FUNK AMATEUR

Störemissions-Ortungsgerät >EMV-Spion 2<

Komplettbausatz für ein handliches, batteriebetriebenes Nahortungsgerät zum Lokalisieren elektromagnetischer Störquellen

Bauanleitung

Bauanleitung für das Störemissions-Ortungsgerät ›EMV-Spion 2‹

FA-LESERSERVICE

Funkamateure werden bei der Ausübung ihres Hobbys zunehmend durch Störemissionen aus Billigelektronik, Schaltnetzteile, Energiesparleuchten usw. eingeschränkt.
Ein einfaches Ortungsgerät – wie der hier als Bausatz vorliegende EMV-Spion – kann helfen, derartige Störquellen zu lokalisieren und die Wirksamkeit von Entstörmaßnahmen zu prüfen. Mithilfe des eingebauten Miniaturlautsprechers, eines Kopfhörers oder eines optional anschließbaren Analysegeräts lassen sich Rückschlüsse auf die Art des Verursachers ziehen. Darüber hinaus ist das Gerät auch als NF-Signalverfolger bei der Reparatur elektronischer Geräte verwendbar.
Das von Michael Lass, DJ3VY, und Dr. Jochen Jirmann, DB1NV, entwickelte Ortungsgerät für Störemissionen wurde in [1] vorgestellt. Aus diesem Konzept entstand der inzwischen als überarbeitete Neuauflage vorliegende Komplettbausatz, der neben der SMD-vorbestückten Hauptplatine sämtliche benötigten Bauteile, ein bearbeitetes und bedrucktes Gehäuse sowie vier unterschiedliche, steckbare Suchantennen (Sonden) enthält.

Bild 1: Fertig aufgebauter EMV-Spion ohne aufgesteckte Sonde

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

Damit dieser Bausatz von jedermann und in relativ kurzer Zeit aufgebaut werden kann, wird die Hauptplatine bereits weitgehend vorbestückt geliefert, sodass keine SMD-Teile zu löten sind. Bei den wenigen, noch aufzulötenden Bauelementen kommen ausschließlich gut handhabbare bedrahtete Ausführungen zum Einsatz. Aus diesem Grund ist der Bausatz auch für Lötanfänger gut beherrschbar.

■ Erforderliches Werkzeug

Für den Aufbau ist folgendes Werkzeug erforderlich:

- temperaturgeregelter Lötkolben 60 W bis 80 W mit Bleistiftlötspitze, Lötzinn 0,5 mm bis 1 mm mit Flussmittelseele,
- Elektronik-Seitenschneider,
- Flachzange,
- Schraubendreher unterschiedlicher Größen,
- Multimeter.

■ Aufbau

Wer bislang wenig Erfahrung mit Bausätzen hat, sollte die nachstehende Anleitung Schritt für Schritt durcharbeiten. Routinierte Hobbyelektroniker müssen sich nicht an die vorgegebene Bestückungsreihenfolge halten. Wichtig ist vor allem, dass alle Bauelemente korrekt positioniert sind sowie Schalter und Buchsen auf der Platine aufliegen und nicht schief stehen.

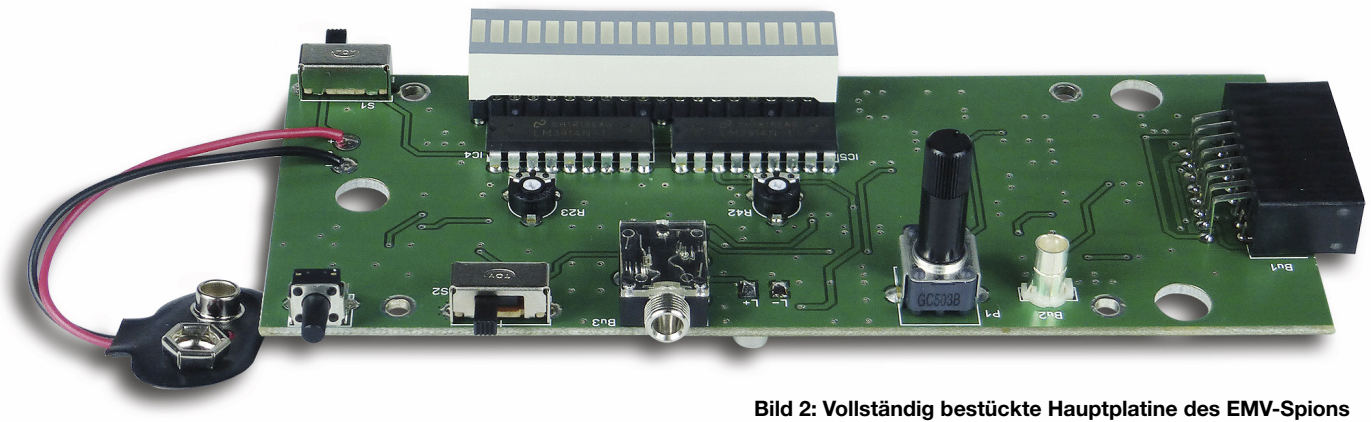


Bild 2: Vollständig bestückte Hauptplatine des EMV-Spions

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

Tabelle 1: Stückliste des Bausatzes

Bezeichnung	Wert/Typ	Anzahl	Bemerkungen
R23	10 kΩ	1	Einstellwiderstand
R42	2,5 kΩ	1	Einstellwiderstand
P1	50 kΩ	1	Potenziometer, stehend
IC4, IC5	LM3914	2	DIL-18
LED-Zeile	SRBG2000	1	
Bu1	Sondenfassung	1	16-polig
Bu2	Koaxialbuchse	1	Miniaturausführung
Bu3	Klinkenbuchse	1	3,5 mm, Stereo, liegend
S1, S2	Schiebeschalter	2	
S3	Taster	1	
Buchsenleiste	20-polig	2	Fassung für LED-Zeile
Batterieclip	T-Form	1	für 9-V-Blockbatterie
Schaltlitze		2	≈7 cm, isoliert, rot und schwarz
Abdeckstopfen	7,5 mm	1	für Koaxialbuchse
Zylinderschraube	M2 × 6	4	zur Platinenbefestigung
Unterlegscheibe	für M2	4	
Schaumgummistreifen		1	selbstklebend, Batteriefach
Hauptplatine		1	SMD-bestückt
Sondenplatine		4	
NF-Tastkopfplatine		1	NF-Signalverfolger
Cinch-Buchse		1	für NF-Tastkopfplatine
Gehäuse		1	einschließlich 3 Gehäuseschrauben

■ Bestückung der Hauptplatine

Sämtliche dem Bausatz beiliegenden Bauelemente werden auf der Oberseite der Platine bestückt und auf der Unterseite verlötet. Die Leiterplatte ist doppelseitig beschichtet und durchkontaktiert. Das begünstigt ein kompaktes, HF-taugliches Layout, erschwert aber bei einer versehentlichen Falschbestückung das Auslöten von Bauelementen. Man riskiert dabei die Zerstörung der Platine durch das Abheben von Lötaugen oder Leiterzügen. Aus diesem Grund ist beim Bestücken mit großer Sorgfalt und Umsicht vorzugehen.

Im Zweifelsfall kann die in Bild 2 abgebildete, fertig aufgebaute Platine während der Bestückungsarbeiten als Orientierung dienen.

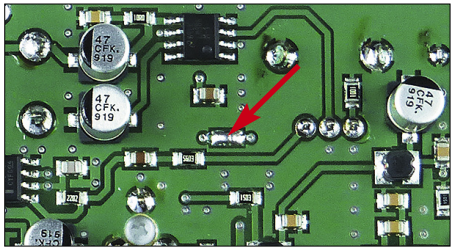


Bild 3: Zu schließende Lötbrücke auf der Platinenunterseite

Lötbrücke

Zuerst muss die Lötbrücke auf der Unterseite geschlossen werden (Bild 3). Sie ermöglicht die Auftrennung des Signalwegs zu Messzwecken, z.B. bei einer Reparatur. Vergisst man das Schließen der Brücke, funktioniert das Gerät später nicht.

Einstellwiderstände

Anschließend beginnt man die Bestückung zweckmäßigerweise mit den flachen Bauelementen. In diesem Fall sind dies die beiden (unterschiedlichen !) Einstellwiderstände R23 und R42.

Der Bestückungsplan auf Seite 12 findet sich auch im Aufdruck auf der Platinenoberseite wieder. Er stellt die Positionen der Bauelemente sowie ihre korrekte Einbaulage dar.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

Schaltkreise

Anschließend werden IC4 und IC5 bestückt. Ihre Positionierung ist im Bestückungsaufdruck erkennbar, die Einkerbung bzw. Markierung an der Schmalseite des betreffenden Schaltkreisgehäuses muss in die angegebene Richtung zeigen (Bild 4).

Beim Einlöten ist folgendes Vorgehen zu empfehlen: Zunächst wird das Bauelement mit seinen Anschlüssen in die entsprechenden Bohrungen der Platine gesteckt. Auf der Lötseite fixiert man einen der Anschlüsse mit etwas Lot.

Dann werden die richtige Position und die korrekte Ausrichtung des ICs nochmals geprüft und ein zweiter Anschluss verlötet. Notfalls kann man jetzt noch einmal nachjustieren oder das Bauelement relativ einfach wieder auslöten. Wenn alles stimmt, sind sämtliche Anschlusspins zu verlöten.

LED-Fassung

Die LED-Fassung besteht aus zwei separaten 20-poligen Präszisions-Buchsenleisten. Diese sind dafür zuständig, dass die 20-stellige LED-Zeile später die erforderliche Bauhöhe im Gehäuse erreicht.

Damit die beiden Buchsenleisten nicht schief eingelötet werden, fixiert man sie während des Einlötens mithilfe der aufgesteckten LED-Zeile. Die Buchsen müssen nach dem Einlöten exakt gerade und bis zum Anschlag in den Bohrungen der Platine sitzen.

Wenn die beiden Buchsenleisten eingelötet sind, kann die LED-Zeile wieder entfernt werden, damit sie bei den folgenden Arbeitsschritten nicht stört oder versehentlich beschädigt wird.

Schiebeschalter

Nun werden die beiden identischen Schiebeschalter S1 und S2 bestückt. Jeder muss mit seiner Unterseite vollständig auf der Platine aufliegen. Ihre Betätigungsknebel sollten dann waagerecht in Bezug auf die Platinenoberfläche stehen (Bild 5).

Am einfachsten gelingt dies, wenn zunächst einer der Lötstifte des jeweiligen Schalters provisorisch angelötet wird. Danach lässt sich der Schalter bei gleichzeitigem Erwärmen der Lötstelle noch bequem ausrichten. Wenn er schließlich die richtige Einbaulage hat, werden alle Anschlüsse sowie die beiden Gehäusefahnen verlötet.

Taster und Buchsen

Als Nächstes wird der Miniaturtaster S3 mit seinen Anschlüssen in die ensprechenden Bohrungen der Platine gesteckt. Er muss ebenfalls vollständig aufsitzen und

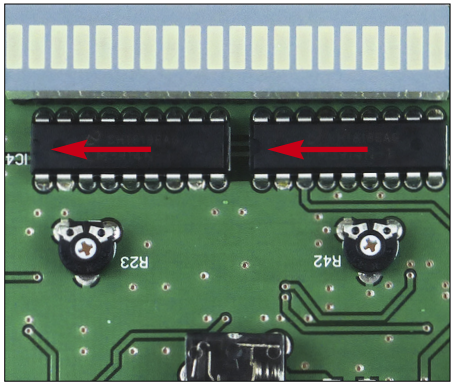


Bild 4: Positionierung der beiden ICs

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

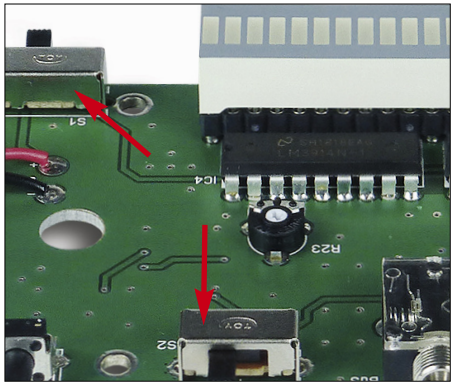


Bild 5: Schiebeschalter, Taster und Buchsen müssen auf plan der Platine aufliegen und korrekt ausgerichtet sein.

darf keinesfalls schief stehen. Anderenfalls besteht später die Gefahr, dass er nach dem Aufsetzen des Gehäusedeckels klemmt.

Die 3,5-mm-Klinkenbuchse Bu3 ist beim Einlöten so auszurichten, dass ihre Längsseite möglichst exakt rechtwinklig zur Platinenkante sitzt. Die Linien des Bestückungsaufdrucks für Bu3 können dabei als Orientierung dienen.

Die Miniatur-Koaxialbuchse sollte mit ihrer Anschlussseite auf der Platine aufsitzen und senkrecht stehen, bevor sie verlötet wird.

Anschließend ist der als Sondenfassung dienende 16-polige Steckverbinder zu bestücken. Er muss mit seinem Gehäuse flach auf der Platine aufliegen und gerade ausgerichtet sein.

Potenziometer

Zum Schluss ist das Potenziometer P1 mit seinen Anschlüssen und den Gehäusekontakten in die entsprechenden Bohrungen der Platine zu stecken, senkrecht auszurichten und einzulöten.

Damit ist die Bestückung der Hauptplatine abgeschlossen.

■ Erster Funktionstest

Bevor die Batterie für einen ersten Funktionstest angeschlossen wird, sollte man mit dem Ohmmeter prüfen, ob durch einen Bestückungs- oder Lötfehler möglicherweise ein Kurzschluss auf der Stromversorgungsleitung der Platine entstanden ist. Deshalb schließt man anstelle der Batterie an die mit + und – gekennzeichneten Lötaugen zunächst das Ohmmeter an und misst „in die Platine hinein“. Der angezeigte Wert sollte einige Kiloohm betragen. S1 muss dabei auf *Ein* stehen (Schieber in Richtung Batteriefach). Misst man einen Kurzschluss oder nur wenige Ohm, ist die Ursache für diesen Fehler zunächst zu finden und zu beseitigen.

Wenn alles in Ordnung ist, wird das schwarze Batterieanschlusskabel an den mit – bezeichneten Lötpin der Platine gelötet. Zwischen das Ende der roten Plus-Leitung und das +-Lötpin auf der Platine ist das Multimeter als Strommesser zu schalten. Nach dem Einschalten mit S1 sollte ein Strom von etwa 40 mA zu messen sein. Geringe, toleranzbedingte Abweichungen sind zulässig.

Das unterste Segment der LED-Zeile muss blinken. Die Stromaufnahme schwankt dementsprechend im Blinkrhythmus. Sollte alles in Ordnung sein, werden die Mess-

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

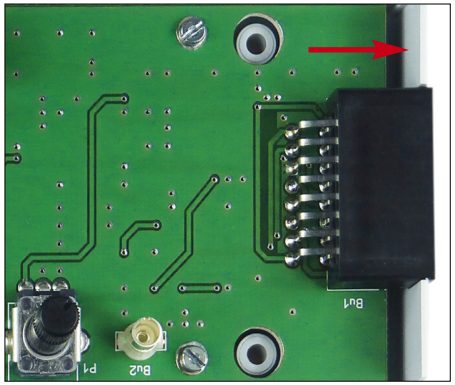


Bild 6: Die graue Stirnplatte (Pfeil) muss so ins Gehäuse eingeschoben werden, dass der Ausschnitt für den Sondensteckverbinder nach oben zeigt.

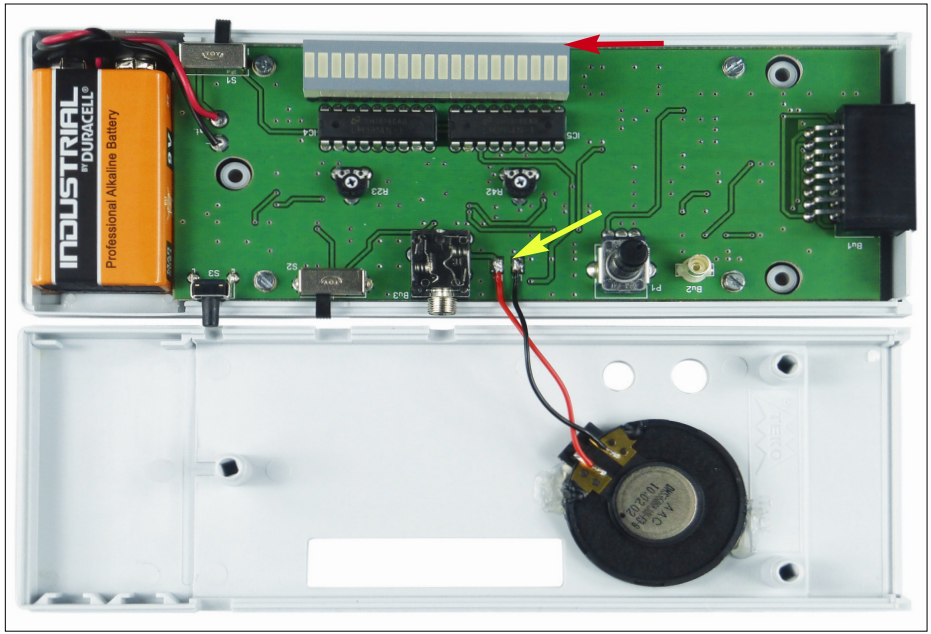


Bild 7: EMV-Spion nach dem Verdrahten des Lautsprechers und vor dem Schließen des Gehäusedeckels; der rote Pfeil kennzeichnet die Lage der Abschrägung am Gehäuse der LED-Zeile, der gelbe Pfeil zeigt auf die beiden Anschlusspads für die Lautsprecherzuleitung.

verbindungen aufgetrennt und das rote Plus-Kabel des Batterieclips an das +-Lötpin der Platine angelötet.
Anderenfalls ist die Platine auf Löt- und Bestückungsfehler zu überprüfen. Gefundene Fehler sind zu beheben.
Hinweis: Die Länge der beiden Kabel des Batterieclips ist sehr großzügig bemessen. Wem sie zu lang erscheint, der kann die Anschlusskabel entsprechend kürzen.

■ Zusammenbau

Zunächst ist die Stirnplatte in die Unterschale des Gehäuses einzuschieben. Der Ausschnitt für den Sondensteckverbinder muss nach oben zeigen (Bild 6). Anschließend wird die Hauptplatine vorsichtig in die Gehäuseunterschale gesetzt und ausgerichtet. Ihre Befestigung erfolgt mit vier Schrauben M2×6 nebst Unterlegscheiben. Die 20-polige LED-Zeile ist so in die Fas-

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

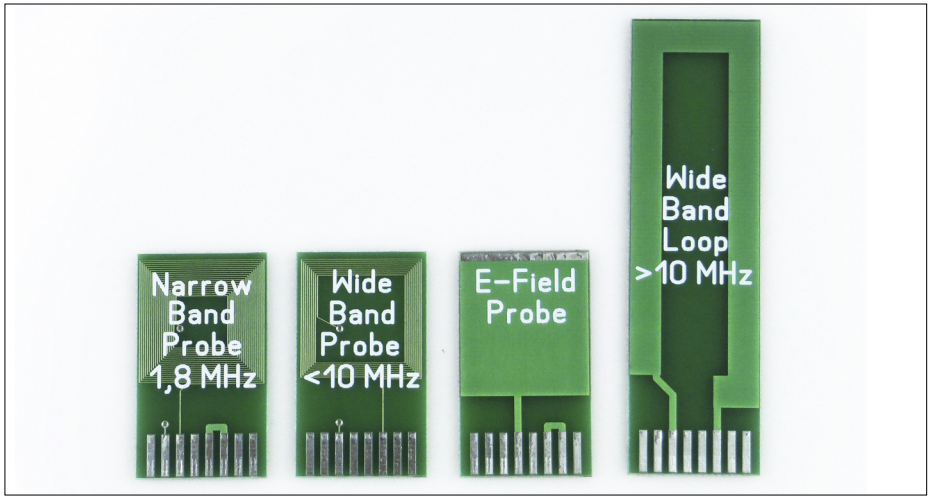


Bild 8: Dem Bausatz liegen vier Suchantennen (Sonden) bei.

Tabelle 2: Suchantennen (Sonden)

Beschriftung	Charakteristik
Narrow Band Probe	Schmalbandsonde, Resonanzfrequenz 1,8 MHz
Wide Band Loop >10 MHz	einfache Breitbandschleife 10…50 MHz
E-Field Probe	E-Feld-Sonde, auch als HF-Tastkopf verwendbar
Wide Band Probe <10 MHz	Breitbandsonde 100 kHz…2 MHz

sung zu stecken, dass die leicht abgeschrägte Ecke mit der Kennzeichnung im Bestückungsaufdruck übereinstimmt.
Mithilfe der beiden mitgelieferten Stücke Schaltlitze sind die beiden Lautsprecheranschlüsse im Gehäusedeckel mit den entsprechenden Lötpads L+ und L- auf der Platine zu verbinden (Bild 7).
Dann wird der Gehäusedeckel aufgesetzt und das Gehäuse verschraubt.

Nach dem Einsetzen der 9-V-Blockbatterie ist der EMV-Spion einsatzbereit.
Anmerkung: Dem Bausatz liegt ein selbst klebender Schaumgummistreifen bei. Auf die Innenseite des Batteriefachdeckels geklebt, verhindert er das Klappern der Batterie im geschlossenen Gehäuse.

■ Sonden und Tastkopfplatine

Im Bausatz sind vier unterschiedliche Suchantennen (Sonden) enthalten (Tabelle 2 und Bild 8). Sie haben eine jeweils unterschiedliche Charakteristik und damit Empfindlichkeit in Bezug auf Störer und Frequenzbereich. Die Spulen sind als Leiterbahnen ausgeführt. Auf den Platinen befinden sich keine weiteren Sonden-Bauelemente. Diese sind im Innern des Gehäuses untergebracht und werden durch die jeweils gesteckte Sondenplatine ativiert bzw. in die Schaltung einbezogen.
Die Sonden lassen mit ihrer Kontaktseite beliebig herum in die Fassung der Hauptplatine stecken und funktionieren in jeder Position.
Darüber hinaus ist eine Adapterplatine mit der Aufschrift *Audio Probe* beigefügt (Bild 9). Mit der Cinch-Buchse bestückt, dient sie als NF-Eingang, wenn der EMV-Spion z.B. als Signalverfolger bei der Reparatur von NF-Schaltungen eingesetzt wird.

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

■ Inbetriebnahme und Bedienung

Zur Inbetriebnahme wird die Breitbandantenne für niedrige Frequenzen (*Wide Band Probe <10MHz*) an den EMV-Spion angeschlossen. Dabei ist es egal, welche Seite der Sonde oben liegt, da die Sondenfassung so beschaltet ist, dass alle Sonden in beliebiger Lage eingesteckt werden können.

Nach dem Einschalten mittels S1 muss das unterste Segment der LED-Zeile als Einschaltkontrolle blinken. Mit dem Einstellwiderstand R23 lässt sich die Ansprechschwelle der internen Komparatoren von IC4 und IC5 variieren. Entsprechend verschiebt sich die Anzeige der LED-Zeile um einige Segmente. Diese Einstellung kann man später in Abhängigkeit von der bevorzugten Sonde und der gewünschten Anzeigeempfindlichkeit individuell anpassen. Bei voller Empfindlichkeit wird bereits das Rauschen des Vorverstärkers angezeigt, daher stellt man R23 so ein, dass ohne angeschlossene Sonde das unterste Segment gerade aufhört dauerhaft zu leuchten und nur noch blinkt.

Betätigt man den Kurzhubtaster S3, zeigt die LED-Zeile das aktuelle Niveau der Batteriespannung an. Je höher das leuchtende Segment auf der Zeile wandert, desto besser ist es um den Zustand der Batterie bestellt. Bei voller Batterie sollte das oberste Segment leuchten. Ist die Batteriespannung auf knapp unter 6 V abgefallen, leuchtet nur noch eins der mittleren Segmente und man sollte daran denken, demnächst die Batterie zu wechseln.

Mit R42 lässt sich der Vollausschlag der LED-Zeile festlegen. R42 wird so eingestellt, dass bei voller Batterie und Betätigung von S3 die oberste LED leuchtet.

Die Einstellwiderstände beeinflussen sich gegenseitig hinsichtlich ihrer Wirkung.

Der Schiebeschalter S2 dient zum Umschalten auf den Ausgang des Differenzierverstärkers und bewirkt so eine höhere Empfindlichkeit (*HIGH*/*LOW*) und damit eine breitere (*HIGH*) bzw. schmalere (*LOW*) Anzeige des Störsignals auf der LED-Zeile.

An Bu3 lässt sich ein handelsüblicher Kopf- oder Ohrhöher mit 3,5-mm-Stereoklinkenstecker anschließen. Damit kann man das von der Sonde empfangene sowie im Gerät verstärkte und demodulierte Signal abhören. Gleichzeitig wird beim Einstecken der interne Lautsprecher abeschaltet. Dieser kann jedoch tiefe Töne aufgrund seines eingeschränkten NF-Übertragungsbereichs nicht mehr hörbar machen und dient deshalb nur der ersten akustischen Orientierung.

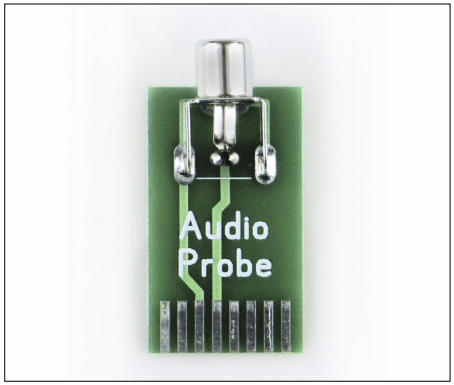


Bild 9: Adapterplatine für den NF-Tastkopf; hier mit aufgelöteter Cinch-Buchse

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

Der Kopfhörer liefert ein wesentlich breiteres akustisches Spektrum. Mit etwas Erfahrung kann man daraus Rückschlüsse auf die Art der Störquelle ziehen.
Bu2 ist ein HF-Ausgang zum Anschluss externer Geräte, z.B. eines Spektrumamalysators. Ein geeignetes Anschlusskabel mit BNC-Stecker ist unter der Bezeichnung *MAK-1* auf www.box73.de erhältlich [2].
Die Öffnung im Gehäuse sollte bei Nichtbenutzung mit der mitgelieferten Plastikkappe verschlossen werden, damit kein Schmutz ins Gehäuse eindringen kann.
Das Anstecken der Platine *Audio Probe* macht aus dem EMV-Spion einen NF-Signalverfolger. Der auf diese Weise umgerüstete EMV-Spion lässt sich zum Eingrenzen von Fehlern im NF-Teil elektronischer Geräte einsetzen. Ein vorgeschalteter Gleichrichter bzw. HF-Tastkopf [3] würde den NF-Signalverfolger sogar für AM-Signale HF-tauglich machen.
Die E-Feld-Sonde läst sich ebenfalls zu diesem Zweck nutzen, wenn man an die Fläche am oberen Platinenrand ein kurzes Stück Draht als Prüfspitze lötet.
Welche Sonde man in der Praxis verwendet, hängt von der Art der Störung ab, die erfasst werden soll. So ist z.B. die Breitbandsonde für niedrige Frequenzen zur punktgenauen Nahortung geeignet. Damit kann man sogar die Verseillänge (den „Schlag“) von Telefon- und ungeschirmten Netzwerkkabeln erkennen, wenn man auf dem Kabel entlangfährt.
Im Zweifelsfall hilft Ausprobieren und die Auswahl der Sonde, mit der man die Störung am besten empfängt. Die gewonnene Erfahrung ist dann beim nächsten Störungsfall von Nutzen. Mit einem angeschlossenen Kopfhörer sind Störer bereits dann wahrzunehmen, wenn die LED-Balkenanzeige wegen des geringen Pegels noch nicht anspricht.
Die akustische Unterscheidung der Störquellen ist ohnehin ein wichtiger Aspekt bei der Suche. Je nach Art der Störquelle wird man auf diese Weise schon nach relativ kurzer Zeit die häufigsten von ihnen auseinanderhalten können. Das Testen der Richtwirkung der angeschlossenen Sonde ist ebenfalls ein interessantes Betätigungsfeld, das wesentliche Erkenntnisse für die Eingrenzung von Störern liefert.

■ Hinweise

Fragen von Nutzern bzw. Interessenten, die von allgemeiner Bedeutung sind, werden wir bei den Produkt-FAQs auf *www.box73.de* beantworten. Dort wird es künftig auch Videos geben, die den praktischen Einsatz des EMV-Spions zeigen.
Wer befürchtet, dass die Aufdrucke der Sonden bei häufigem Gebrauch oder unvorsichtiger Lagerung im Laufe der Zeit abgerieben werden, kann transparenten Schrumpfschlauch mit passendem Querschnitts als Schutz über die Sonden schieben.
Wird das Gerät längere Zeit nicht benutzt, ist die Batterie herauszunehmen, um Schäden durch auslaufende Elektrolytflüssigkeit zu verhindern. *shop@funkamateur.de*

Literatur

[1] Lass, M., DJ3VY, Jirmann, J., DB1NV: Der EMV-Spion – ein Ortungsgerät für Störemissionen und mehr. FUNKAMATEUR 61 (2012) H. 7, S. 706–709
[2] Onlineshop des FUNKAMATEUR-Leserservice *www.box73.de*
[3] Redaktion FA: Minimalistischer HF-Tastkopf. FUNKAMATEUR 62 (2013) H. 2, S. 165

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2019

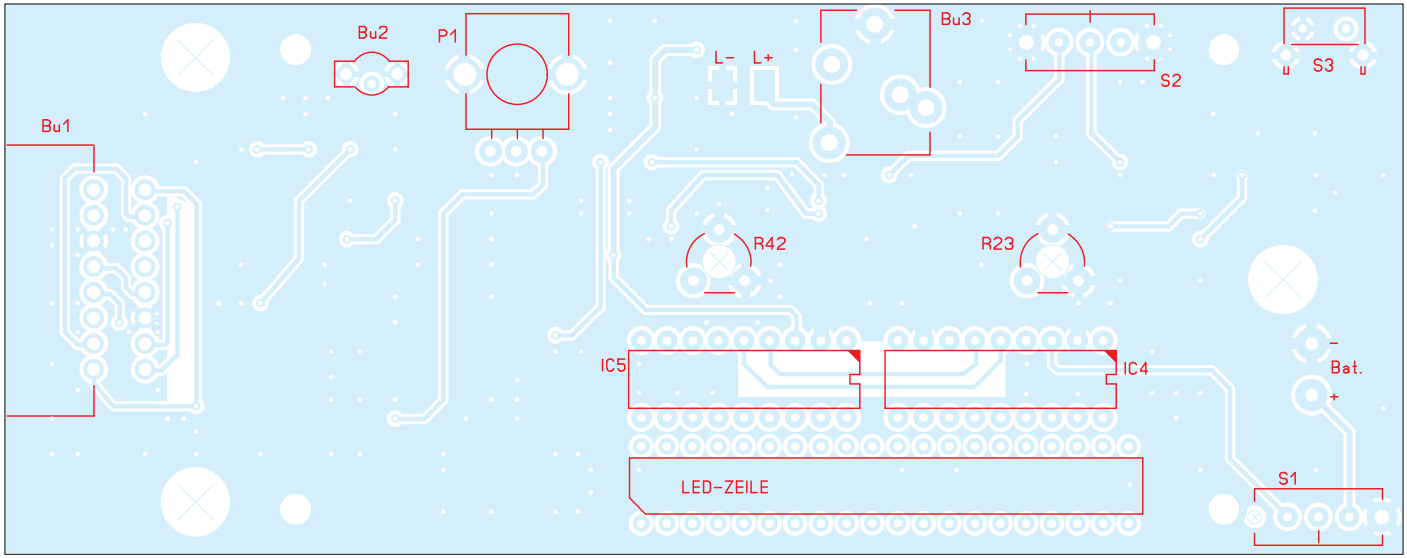
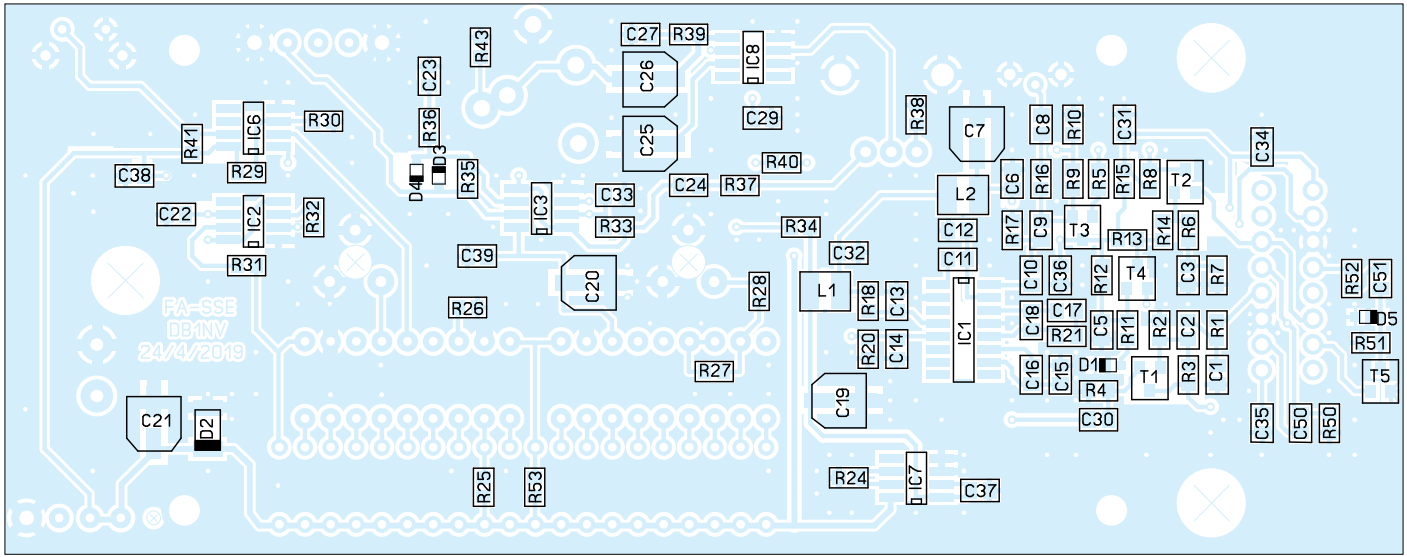
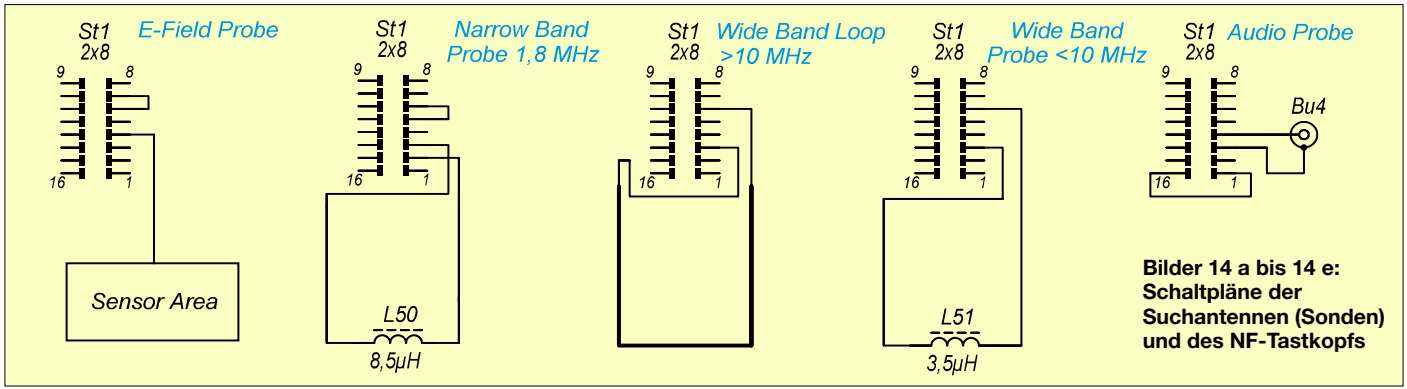


Bild 12: Bestückungsplan Hauptplatine, Oberseite

Bild 13: Bestückungsplan Hauptplatine, Unterseite mit SMD-Bauelementen (rechts oben)





Bilder 14 a bis 14 e: Schaltpläne der Suchantennen (Sonden) und des NF-Tastkopfs

Bestell-Nr. BX-078

Box 73 Amateurfunkservice GmbH
Majakowskiring 38
13156 Berlin

Stand Oktober 2019

Probleme bitte an *support@funkamateur.de* mitteilen.

Bei der Entsorgung dieses Produkts sind die Bestimmungen zum Umgang mit Elektronikschrott zu beachten. Elektronische Geräte und Batterien gehören nicht in den Hausmüll!
WEEE-Registrierungs-Nr. DE 80777816