

Zusammenbauanleitung des SDR-RX Bausatzes (Teilenummer 46000 bzw. 46085)

Auf Grund der großen Nachfrage wurde intensiv daran gearbeitet, einen Bausatz für diese Baugruppe bereit zu stellen. Dazu konnte eine Firma gefunden werden die den Bausatz [1] produziert und gleichzeitig auch den USB-DVB-T-Stick dafür liefern kann. Es wird auch ein spezieller Stick angeboten bei dem das Problem der temperaturabhängigen Oszillatorstabilität nicht mehr besteht [2]. Aber dazu mehr weiter unten.

Lieferumfang

Der Bausatz besteht aus einigen nummerierten Tüten mit Bauteilen, der Platine, den bearbeiteten Gehäuseteilen und zwei Listen (**Bild 6**). Die eine Liste ist die Checkliste aller gelieferten Teile und die andere Liste ist die Packliste der SMD-Bauteile. Auf der Packliste sind die SMD-Bauteile, beschriftet mit Bauteilwert, Bauform, Anzahl und Schaltbild-Nummer, auch gleich in ihrer eigenen kleinen Verpackung mit einem abziehbaren Klebestreifen befestigt (**Bild 7**)

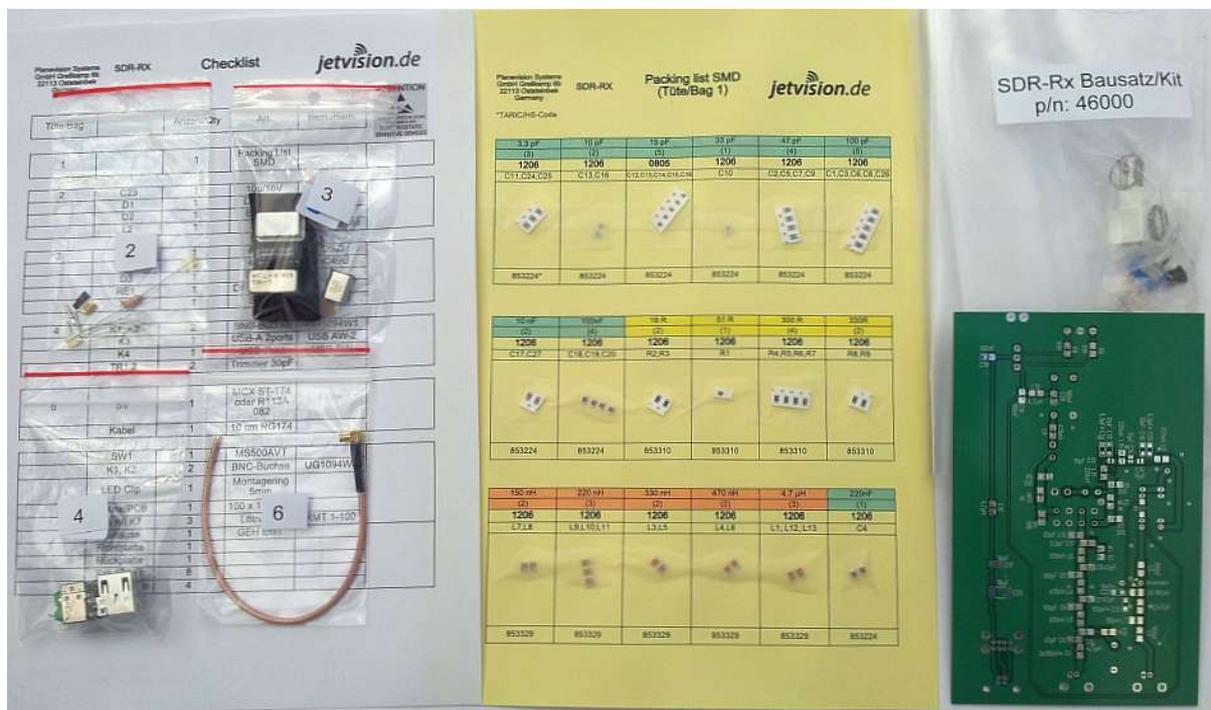


Bild 6: Der Bausatz nach dem Auspacken

Da der Mischerbaustein IE 500 nicht mehr lieferbar ist, liegt dem Bausatz dafür der gleichwertige SBL-1 bei. Die Frontplatte und die Rückwand sind mit allen Bohrungen und Aussparungen für den Schalter, die LEDs und die Buchsen versehen.

Die zweiseitige durchkontaktierte Leiterplatte ist mit Lötstoplack bedruckt und alle Lötflächen sind verzinkt. Der Bestückungsaufdruck für die SMD-Bauteile besteht aus der Schaltbild-Nummer und dem Bauteilwert (**Bild 8** u. **Bild 9**)

Planevision Systems GmbH Grellkamp 6b 22113 Osdorferbek Germany

SDR-RX

Packing list SMD (Tüte/Bag 1)

jetvision.de

*TARIC/HS-Code

3.3 pF (3)	10 pF (2)	15 pF (5)	33 pF (1)	47 pF (4)	100 pF (5)
1206	1206	0805	1206	1206	1206
C11,C24,C25	C13,C16	C12,C13,C14,C15,C18	C10	C2,C5,C7,C9	C1,C3,C6,C8,C26
853224*	853224	853224	853224	853224	853224

10 nF (2)	100nF (4)	18 R (2)	51 R (1)	300 R (4)	330R (2)
1206	1206	1206	1206	1206	1206
C17,C27	C18,C19,C20	R2,R3	R1	R4,R5,R6,R7	R8,R9
853224	853224	853310	853310	853310	853310

150 nH (2)	220 nH (3)	330 nH (2)	470 nH (2)	4.7 µH (3)	220nF (1)
1206	1206	1206	1206	1206	1206
L7,L8	L9,L10,L11	L3,L5	L4,L6	L1; L12, L13	C4
853329	853329	853329	853329	853329	853224

Bild 7: Die SMD-Bauteile sind auf der entsprechenden Packliste zu finden

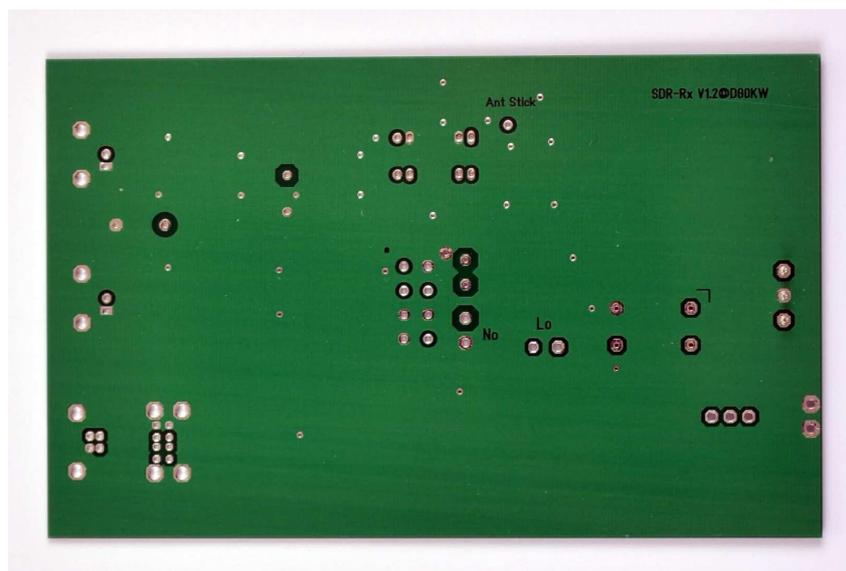


Bild 8: Ansicht der Bestückungsseite der Platine

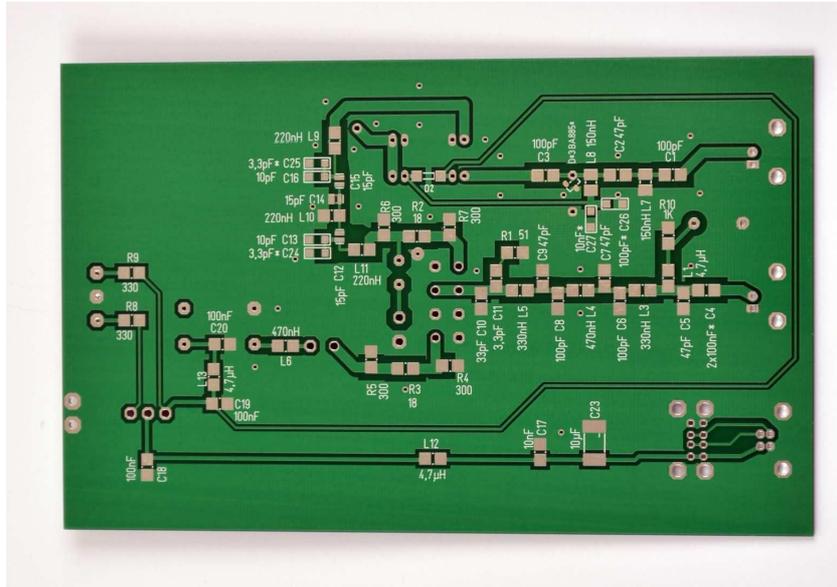


Bild 9: Ansicht der Leiterseite der Platine

Bestückung:

Im **Bild 10** und **Bild 11** ist die Anordnung der Bauteile auf beiden Seiten der Platine dargestellt. Die Bestückung der doppelseitigen Euro-Platine erfolgt in folgender Reihenfolge:

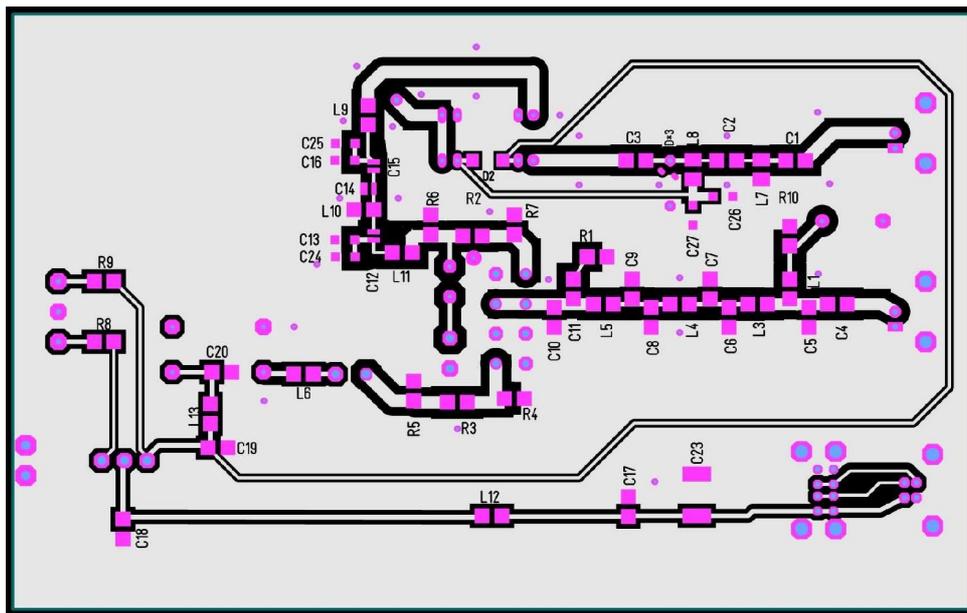


Bild 10: Bestückungsplan der Platinen-Unterseite

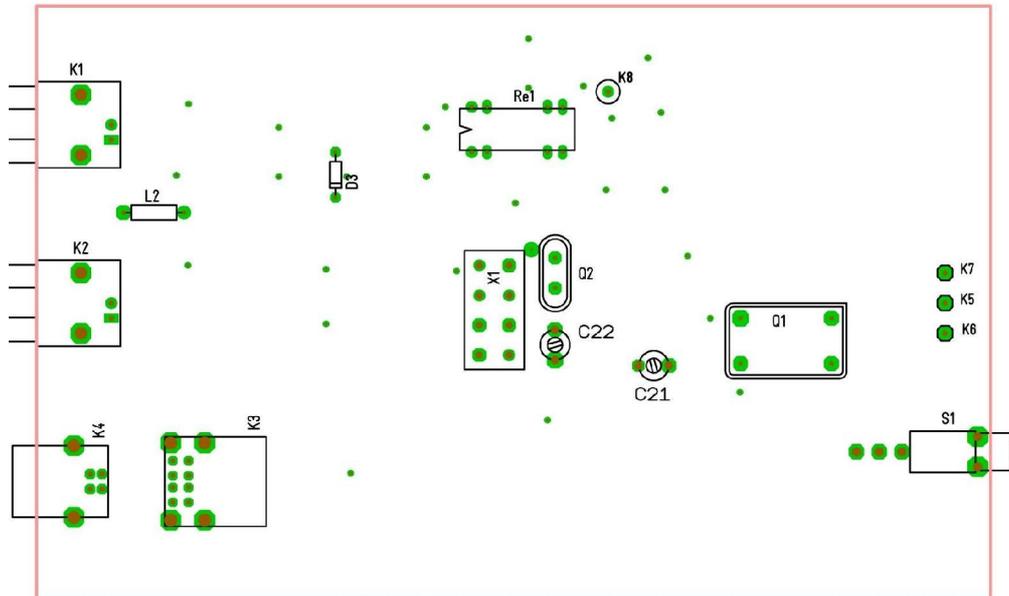


Bild 11: Bestückung der Platine-Oberseite

1. Als Erstes werden die drei **Lötstifte** (K5 bis K7) für die Duo-LED bestückt. Dazu wird die Platine auf eine entsprechende weiche Unterlage gelegt und die Stifte von der Platine-Oberseite hinein gedrückt. Achtung, die Stifte drücken sich dabei in die Unterlage! Der mittlere Lötstift K5 wird auf beiden Seiten angelötet.
2. **SMD-Bauteile auf der Leiterseite der Platine.** Eine einfache Methode dazu wurde schon in [4] beschrieben: Bei solchen Einzelbestückungen von SMD-Bauteilen hat sich bei mir ein simples Verfahren bewährt. Dazu wird etwas Kolophonium-Lack benötigt. Den kann man sich selbst herstellen, indem etwas Kolophonium (Musiker-Bedarf) in Spiritus aufgelöst wird. Die Sättigung mit Kolophonium sollte dabei so hoch sein, dass der Lack gerade noch flüssig ist. Das SMD-Bauteil wird dann mit einer Pinzette erfasst und kurz mit der lötbaren Unterseite in den Lack getaucht. Den überschüssigen Lack streicht man am Gefäßrand etwas ab und platziert das Bauteil auf der Platine. Nun kann eine Pause eingelegt werden, auch durch Niesen gehen die Bauteile nicht verloren. Der Spiritus verfliegt und das Kolophonium wirkt wie ein lötbare Kleber. Dann kann das Bauteil auf einer Anschlussseite angelötet werden. Dabei sollte das Bauteil aber noch mit einer Nadel o.Ä. auf der Platine angedrückt werden. Die zweite Lötstelle stellt dann kein Problem mehr dar. Bei Tantal-Elkos (C17) ist zu beachten, dass der gekennzeichnete Anschluss auch der Pluspol ist. Auch sollte jeder Bauteilwert aus der SMD-Packliste immer erst komplett verbaut werden. Der Bauteilaufdruck auf der Platine hilft den richtigen Platz auf der Platine zu finden.
3. Die **Durchkontaktierungen**, diese verbinden die Masse-Flächen auf beiden Seiten, werden mit blanken Drahtstücken von 0,5 bis 0,6 mm Durchmesser ausgeführt und beidseitig verlötet. Zu erkennen sind diese als dünnste Bohrungen auf der Platine bzw. im **Bild 11** als einzelne grüne Punkte. Dieses ist aber nur bei einfach hergestellten Platinen ohne Durchkontaktierungen nötig **und erübrigt sich bei der zum Bausatz gehörenden Platine.** Zu der Durchkontaktierung zwischen dem Mischerbaustein X1 und dem Quarz Q2 siehe weiter unten.

Als Letztes, wenn das Gerät seinen Funktionstest bestanden hat, können auch noch die Masseanschlüsse der BNC-Buchsen, des Relais, von C22, L2, D3 und die Gehäuse der USB-Buchsen an je einem Punkt auf der Platine-Oberseite vorsichtig angelötet werden. Auch dieses ist beim Bausatz nicht notwendig.

- 4. Bedrahtete Bauteile** auf der Bestückungsseite der Platine. Bei dem Mischer X1 kann es verschiedene Anschlussbelegungen geben. Es muss darauf geachtet werden dass die mit dem Gehäuse des Mischerbaustein verbundenen Anschlüsse (IE500, IE500A) auch in die mit der Platine-Masse verbundenen Bohrungen gesteckt werden. Die Anschlüsse 3 u. 4 des Mixers weisen bei einer Dioden-Überprüfung in beiden Polaritäten eine Flussspannung von um die 0,3V gegenüber dem Masseanschluss auf (die anderen Anschlüsse = 0V). Dieses kann auch noch an der Platine geprüft werden wenn L1 noch nicht bestückt ist.
- 5. Koaxkabel** für den Antennenanschluss des USB-Stick (siehe oben). Dem Bausatz liegt ein **MCX-Stecker** und das Koaxkabel bei. Es hat sich bei dem Bausatz bewährt, um den Schirm des kleinen Koaxkabels auf der Platine um den Anschlusspunkt K8 (Ant Stick) herum mit der Platinenmassefläche zu verlöten, zwei bis drei kurze Drahtstücke in die umliegenden Durchkontaktierungen zu stecken und dort anzulöten (**Bild 12**). Daran kann dann der Schirm des Koaxkabels angelötet werden. Ein weiterer Draht kann auch noch in die zweite Durchkontaktierung neben dem Relais gesteckt werden. Dieser kann dann später eine sichere Verbindung mit dem Gehäuse herstellen (**Bild 13**).

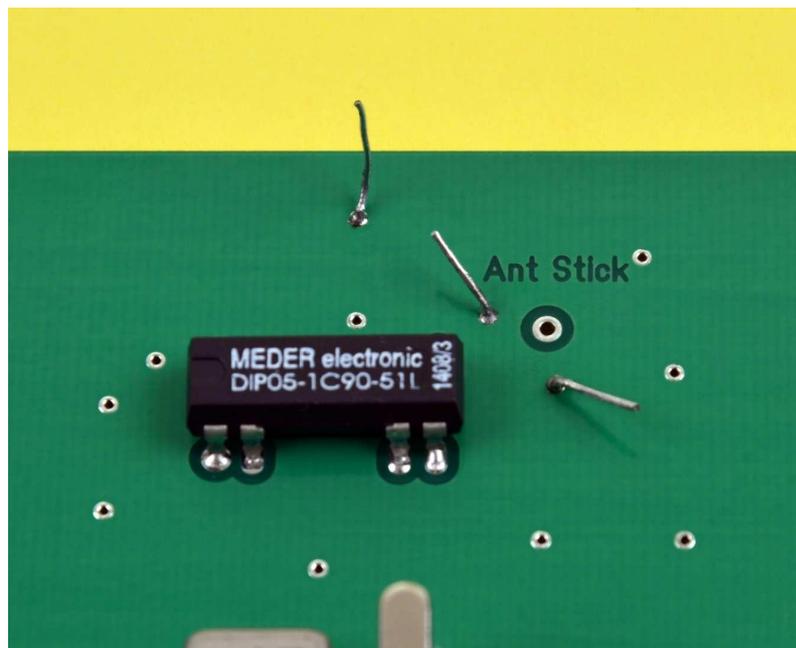


Bild 12: Vorbereitungen auf der Platine zum Anlöten des Koaxkabels

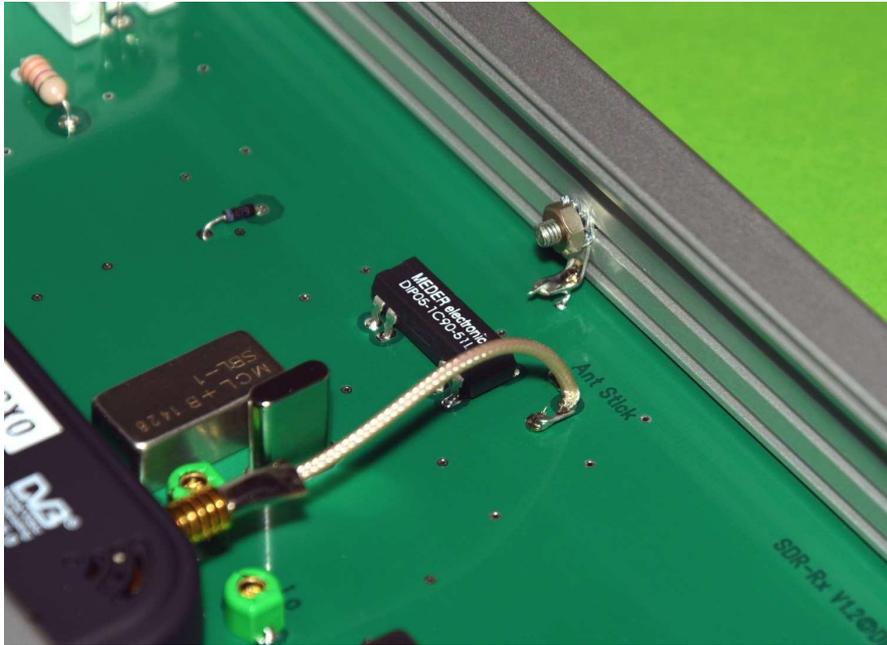


Bild 13: Blick auf das Koaxkabel und die Masseverbindung zum Gehäuse

6. **LED** mit kaum gekürzten Anschlussbeinen an K5 bis K7 anlöten. In der Höhe von etwa 13 mm über der Platine sind die Anschlussbeine in einem 90°-Winkel nach vorne umzubiegen (siehe **Bild 15**).

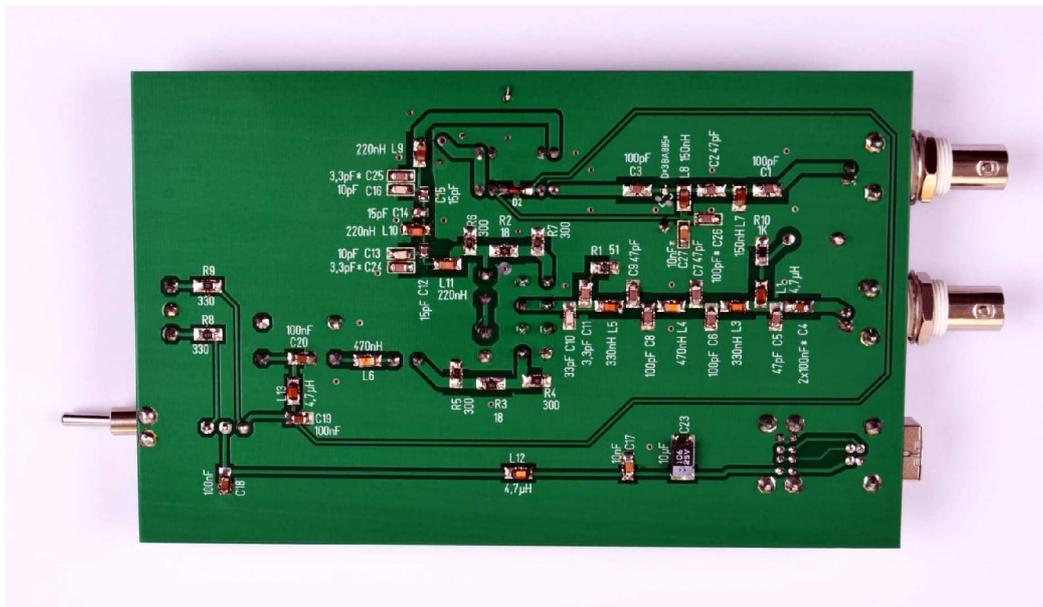


Bild 14: Blick auf die Leiterseite der Platine (V1.2)

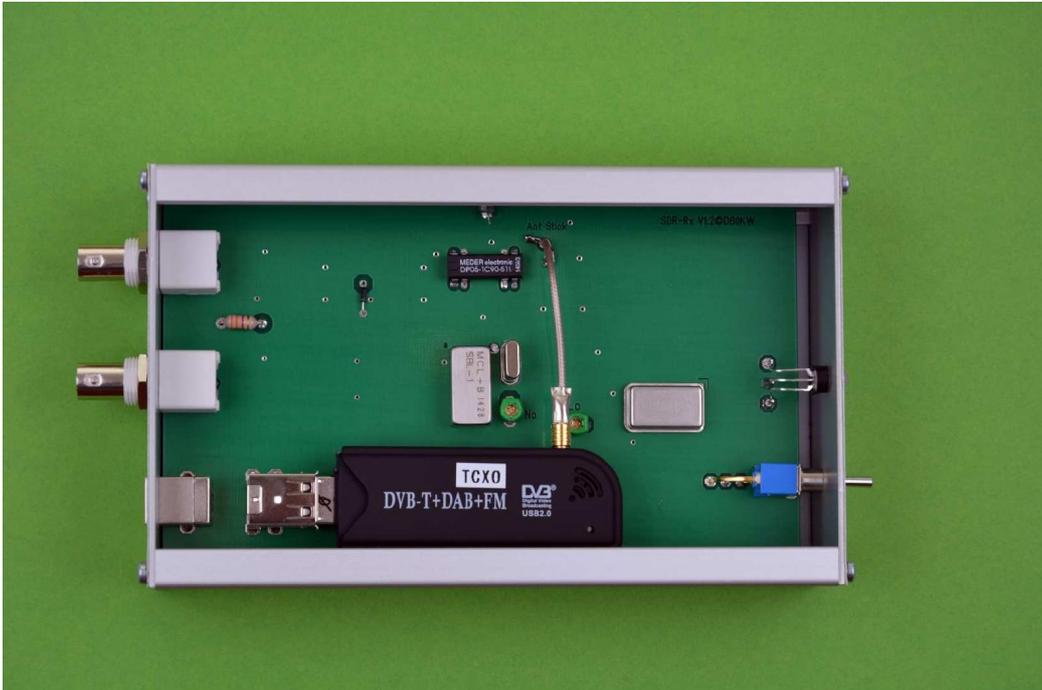


Bild 15: Ansicht der Bestückungsseite der Leiterplatte (V 1.2) mit dem DVB-T-Stick

Gehäuse

Als Gehäuse wird ein Standard-Euro-Gehäuse (LBH: 168/103/42 mm) verwendet. Dieses Gehäuse weist in den Seitenteilen Rillen zum Einschieben der Platine auf. Die Platine des Gerätes wird in die zweite Rille von unten eingeschoben. Diese Rille ist etwas breiter ausgeführt und stellt dadurch nicht so hohe Anforderungen an die Bohrergenauigkeiten an der Rück- und Forder-Front des Gehäuses.

Das Gehäuse wird komplett geliefert und die Bearbeitung des Gehäuses beschränkt sich auf die Beschriftung der Frontplatte (FP) und der Rückwand (RW). Die Lage der Bohrungen zeigen die **Bilder 16 und 17**.

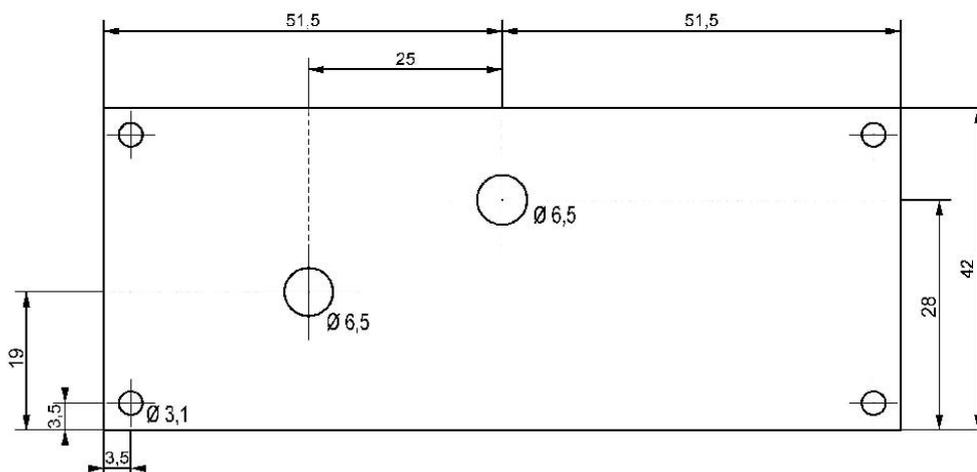


Bild 16: Bohrplan für die Gehäuse-Frontplatte

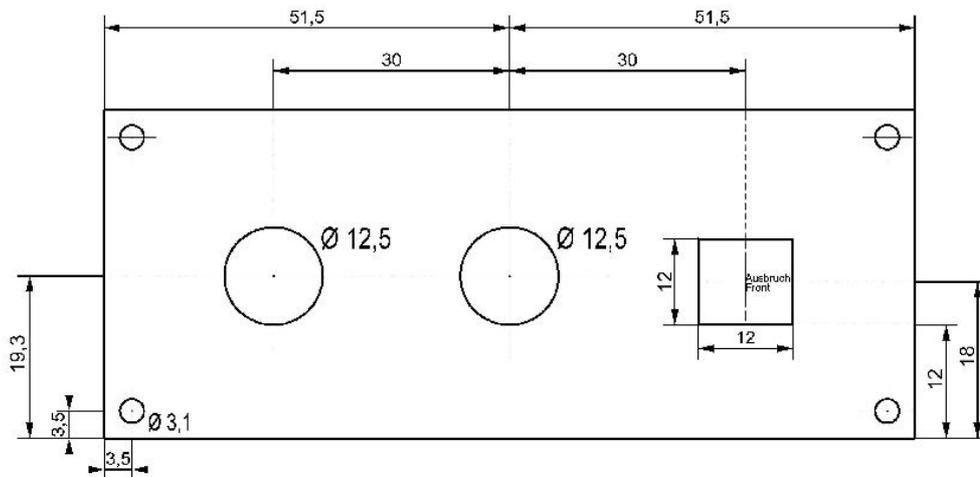


Bild 17: Bohrplan für die Gehäuse-Rückwand

Zur Gestaltung der Frontplatte und der Rückwand wurden Dateien für den Frontplatten-Designer erstellt, aus denen alle Maße und Texte zur Beschriftung zu entnehmen sind. Der Frontplatten-Designer ist als Freeware-Programm unter [3] zu finden. Die Dateien dienen gleichzeitig zur Beschriftung und, wenn man es möchte, zum Bestellen fertig beschrifteter Platten.

Die Platten können aber auch durch das Aufkleben einer bedruckten Folie beschriftet werden. Das ist bei dem Bausatz, um die Kosten nicht überproportional in die Höhe zu treiben, die günstigste Möglichkeit. Dazu ist die Datei vorgesehen auf der beiden Platten gleichzeitig zu sehen sind. Als Folie können dazu selbstklebende Folie oder auch Fotopapier (10x15cm), Zeichenkarton o.Ä. verwendet werden.

Letztere werden dann mit doppelseitigem Klebeband auf den Platten befestigt. Speziell bei der Verwendung eines Laserdruckers ist darauf zu achten, dass die Folien auch für den Druckertyp geeignet sind. Durch das nachträgliche Aufbringen einer selbstklebenden Klarsichtfolie kann die Beschriftung der Platten dann noch dauerhaft geschützt werden.

Werden die Platten zum ersten Mal mit den Blechschauben angeschraubt, so sollten alle vier Schrauben durch die entsprechende Bohrung in der Platte hindurch in die dafür vorgesehene Bohrung im Gehäuse gesteckt werden und erst einmal etwa zwei Umdrehungen weit eingeschraubt werden. Dabei bleibt die jeweilige Platte auf Abstand zum Gehäuse. Haben alle vier Schrauben gefasst, werden diese abwechselnd immer einige Umdrehungen weiter hinein gedreht, bis die Platte am Gehäuse anliegt. Durch diese Maßnahme ist gewährleistet - die Blechschauben schneiden sich beim ersten Hineindreihen ihr eigenes Gewinde -, dass die Platten auch weiterhin immer passgenau am Gehäuse anliegen. Wird die Beschriftung der Platten mit einer Folie o.ä. vorgenommen, so sollte unter jeder Blechschaube eine Unterlegscheibe (nicht im Lieferumfang) vorgesehen werden.

Für eine sichere Masseverbindung zwischen der Platine und dem Gehäuse kann in einer Gehäuse-Seitenwand auf der Mittellinie, 80 mm von der rückseitigen Kante entfernt, eine 3 mm-Bohrung vorgesehen werden. Dadurch kann mit einer M3-Schraube von innen eine Lötöse (nicht im Lieferumfang) angeschraubt werden (**Bild 18**). An der Lötöse wird dann der oben beschriebene Draht neben dem Relais angelötet (**Bild 13**).

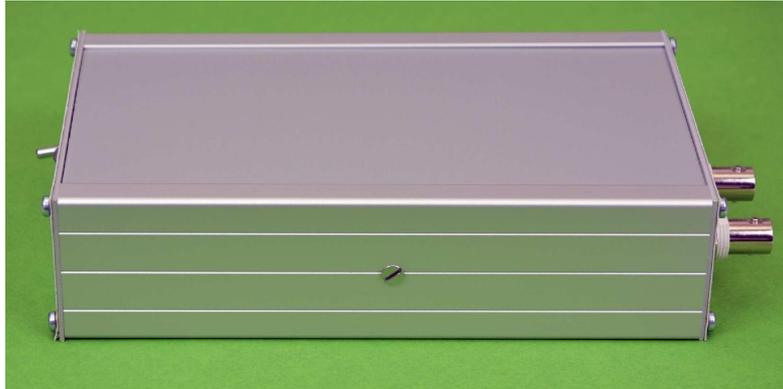


Bild 18: Ansicht der in Gehäuse-Seitenwand zusätzlich angebrachten Senkkopfschraube für die Masseverbindung zur Platine



Bild 19: Die Frontansicht des SDR-Rx

Inbetriebnahme:

Vor der ersten Inbetriebnahme ist die fertig bestückte Platine noch einmal auf Fehler zu überprüfen. Um den PC nicht zu beschädigen, ist mit einem Ohmmeter am Pluspol von C23 der Widerstand nach Masse zu messen. Es darf in beiden Stellungen des Kippschalters kein Kurzschluss zu messen sein. Erst dann kann das Gerät über ein möglichst kurzes USB-Kabel (USB-A-Stecker zu USB-B-Stecker) mit dem PC verbunden werden. Die Aufforderung von WINDOWS zum Installieren eines neuen Treibers ist auf jeden Fall zu ignorieren (Abbrechen).



Bild 20: Die Rückansicht mit den Anschlussbuchsen

Abgleich des Gerätes:

Der Abgleich des Gerätes beschränkt sich auf die beiden Trimmer C21 (Lo) und C22 (No). Dabei sollten isolierte Schraubendreher mit möglichst kleiner Metallklinge benutzt werden.

C21 wird auf größten HF-Pegel an R4 abgeglichen. Dabei leistet ein HF-Tastkopf zum Digital-Voltmeter, wie in [5] beschrieben, gute Dienste. C22 wird auf die geringste HF-Spannung an R6 abgeglichen. Da diese HF-Spannung je nach vorhandener Trägerunterdrückung des Mixers X1 um 40 bis 50 dB gedämpft ist, ist hierfür ein HF-Millivoltmeter erforderlich.

Einfacher ist es daher, diese Einstellung bei laufendem SDR-Programm (siehe weiter unten) durchzuführen und den Pegel des Trägers in der Frequenzanzeige bei 0 KHz (DC) auf ein Minimum einzustellen. Die Verstärkung **RF Gain** sollte dabei nur so hoch gewählt werden, dass der Träger (DC) gerade die 0 dB-Marke erreicht. Innerhalb einer Umdrehung des Trimmers C22 tritt dreimal ein Minimum auf.

Das breite Minimum bei der maximalen Kapazität des Trimmern ist dabei das falsche Minimum. Eines der beiden anderen, auch an der etwas kritischeren Einstellbarkeit zu erkennen, ist das richtige Minimum. Eine weitere Verbesserung bringt es, den Trimmer C21 innerhalb seines Maximums etwas zu verstellen. Dabei ändert sich nur die Phasenlage des Oszillator-Signals. Das Minimum ist auch ohne Antenne noch daran zu erkennen, dass Nebenempfangsstellen („Geistersignale“) in den ersten 2 MHz verschwinden oder sich Minimieren.

Im **Bild 21** ist die Spektralansicht des SDR#- Programms vor und in **Bild 22** nach dem Abgleich zu sehen. Bei selbst durchkontaktierten Platinen kann es Probleme geben dieses Minimum zu finden. Eine Verbesserung wird erreicht wenn das Metallgehäuse des Mischerbaustein X1 mit der oberen Massefläche der Platine verbunden wird. Dazu

kann die Durchkontaktierung, welche sich zwischen dem Mischerbaustein und dem Quarz Q2 befindet, genutzt werden. Der dafür genutzte Draht, er wird in der Länge so bemessen dass er etwa 10 mm oben über steht, wird dann auf kürzestem Wege mit der Ecke des Mixers verbunden und kurz angelötet.

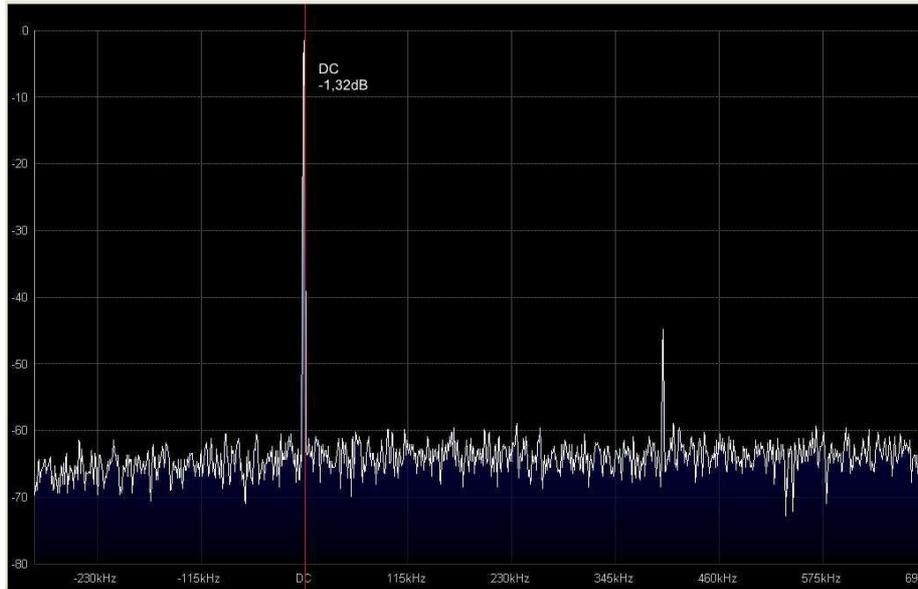


Bild 21: Darstellung des Restträgers (DC) im SDR#-Programm vor dem Abgleichen der Trimmer. Deutlich ist bei etwa 400 KHz ein „Geistersignal“ zu erkennen.

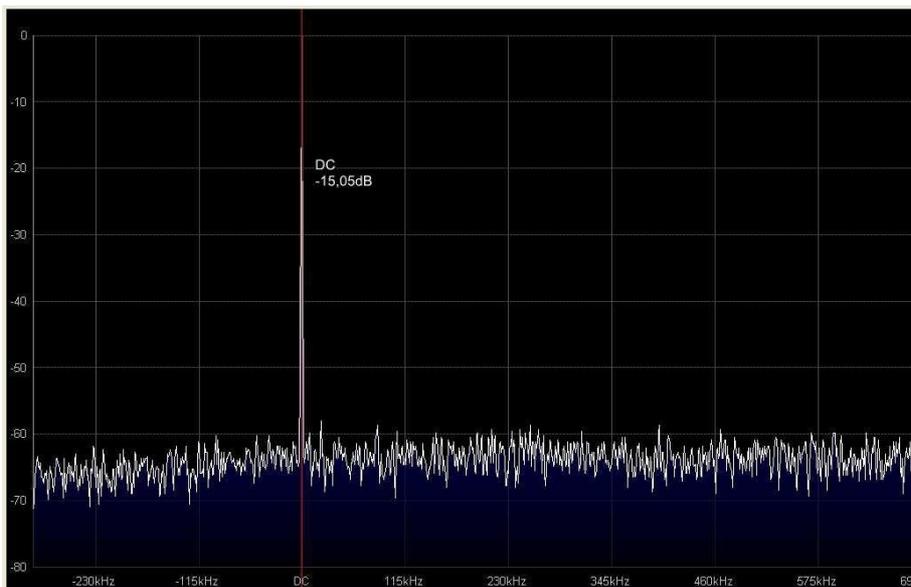


Bild 22: Der Restträgers (DC) im SDR-Programm nach dem Abgleichen der Trimmer.

PC-Software

Zum Betrieb des DVB-T-USB-Stick und damit auch dieses Gerätes ist ein entsprechendes SDR-Programm notwendig. Ich habe mich für das Freeware-Programm SDR# entschieden. Dieses steht bei [6] zum Download bereit. Ähnliches ist auch bei [7] unter **Produkt Downloads** zu finden. Die heruntergeladene ZIP-Datei ist in einem neuen Ordner (z.B.: SDR) zu entpacken. Ab WINDOWS 7 und höher sollten zum Installieren der Software Administrator-Rechte vorliegen.

Danach kann bei bestehender Internet-Anbindung die in dem Ordner befindliche **install.bat** gestartet werden. Die BAT-Datei steuert das Herunterladen der neusten Programm-Versionen und legt diese etwa 32 Dateien in einem Unterordner **sdrsharp** ab.

Jetzt kann der USB-Stick bzw. dieses Gerät mit dem USB-Port verbunden werden. Der einmal ausgesuchte USB-Port muss immer wieder dafür verwendet werden. Die Aufforderung von WINDOWS zum Installieren eines neuen Treibers ist auf jeden Fall zu ignorieren (Abbrechen).

Nun die **Zadig.exe** aus dem Ordner **sdrsharp** starten und im Menü **Options** den Punkt **List All Devices** auswählen. Dort dann den Stick auswählen. Der hierbei verwendete Stick kann auch als **Bulk-In, Interface (Interface 0)** im Namen aufgeführt sein. Dann auf **Install Driver** klicken, die Voreinstellung **WinUSB** bleibt dabei unverändert. Das Zadig-Programm installiert dann den für diesen Stick auf dem PC notwendigen Treiber. Bei einigen PCs kann dann ein Neustart notwendig sein.

Das SDR-Programm ist die im gleichen Ordner befindliche **SDRSharp.exe**. Es wurde bei der Installation kein Eintrag ins Start-Menü und auch keine Verknüpfung auf dem Desktop angelegt. Dafür muss man nun selber sorgen. Anschließend kann das SDR-Programm gestartet werden.

Wichtige Einstellungen im SDR# - Programm

Nach dem Starten des Programms muss als erstes oben links **RTL-SDR/USB** ausgewählt werden. Danach können die Einstellungen über **Configure** vorgenommen werden. Hier kann die Verstärkung mit einem Schieberegler der Empfangssituation angepasst werden. Bei **Offset Tuning** sollte ein Häkchen vorgesehen werden. Die beiden AGC-Felder werden, zumindest an großen Antennenanlagen, nicht benötigt.

Wichtig ist aber noch die Eichung der Frequenz-Anzeige. Der verwendete DVB-T-Stick arbeitet intern mit einer quarzstabilisierten Zeitbasis von 28,8000 MHz. Diese kann von der Sollfrequenz abweichen und kann bei **Frequency correction (ppm)** korrigiert werden. Dazu sollte eine Station mit möglichst hoher und genau bekannter Frequenz (z.B. eine Bake im 70cm-Band) empfangen werden und der ppm-Wert so lange geändert werden bis die Frequenzanzeige stimmt.

Bei den Mustergeräten ergab sich dort ein Wert von um die 45. Diese Einstellung sollte aber erst nach etwa 5 Minuten Einlaufzeit durchgeführt oder dann noch einmal überprüft werden.

Sollen Stationen unter 30 MHz empfangen werden so muss unter **Radio** bei **Shift** ein Häkchen vorhanden sein. Dahinter wird die Quarzfrequenz des Umsetzers, in diesen Fall 48.000.000, mit einem negativen Vorzeichen eingetragen. Auch diese Quarzfrequenz kann natürlich von der Sollfrequenz abweichen und kann mit der Beobachtung einer Bake z.B. im 10m-Band überprüft werden. Die Abweichung kann bei der Shift-Frequenz mit berücksichtigt werden. In dem im **Bild 23** gezeigten Beispiel beträgt die Abweichung 220 Hz.

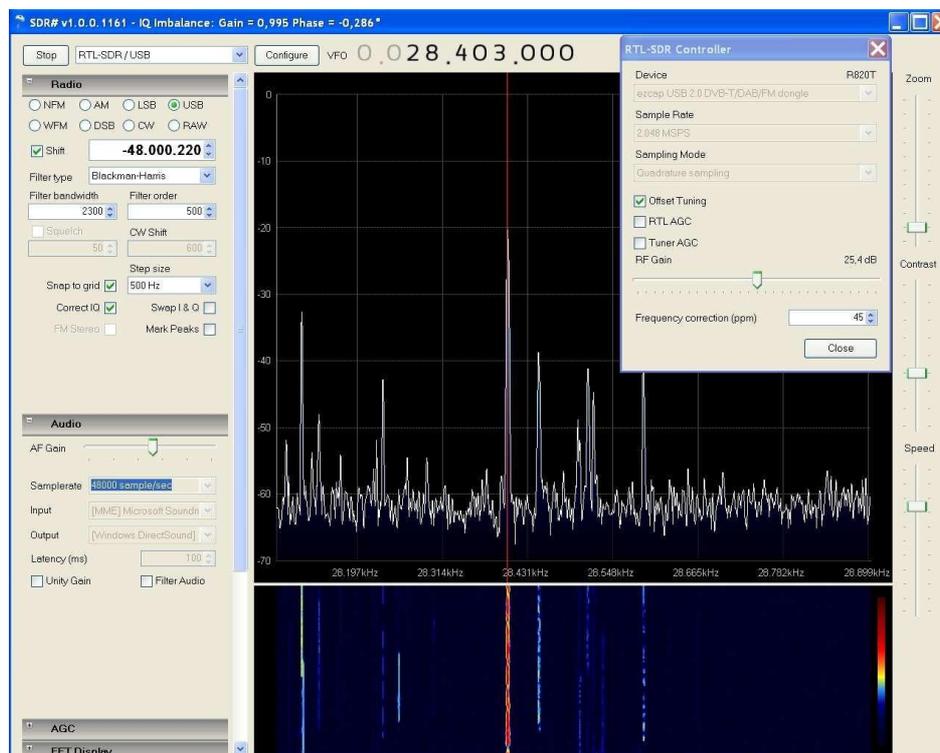


Bild 23: Das SDR# - Programm mit einigen seiner Einstellmöglichkeiten

Unter **Audio** kann hinter **Output** der Weg gewählt werden, über welchem das demodulierte Signal zum Lautsprecher oder zu anderen Programmen ausgegeben werden soll. Einige Programme für digitale Betriebsarten benötigen dafür aber noch ein **virtuelles Audiokabel** oder eine **virtuelle Com-Schnittstelle**. Die Software dafür ist im Internet zu finden und muss noch extra installiert werden.

Mit dem Schieberegler **AF Gain** wird die Lautstärke eingestellt. Alle anderen Einstellungen erklären sich fast von alleine oder sind im Hilfetext zu dem SDR-Programm nachzulesen.

Hinweis: Den SDR-Rx immer erst nachdem der PC komplett hochgefahren ist, mit dem USB- Port verbinden. Sonst kann es vorkommen, dass der Stick nicht erkannt wird und deshalb der Treiber nicht geladen wird.

Literaturangaben und Bezugsquellen:

- [1] Bausatz erhältlich unter: Planevision GmbH, 22113 Oststeinbek,
<http://sdr-rx.jetvision.de>
- [2] jetvision, TCXO-Stick: SDR-Dongle (R820T) mit TCXO +- 2ppm,
<http://tcxo-dongle.jetvision.de>
- [3] Schaeffer AG, Berlin: Frontplatten Designer,
<http://www.schaeffer-ag.de/de/download/frontplatten-designer.html>
- [4] Warsaw, K., DG0KW: Nostalgieradio nach dem Baukastenprinzip, Funkamateurl 62 (2013) ab H. 12/2013 bis H. 2/2014; speziell H. 1/2014 S. 39
- [5] Warsaw, K., DG0KW: Ein HF-Tastkopf, der fast ohne Messwertkorrektur auskommt, Funkamateurl 62 (2013) H. 4/2013 S.386-388
- [6] N.N.: SDR# Software Defined Radio,
<http://sdrsharp.com/downloads/sdr-install.zip>
- [7] NooElec NESDR Mini SDR & DVB-T USB Stick (R820T) w/ Antenna and Remote Control:
<http://www.nooelec.com/store/software-defined-radio/tv28tv2-sdr-dvb-t-usb-stick-set.html>
- [8] Quarzoszillator: <http://de.wikipedia.org/wiki/Quarzoszillator>
- [9] TCXO (temperature compensated crystal oscillator):
<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/temperature-compensated-crystal-oscillator-TCXO.html>
- [10] Siebert, M., DF2EQ: FUNcube-Dongle und DVB-T Stick-ein Vergleich, CQ DL 85 (2014) H. 3/2014 S. 8-9
- [11] Müller, R., DM2CMB, Petersen, C., DD7LP: SDR für 1 MHz bis 1,7 GHz mit DVB-T- Stick, Funkamateurl 62 (2013) H. 7/2013 S.742-743
- [12] Mischlewski, B., DF2ZC: MAP65-eine zwangsläufige Weiterentwicklung von WSJT, Funkamateurl 61 (2012) H. 9/2012 S.906-909

Zusätzliche Dateien:

Stückliste: ((Datei: [Stückliste DG0KW SDR-Rx V1_2.rtf](#)))

Frontplatte: ((Datei: [FP_EG1_SDR-Rx V1_2.fpd](#)))

Rückwand: ((Datei: [RW_EG1_SDR-Rx V1_2.fpd](#)))

FP & RW für Folien: ((Datei: [FP&RW_EG1_SDR-Rx V1_2.fpd](#)))

Hinweise:

- **Hinweis:** Nicht alle mit diesem Breitband-Empfänger hörbaren Frequenzen dürfen vom Gesetz her empfangen werden. Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften ist der Betreiber des Gerätes selbst verantwortlich.
- **Warenzeichen:** WINDOWS ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation. Alle anderen Warenzeichen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer und dienen nur der Betitelung des jeweiligen Gegenstands.

Diese Zusammenbauanleitung ist auch verfügbar unter <http://manual.jetvision.de>

Weitere interessante Artikel für Funkamateure sind zu finden unter

<http://jetvision.de>