

UniWHIP

Aktivantenne

Manual und Baubeschreibung

Günter Fred Mandel



Inhalt

Allgemeines	2
Eigenschaften:.....	2
Beschreibung der Schaltung.....	3
Aufbau und Bestückung der Leiterplatte	5
Wickeln der Fernspeisedrossel.....	5
Bestückung der Platine	5
Inbetriebnahme	7
UKW-Tiefpass.....	7
Fernspeisung.....	8
Aktivantenne störungsarm betreiben	9
Stückliste	11

Whip-Tipps – jede Menge Info zu Aufstellung, Betrieb und Funktionsweise hier downloaden:

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

Die dl4azo UniWHIP

- Aktive 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 wenig nach
- Ideal für Bandbeobachtung, Radiomonitoring und für SDR

Allgemeines

Die UniWhip Aktivantenne ist eine leistungsfähige Variante einer einfachen Impedanzwandler-Aktivantenne nach Art einer Mini-Whip (*Die Bezeichnung „Mini-Whip“ hat sich als Synonym für derartige Aktivantennen eingebürgert*)

Der „High Impedance Low Capacity Wideband Buffer Amp“, eine Kombination von JFET und PNP Transistor, findet sich in einer frühen App-Note von TI/National. In der Zeitschrift Elrad und in [5] war das schon 1979 als Aktivantenne vorgeschlagen. Pieter-Tjerk deBoer, PA3FWM hat ihn wiederentdeckt und mehr Ruhestrom verpasst. Seine Messungen ergaben einen beeindruckenden IP3 Wert von 40dBm. Ein Verstärker ähnlicher Bauart ist seit Dez. 2017 als Aktivantenne an dem bekannten Web-SDR in Twente im Einsatz.

Bei der UniWhip werden überwiegend SMD Bauteile verwendet. Wegen der überschaubaren Anzahl an Bauteilen und ausreichenden Abständen dazwischen, eignet sich die UniWhip als Einsteiger-Projekt für den Selbstbau mit SMD-Bauteilen.

Eigenschaften:

- Abmessungen der Platine:
 - UniWhip:100 x 40mm, davon 52 x40mm integrierte Antennenfläche (E-Feldsonde)
 - UniWhip-short: 50mm x 40 mm, für den Anschluss eines externen Stabs/Whip (E-Feldsonde)
- Frequenzbereich 15kHz bis 150MHz ($\pm 3\text{dB}$), 50kHz bis 100MHz $\pm 1\text{dB}$,
- Frequenzbereich mit steckbarer UKW-Absenkung: 15kHz -30MHz, $\pm 3\text{dB}$
- Spannungsübertragungsfaktor 0dB
- Versorgung lokal oder ferngespeist über das Koaxkabel (Fernspeiseweiche erforderlich)
- Versorgungsspannung DC 12V - 14V stabilisiert. Stromaufnahme ca. 70mA
- Intermodulation 2. Ordnung, IP2 besser + 70 dBm.
- Intermodulation 3. Ordnung, IP3 besser + 35 dBm.
- Ausgangsimpedanz: Geeignet um 50 Ohm Koaxialkabel zu treiben
- Anschlussbuchse: BNC-50 Ω
- Maximale Ausgangsleistung: +10dBm.
- Ausgangsimpedanz: Geeignet um 50 Ohm Koaxialkabel zu treiben
- Anschlussbuchse: BNC-50 Ω

Trotz ihres einfachen Aufbaus erhält man mit der UniWhip eine leistungsfähige Aktivantenne mit beeindruckenden Empfangs-Eigenschaften, die im Vergleich mit kommerziellen Produkten überzeugen kann.

Funktionsprinzip

Die UniWhip ist eine Aktivantenne, die vorwiegend auf die elektrische Feldkomponente (E-Feld) einer Radiowelle anspricht. Zum grundsätzlichen Prinzip einer E-Feld Aktivantenne:

Ein im Verhältnis zur Wellenlänge kurzer Stab (Whip) 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 UniWhip ist daher eine Breitbandantenne.

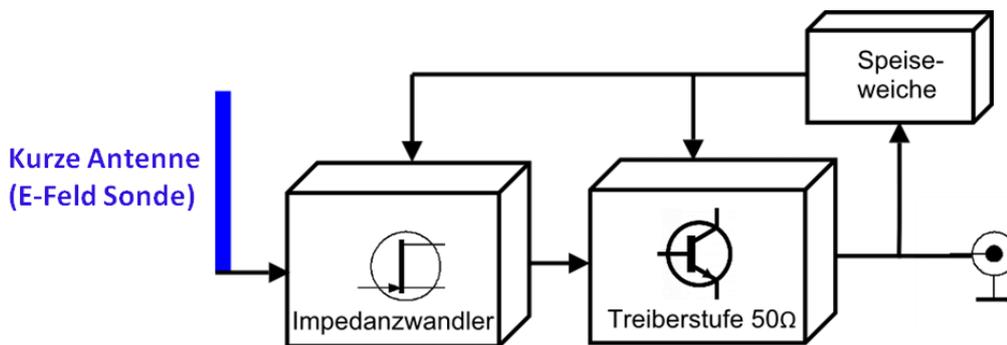


Bild 2 Impedanzwandler E-Feld Aktivantenne - Funktionsprinzip

Beschreibung der Schaltung

Die hochohmige Impedanzwandler-Stufe ist eine Kombination aus einem rauscharmen FET Sourcefolger der über einen PNP-Transistor seriell gegengekoppelt ist. Das ergibt einen Breitband-Pufferverstärker mit hoher Eingangsimpedanz und kleiner Eingangskapazität. Messungen von Pieter-Tjaerk de Boer, PA3FWM, dem Entwickler des Web-SDR an der Uni Twente haben ergeben, dass dieser Schaltungskniff mit geeigneten Transistoren und bei einem Arbeitspunkt mit hohem Ruhestrom auch als Impedanzwandler für eine Aktivantenne sehr linear arbeitet und weniger Intermodulation verursacht, als ein Emitterfolger direkt nach dem FET, so wie er in den MiniWhips verbreitet zu finden ist [6]

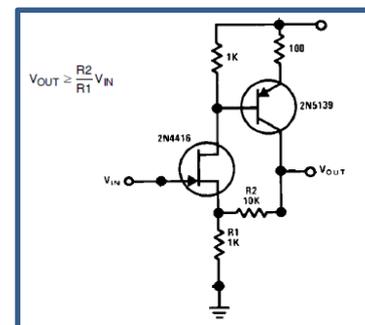


Bild 3 zeigt das Schaltbild der UniWhip. Ein Strom durch den FET erzeugt am Drainwiderstand R1 einen Spannungsabfall, der den PNP Transistor auf steuert. Dessen Strom fließt in den gemeinsamen Kollektor/Sourcewiderstand. Durch diese Art der Gegenkopplung übernimmt der PNP-Transistor die Hauptlast. Die Ausgangs-Last, die der FET Sourcefolger treiben muss, wird um die Wechselstromverstärkung des PNP-Transistors gemindert. Der FET arbeitet auf einen hohen dynamischen Lastwiderstand, was der Linearität zu Gute kommt.

Der Ausgang ist mit einem Serienwiderstand moderat zwangsangepasst, so dass auch ein fehlabgeschlossenes oder offenes Koaxialkabel keine Schwingneigung verursacht. Ein Spannungsteiler in der Gegenkopplung zwischen Kollektor und Source sorgt für eine leichte Verstärkung, gerade ausreichend, um die Verluste durch den Anpasswiderstand auszugleichen. Um eine hohe Linearität zu gewährleisten, wird Transistor T2 mit einem Ruhestrom von etwa 50mA betrieben. Die Lastwiderstände werden aus zwei oder

drei parallelen SMD Widerständen zusammengesetzt, um die darin erzeugte Verlustwärme aufzuteilen.

Vor dem FET ist ein Feinschutz mit vorgespannten Dioden vorgesehen, sie leiten Spannungsimpulse nach Masse ab. Die Induktivität L1 bildet mit der Eingangskapazität des FET einen Tiefpass, um die Verstärkung oberhalb von 30 MHz abzusenken. Diese UKW-Tiefpass kann mit einer Steckbrücke überbrückt werden. Der Frequenzgang verläuft in diesem Falle flach bis über 100 MHz.

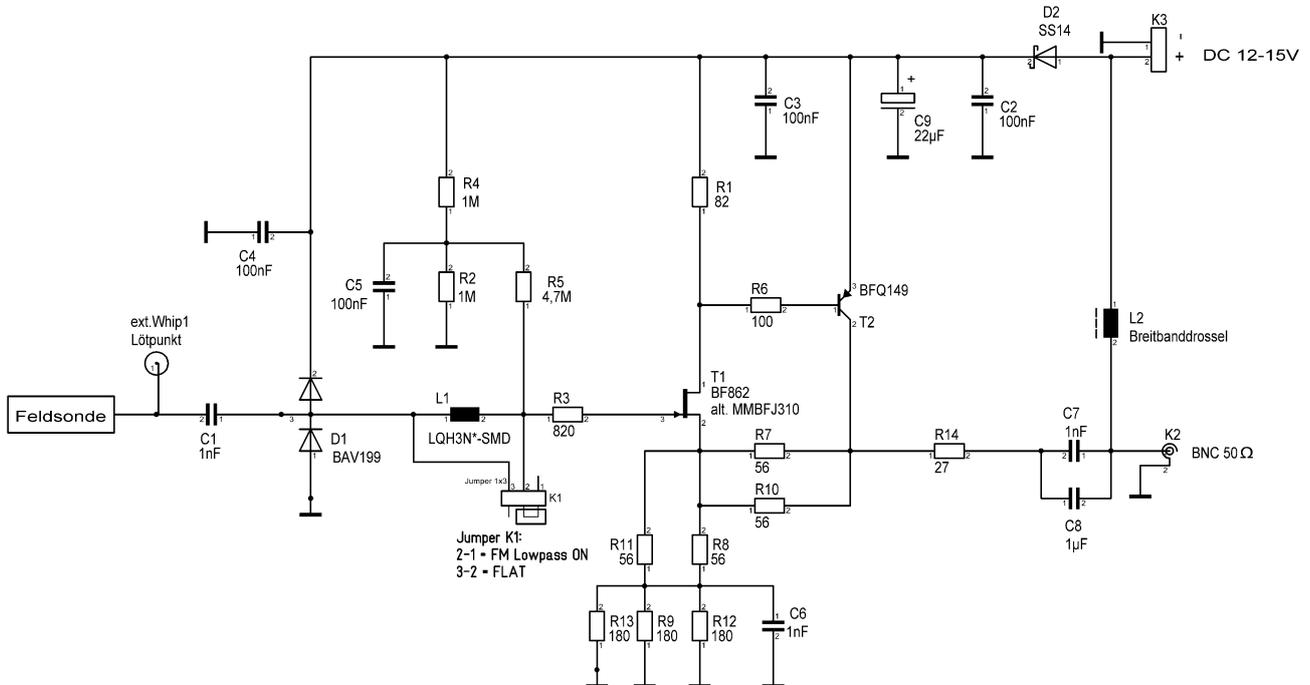


Bild 3 - Schaltbild der UniWhip Aktivantenne

Die UniWhip mit integrierter Antennenfläche kann in ein HT PVC Rohr 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 durch die Summierung vieler starker Einzelsignale Intermodulationsprodukte entstehen.

Die Short Version der UniWhip hat keine integrierte Antennenfläche, hier wird ein externer Stab als Antenne genutzt.

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 14V betragen. Die Breitbanddrossel lässt den Betrieb von VLF bis VHF zu.



Bild 4 : UniWhip im PVC Rohr

Aufbau und Bestückung der Leiterplatte

Wickeln der Fernspeisedrossel

Vor dem Beginn der Bestückungsarbeiten wird die Fernspeisedrossel L2 wie auf Bild 5 gezeigt auf einen Ferrit Doppellochkern Amidon BN73-0202 gewickelt. Als Wickeldraht eignet sich lötlbarer Kupferlackdraht vom Durchmesser 0,25...0,4 mm. Beim Wickeln ist darauf zu achten, dass die Lackisolierung an 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 verzinnt. Es empfiehlt sich, später beim Einbau den Doppellochkern der Fernspeisedrossel mit einem Klecks Heißkleber an der danebenliegenden BNC-Buchse zu fixieren.

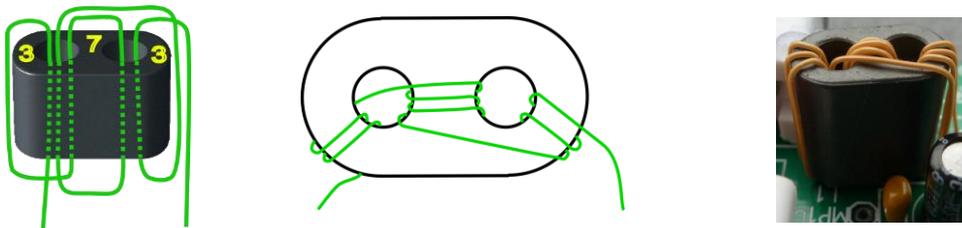


Bild 5 Wickelschema L4 Breitband Drossel 1mH

Bestückung der Platine

Es gibt zwei Ausführungen der Leiterplatte. Die Normalversion mit den Abmessungen 100mm x 40mm, davon dient eine Fläche von 50mm x 40mm der Kupferfolie als integrierte Antenne. Und die Short Version mit den Abmessungen 50mm x 40mm ohne Antennenfläche für den Anschluss eines externen Antennenstabes oder Antennenelementes. Die Bestückung der Verstärker-Elektronik ist bei beiden Leiterplatten identisch.

- Auf der Leiterplatte ist der Verstärkerteil untergebracht sowie - bei der Normalversion - eine Kupferfläche als integrierte Antenne und Feldsonde.
- Bei der Leiterplatten-Version UniWhip-sh (Short Version) fehlt die integrierte Antennenfläche. Hier wird an dem Lötpad „ext. Whip“ ein externer Antennenstab (Whip) angeschlossen.

Es empfiehlt sich, mit der Bestückung der SMD Bauteile zu beginnen. Die kleinsten Bauteile zuerst, danach die größeren. Erst danach die bedrahteten Bauteile von oben bestücken. Zuerst die flachen und zum Schluss die hohen Bauteile wie z.B. die BNC Buchse. Ganz zuletzt die Fernspeisedrossel. Den Kern mit einem Klecks Kleber an der Platine fixieren.

Beim Bestücken der Dioden und Transistoren ist auf die richtige Polung zu achten. Die Kathode der Dioden ist auf dem Gehäuse mit einem Strich gekennzeichnet. Der Elko C9 muss ebenfalls richtig gepolt eingebaut werden. Sein Minusanschluss (GND/Masse) ist mit einem schwarzen Balken oder einem Minuszeichen gekennzeichnet.

Tipps zum SMD Löten im kleinen Werkstattbrevier (pdf) zum Herunterladen
<http://www.dl4zao.de/downloads/Werkstattbrevier.pdf>

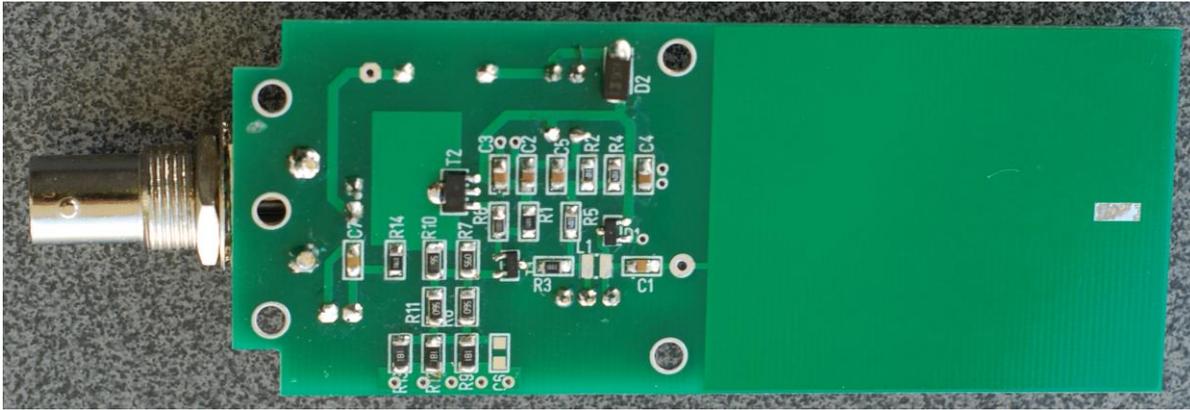


Bild 9 – Bauteile unten

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.
- Die Betriebsspannungs-Versorgung kann entweder lokal über den DC-Anschluss Pfosten K3 oder per Fernspeisung über das Koaxialkabel erfolgen. Dabei auf die richtige Polarität achten: der Pluspol muss auf Pin 2 der Pfostenleiste K3 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 soll die Gesamtstromaufnahme bei 12V typisch etwa um 75 mA betragen.
- 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_{GS} vorhanden. Durch den Tiefpass sinkt der Ausgangspegel ab 40MHz kontinuierlich ab. Bei 88MHz am Anfang des UKW Bandes wird eine Absenkung von ca 20dB erreicht. Diese UKW-Absenkung kann durch Umstecken der Steckbrücke K3 umgangen werden. (Bild 8)

Ohne UKW-Absenkung (Jumper „Flat“) ist die UniWhip bis in den VHF-Bereich und darüber nutzbar. Da eine E-Feld Impedanzwandler Aktivantenne ihren vornehmlich auf Frequenzen unter 20 MHz ihre Vorteile ausspielt, empfiehlt es sich, den UKW-Tiefpass zu aktivieren.

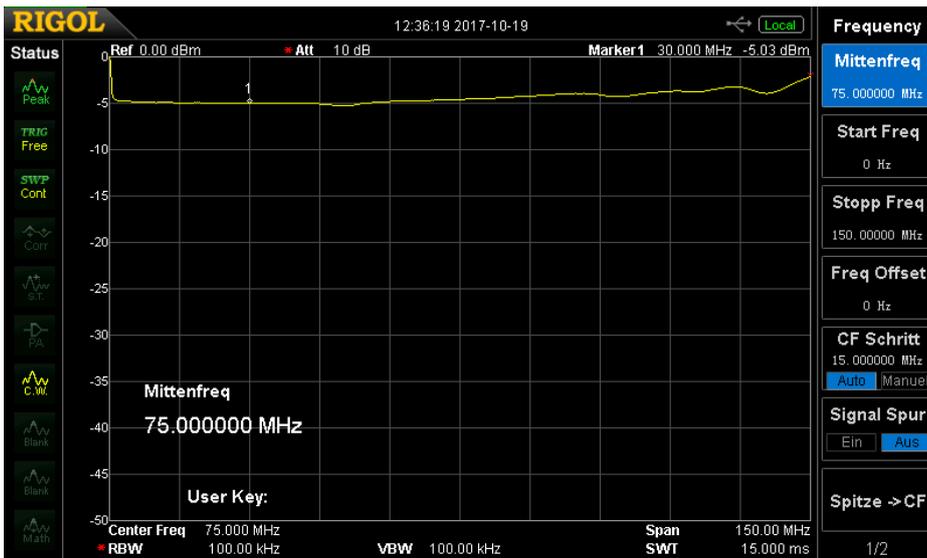


Bild 10 – Frequenzgang Aktivelektronik der UniWhip Aktivantenne in Stellung „Flat“

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.

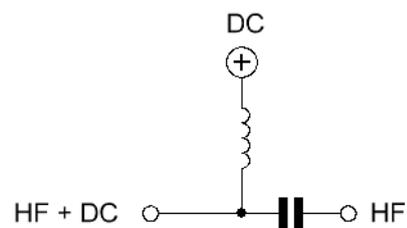


Bild 11: Prinzip einer Fernspeiseweiche

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](#)

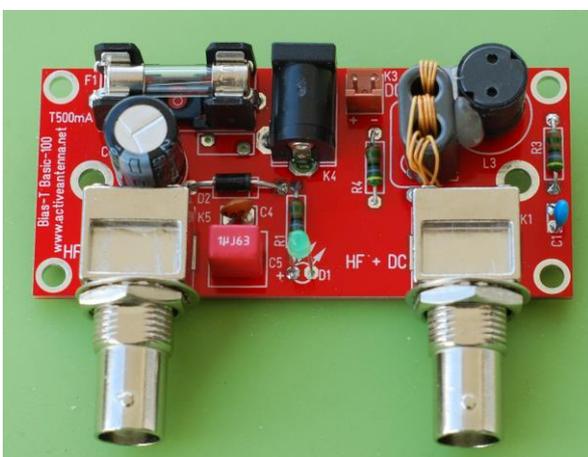


Bild 12 Fernspeiseweiche - Bias-T Basic

Tipps zur Strahlerlänge und zur Aufstellhöhe

Die Empfangsspannung (Signal + externes Rauschen) einer E-Feld Whip-Antenne nimmt mit der Länge des Antennenstabs und zusätzlich noch mit der Höhe über der leitenden Erde 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 bzw. ihre Montagehöhe wählt man sinnvoll so, bis eine größere Höhe nur noch eine Zunahme des Gesamtpegels aber keine Verbesserung des SNR mehr bewirkt. Die Whip5 ist für Strahlerlängen von 50cm bis 1m ausgelegt. Um Übersteuerungen zu vermeiden soll die Aufstellhöhe 2m nicht überschreiten. Bei der Montage an einem leitfähigen Trägermast, muss das Antennenelement der Whip über den Mast hinausragen.

Der ideale Aufstellungsort für eine Whip wäre direkt über einer ausgedehnten Metallfläche z.B. einem niedrigen Blechdach als Massefläche oder über einer gutleitenden HF-Erde mit einem Radialsystem.

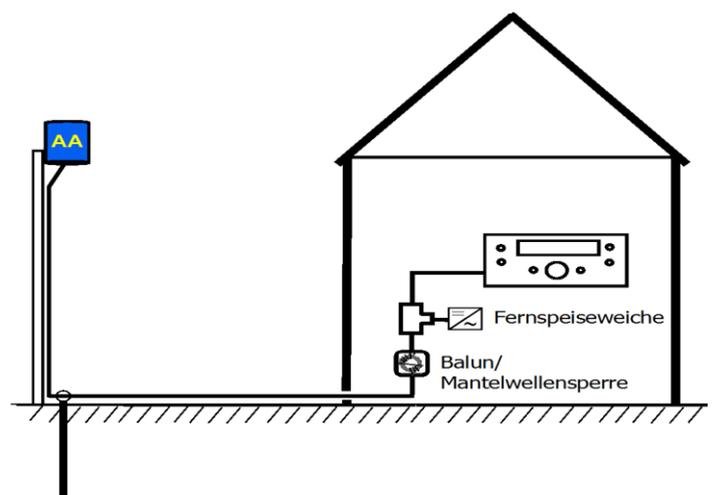
Der Mast, sowie das speisende Koaxialkabel sind wirksame Bestandteile des Aktivantennensystems. Bei der Montage auf einem Mast wird das Bezugspotential für die Aktivantenne vom Schirm der Koaxleitung oder z.B. einem geerdeten Tragmast bereitgestellt. Das Empfangssignal entsteht aus der Spannung (Potentialdifferenz) 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 vom Spannungspegel der Eingangs-Spannung am Empfänger abhängig, sondern wird in erster Linie durch den Abstand zwischen Nutzsignal und dem Rauschen bestimmt, dem Signal-to Noise Ratio (abgekürzt: S/N oder SNR). Eine Aktivantenne kann nicht zwischen dem gewollten Nutzsignal und dem gleichzeitig empfangenen externen Rauschen unterscheiden.

Aktivantenne störungsarm betreiben

Aktivantennen wie die *UniWhip* platziert man am besten außerhalb des häuslichen Störnebels. Die hochohmige Feldsonde fängt Nahfeldstörungen von Störquellen wie Schaltnetzteilen, TV-Geräten, Energiesparlampen und Modems auf.

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 auch über diesen Weg Störspannungen und Ströme eingekoppelt werden. Ein Strombalun, der als Mantelwellensperre in das Koaxialkabel eingeschleift wird, hilft derartige Störungen zu minimieren.



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

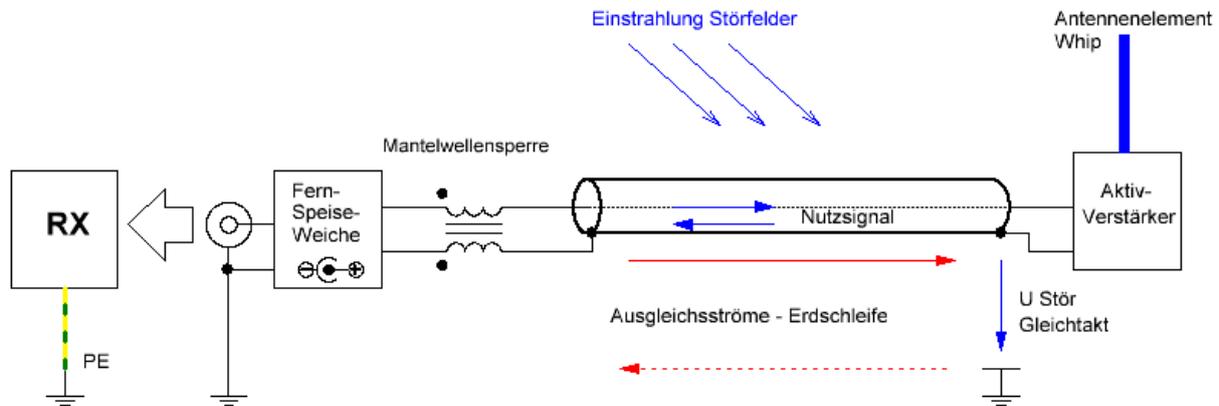


Bild 14: Störungseinkoppelung über Erdschleife und Schirm der Speiseleitung

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.

Mehr Info zu Aufstellung und Betriebe von Whip Aktivantennen in den Whip-Tipps zum Downloaden:

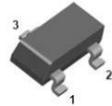
https://www.dl4zao.de/active_antenna/

Urheberrechtsvermerk

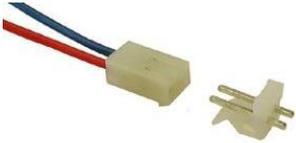
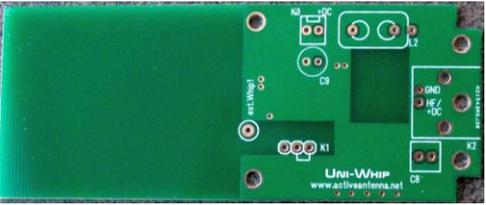
Dieses Dokument darf unter der Voraussetzung, dass Quelle und Name des Autors genannt werden für private und nichtkommerzielle Zwecke kopiert und unter gleichen Bedingung weitergegeben werden. Rechte Dritter sind zu berücksichtigen.

Günter Fred Mandel

Stückliste

Pos.	Anzahl	Bauteil Nr.	Wert / Type	Beschreibung / Typ	Pitch mm/ Package	Bildmuster (kann typbedingt abweichen)
1	3	C1,C6,C7	1nF	NPO Keramik MLCC Kondensator	SMD 0805	
2	4	C2,C3,C4,C5	100nF	X7R Keramik MLCC Kondensator	SMD 0805	
3	1	C8	1µF /50V	WIMA MKS-02, PET film-cap	2,54mm	
4	1	C10	22µF /25V	Elko / Low ESR, 105°C	2,5mm	
5	1	D1	BAV199	Dual Diode	SOT23/3	
6	1	D2	SS14	1A Schottky Diode	SMA	
7	1	K4	Pfostenleiste	3-Pin Pin-Header	2,54mm	
8	1	K4	Jumper	Kurzschlussbrücke		
9	1	L1	2,2µH	SMD Festinduktivität Murata LQH3N	1210	

10	1	L2	Breitband-Drossel	Ferrit Doppellochkern Amidon BN73-0202		 siehe Wickelanleitung im Text
11	2	R1,R6	100	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm
12	2	R2,R4	1Meg	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm
13	1	R3	820	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm
14	1	R5	4,7M	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm
15	4	R7,R8,R10,R11	56	1206	SMD 1206	 Aufdruck Wert in Ohm
16	3	R9,R12,R13	180	1206	SMD 1206	 Aufdruck Wert in Ohm
17	1	R14	27	0805	SMD 0805	 Aufdruck Wert in Ohm

18	1	T1	BF862 alt.: MMBFJ310	JFET Transistor	SOT223	
19	1	T3	BFQ 149	Medium Power PNP RF Transistor	SOT89	
20	1	K1	50Ω BNC	BNC Einbaubuchse BNC right angel jack for PCB		
21	1	K2	2pin Header	Nylon Board to Wire Header Reichelt PSS254 Verbinder	2,54mm	
22a	1	PCB	Leiterplatte/Printed Board Long version			
22b	1	PCB_s	Alternative Leiterplatte/Printed Board Short version			
23		Kupferlackdraht	1m, d= 0,2....0,4mm	Für Breitbanddrossel L2		

Notizen