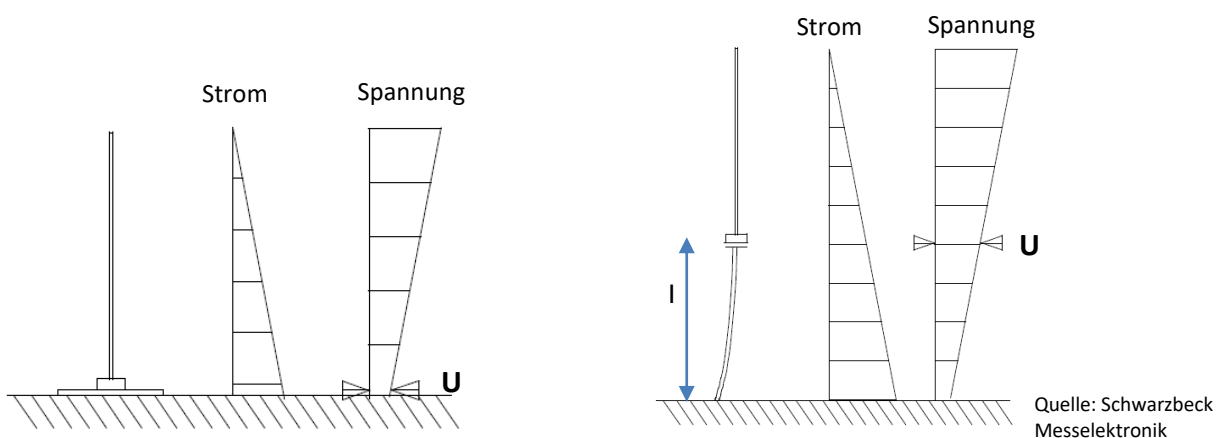
Bild 14. Foto Fernspeiseweiche - Bias-T Basic

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 der 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.

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.

Aktivantenne störungsarm betreiben

Aktivantennen wie die Mega-Whip platziert man außerhalb des häuslichen Störnebels. Indoorbetrieb bringt keinen zufriedenstellenden Empfang. 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.

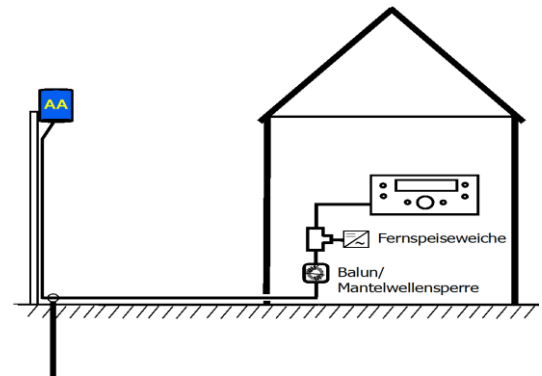


Bild 15 Aufstellung

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.

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 eingestrahlt Störungen. Störarme Leitungsführung und Erdung erscheint manchmal wie Stoff für Druiden, aber ohne Zaubertrank hilft meist Probieren

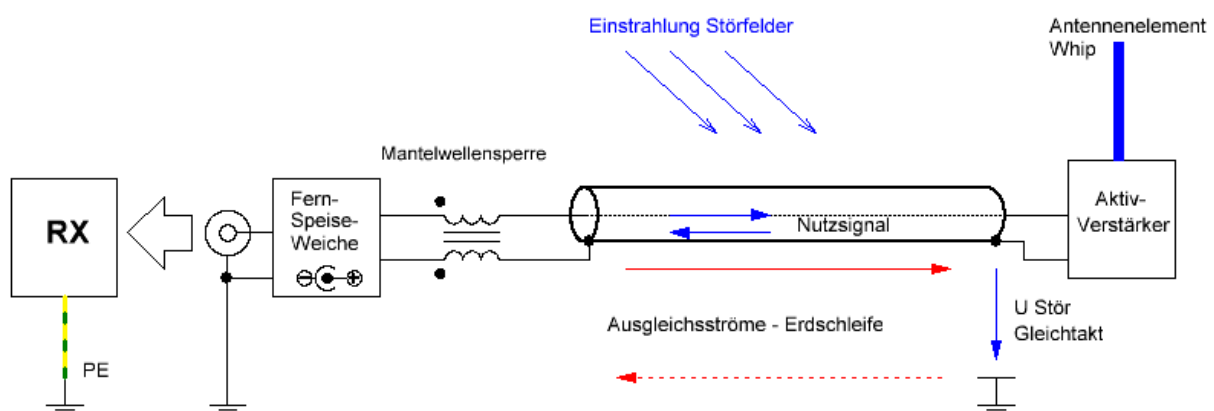


Bild 15: Störungs-Einkoppelung über Erdschleife und Schirm der Speiseleitung

Der Masseanschluss des Verstärkers bzw. der Außenleiter der Koaxbuchse sollte auch aus Schutzgründen auf kurzem Wege mit einem Erder oder dem geerdeten Montagemast 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.









Kurz Zusammengefasst

- Der hochohmige Verstärker der Mega-Whip Aktivantenne nimmt die Potentialdifferenz (Spannung) zwischen dem Antennenelement und dem „Erde“/Masse-Potential am BNC-Anschluss der Whip 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 zumindest ein ausreichendes 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


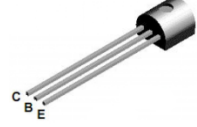
- [1] Pieter-Tjerk de Boer, PA3FWM, [„Fundamentals of the Mini-Whip Antenna“](#)
- [2] Pieter-Tjerk de Boer, PA3FWM, [“Grounding of Mini-Whip and other active whip antennas”](#)
- [3] Detlev Burchard, *“Active Reception Antennas”*, VHF Communications, 2 and 3 /1996
- [4] Owen Duffy, VK1OD, *“How does 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.372-13 (2016) „Radio Noise“
- [7] Gerd Janzen *“Kurze Antennen”*, 1986
- [8] Siegfried Best *„Aktive Antennen für DX Empfang“*, ISBN 3-7723-1821-5
- [9] Guenter Fred Mandel, DL4ZAO, *“Whip-Tipps”*, www.dl4zao.de
- [10] Guenter Fred Mandel, DL4ZAO, [“Whip und Loop – Aktivantennen für den Empfang“](#)

Stückliste (Version th_r5, r6)

Pos	Anzahl	Bauteil Nr.	Wert / Type	Beschreibung / Typ	Pitch mm/ Package	Bildmuster (kann typbedingt in Form und Farbe abweichen)
1	1	C1	100pF	Keramik MLCC Kondensator NP0/COG	2,54mm	 Wert-Aufdruck: 100pF bzw. 101
2	10	C3,C4,C5,C6,C7,C8,C10, C12,C17,C19	100nF	Keramik MLCC Kondensator X7R	2,54mm	 Wert-Aufdruck:104
3	2	C9,C18	22µF - 35V	Elko-Radial, low ESR, 105° D=6mm,	2,5mm	
4	4	C2, C11,C14,C15	1nF	Keramik MLCC Kondensator NP0/COG	2,54mm	 Wert-Aufdruck:102
5	1	C13	1uF / 50V	PE Folienkondensator ; e.g. WIMA MKS02	2,54mm	
6	4	D1,D2,D3,D4	1N4148	Siliziumdiode	DO35	
7	1	D5	L-934GD	LED, D=3mm, grün	2,54	
8	2	D6, D8	1N4002/3/4	Silizium Gleichrichterdiode	DO41	

9	1	IC1	L7815CV	Festspannungsregler	TO220	 IN GND OUT
10	1	IC2	L78L08	Festspannungsregler	TO92	
11	1	K1	BNC-BUCHSE 50Ohm	BNC-BUCHSE_ABGEWINKELT		
12	1	K2	PSS254/2G	Platinensteckverbinder 2-pol Pfosten und Stecker mit Kabel		
13	1	K4, K5	1x3 Stiftleiste	3-pol Pin Header 2,54mm	2,54	
14	2	K4, K5	Jumper	Steckbare Kurzschlussbrücke		
15	1	L1	47μH	Festinduktivität 10,16x3,5mm, axial Inductor Fastron Serie SMCC	10x3,5mm	 gelb-violett-schwarz
16	1	L2	Speisedrossel	Amidon Doppellochkern BN73-0202		 siehe Wickelanleitung imText
17	1	L3	2,2μH	Festinduktivität 10,16 x 3,5mm, axial Inductor Fastron Serie SMCC	10x3,5mm	 rot-rot-gold

18	3	R1,R2,R5	4,7M	Widerstand Metallschicht	0207	
19	1	R3	2,5K	6mm TrimPot CA6V / ACP; PT6-L / Piher; 3306F /Bourns	5,08	
20	1	R4	270K	Widerstand Metallschicht	0207	
21	1	R6	820	Widerstand Metallschicht	0207	
22	1	R8	120	Widerstand Metallschicht	TO92	
23	1	R7	2,2K	Widerstand Metallschicht	0207	
24	2	R9,R11	10K	Widerstand Metallschicht	0207	
25	1	R10	3,6K	Widerstand Metallschicht	0207	
26	2	R13,R14	680	Widerstand Metallschicht	0207	
27	4	R15, R16,R17,R18	22	Widerstand Metallschicht	0207	
28	-	absichtlich leer	-	-	-	-
29	1	R19	15	Widerstand Metallschicht	0207	
30	2	T1,T2	J310	n-JFET (Onsemi)	SOT23 SMD	
31	1	T5	PXT2222A	NPN Medium Power Transistor	SOT89 - SMD	
32	1	T6	PXT2907A	PNP Medium Power Transistor	SOT89 - SMD	

33	1	T3	2N3906	PNP Transistor	TO92	
34	1	T4	2N3904	NPN Transistor	TO92	

Link zu einem Warenkorb der Firma Reichelt:

<https://www.reichelt.de/my/1386222>

Der Warenkorb ist ohne Gewähr und dient zur Orientierung. Maßgeblich sind die Angaben in der Stückliste.

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

- Position 30 (MMBFJ310, n-JFET)
- Position 31 (PXT2222A, npn)
- Position 32 (PXT2907A, pnp)

Notizen

