

[SDR-Rx von 10 KHz bis 1,8 GHz mit modernem USB-DVB-T-Stick](#)

©2014 - 2017 K.Warsow DG0KW

Die neuen DVB -T- Sticks mit dem R820T/RTL 2832-Chipsatz haben einen durchgängigen Frequenzbereich von 24 MHz bis über 1,8 GHz. Dabei weisen die Sticks eine Eingangs-Empfindlichkeit auf welche den Vergleich mit üblichen Tranceivern nicht zu scheuen braucht und damit sogar EME-Empfang möglich macht.

Diese Baugruppe dient dem Empfang von Amateurfunk-Aussendungen und deren Kontrolle auf spektrale Reinheit und eventueller Nebenaussendungen sowie der Beobachtung der Bandbelegung im oben genannten Frequenzbereich am PC. Eine Verwendung als PC - Allwellen - Empfänger ist natürlich auch möglich. *SDR* steht dabei für *Software Defined Radio*, also auf deutsch ein durch Software im PC definierter Empfänger. Etwas Hardware wird dafür aber trotzdem noch benötigt.

Der Hauptbestandteil der Baugruppe ist ein DVB-T-USB-Stick, bestückt mit einem R820T-Tuner von 24 MHz bis über 1,8 GHz und einem RTL 2832-Decoder. Dieser Stick stellt für sich alleine schon, bei einem Preis von um die 20 €, einen kompletten Empfänger für den genannten Frequenzbereich dar. Damit auch der Frequenzbereich unterhalb von 24 MHz empfangen werden kann habe ich einen Frequenzumsetzer (Konverter) konstruiert, angepasst an die Möglichkeiten des verwendeten USB - Stick, welcher die Frequenzen von etwa 10 KHz bis 30 MHz in eine Zwischenfrequenz von 48,01 MHz bis 78 MHz umsetzt. Die Stromversorgung der gesamten Baugruppe erfolgt über den USB - Anschluss.

DVB-T-Sticks mit einem E4000-Tuner lassen sich mit Einschränkungen auch verwenden wenn deren Frequenzbereich bei 48 MHz oder tiefer beginnt. Diese weisen aber, neben einer geringeren Eingangs-Empfindlichkeit, Lücken im sonst durchgängigen Frequenzbereich auf. Der SDR-RX ist ein Selbstbauprojekt. Dabei kommt neben dem Spaß am Elektronik-Bauen und die Freude über das Funktionieren des Gerätes dazu, das im Falle eines Defektes man immer in der Lage ist den Fehler auch selber zu beheben. Aber keine Angst, die Platinen- und Gehäuse- Herstellung sowie die Bauteilbeschaffung kann man sich ersparen, es ist ein Bausatz erhältlich [1].

[USB-SDR-Stick](#)

Als Stick kamen bei mir zuerst Exemplare des vermutlichen Originals von *NooElec* [7] zum Einsatz. Für diesen Stick soll es keine DVB-T-Software geben, er wird ausschließlich als SDR-Empfänger produziert und ist in der Lage einen 2 MHz breiten Bereich in der Spektrumansicht darzustellen. Dadurch kann z.B. das ganze 2 m-Band angezeigt werden und es wird dadurch eine Es-Öffnung im CW/SSB-Bereich und auch gleichzeitig im FM - Bereich sichtbar.

Um nun eine Aussage darüber machen zu können, um was für ein Gerät es sich bei dem Stick handelt, habe einige Messungen daran vorgenommen. Mit einem VNA wurde die Eingangs-Impedanz des Sticks gemessen. Das Ergebnis ist im **Bild 1** zu sehen. Die Eingangsimpedanz liegt, im Gegensatz zum üblichen Tv-Standard von 75 Ω , tatsächlich bis zu einer Frequenz von etwa 100 MHz herab um die 50 Ω . Erst unterhalb von 100 MHz steigt die Impedanz langsam an (violette Kurve). Das lässt auf einen zu klein dimensionierten Eingangskondensator schließen. Da ich aber ein Öffnen des Stick-Gehäuses vermeiden wollte und dieser Effekt durch die weiter unten beschriebene Schaltung zum großen Teil kompensiert wird, wurde es dabei belassen.

Als weiteres wurde überprüft ob der angegebene Frequenzbereich eventuell Lücken aufweist und dabei gleich die Eingangs-Empfindlichkeit gemessen. Um auf allen Frequenzen vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde jegliche AGC (automatische Verstärkungskontrolle) abgeschaltet. Das Messergebnis ist in der **Tabelle 1** aufgeführt.

Der hier verwendete Stick weist einen lückenlosen Frequenzbereich auf. Der fast baugleiche DVB-T-Stick aus [10] lässt sich in dem hier vorgestellte SDR-Rx auch verwenden, obwohl seine Eingangsimpedanz von 75Ω nicht optimal ist.



Bild1: Mit einem VNA von 13 bis 180 MHz ausgemessene Antennen-Eingang des Stick (siehe Text)

Die in [10] und [12] beschriebene Eingangsempfindlich von $0,15 \mu\text{V}$ bei 12 dB S/N (Signal-Rausch-Verhältnis), speziell im 70 cm-Band, wurden mit diesem Stick mit eingeschalteter Tuner-AGC oder bei höher eingestellter Verstärkung auch erreicht.

Tabelle 1: Die bei verschiedenen Modulationsarten und Frequenzen gemessene Eingangsempfindlichkeit bei 10 dB S/N des verwendeten Stick

f [MHz]	ohne AGC			mit Tuner-AGC CW [μV]
	AM [μV]	USB [μV]	CW [μV]	
520,0	2,05	0,86	0,27	0,035
435,0	2,1	0,78	0,24	0,044
300,0	4,5	1,71	0,55	-
200,0	5,35	2,1	0,65	-
145,0	4,3	1,62	0,48	0,05
100,0	3,0	1,20	0,37	0,033
50,0	3,8	1,42	0,45	0,04
40,0	3,6	1,24	0,39	-
35,0	3,4	1,24	0,38	-
30,0	3,4	1,27	0,39	-
25,0	3,6	1,40	0,42	0,052

Messbedingungen: AM : Modl. 30%, 1 KHz b = 5,0 KHz
 USB : b = 2,3 KHz
 CW : b = 0,3 KHz
 Software: SDR# (RF-Gain = 22,9 dB)

Inzwischen sind DVB -T2- Sticks mit dem **R820T2/RTL2832U-Chipsatz** mit TCXO und SMA-Anschluss verfügbar [11] (siehe **Bild 14**). Da diese Sticks mit dem gleichen Treiber arbeiten, lassen sie sich auch mit geringen Änderungen am Antennenanschluss-Kabel zum Sticks verwenden (siehe weiter unten).

SDR-Rx

Der für den hier beschriebenen Stick konstruierte SDR-Rx findet auf einer Standard-Euro-Platine platz, besitzt je einen Antenneneingang für Frequenzen über 30MHz (> 30 MHz) und unter 30 MHz (< 30 MHz). Zwischen beiden Antenneneingängen kann mit einem Kippschalter umgeschaltet werden. Die Anbindung an den PC erfolgt über einen USB-Anschluss. Alle verwendeten Bauelemente sind in der **Stückliste** aufgeführt.

Technische Informationen zum SDR-Rx:

Betriebsspannung: 5,0 V (über USB)

Frequenzen > 30 MHz:

- Antenneneingang BNC 50Ω über ein internes 35 MHz - Hochpassfilter
- Direkte Signalverarbeitung (ohne Shift)

Frequenzen < 30 MHz:

- Antenneneingang BNC 50Ω über ein internes 30 MHz -Tiefpassfilter
- Signalverarbeitung über einen Umsetzer auf einer Zwischenfrequenz (ZF) von 48,0 bis 78,0 MHz (Shift -48.000.000)
- Großsignalfester Schottky-Dioden-Mischer (X1)
- Der 48,0000 MHz Quarz-Oszillator (Q1) wird über einen mit C21 (Lo) einstellbaren Bandpass mit dem Mischer verbunden.
- Ein mit C22 (No) einstellbares Notch-Filter für die Oszillatorfrequenz-Reste, Quarz-bestückt mit Q2, sorgt für eine höhere Oszillatorfrequenz-Unterdrückung.
- In der ZF von 48 bis 78 MHz sorgt ein dreikreisiges Bandpassfilter, speziell bei Empfangsfrequenzen > 2MHz, für eine gute Spiegelfrequenz-Unterdrückung.
- Eine PIN-Diode (D3) verbessert die ZF-Durchschlagsfestigkeit.

Minimale Systemanforderungen (PC):

- WINDOWS XP oder höher
- CPU: Pentium 5 u. höher, min. 1,6 GHz - Takt
- 1 Gb-RAM und mehr
- USB 2,0 oder höher
- Alle anderen, auf die Soundkarte zugreifende Programme sollten möglichst beendet werden

Die Schaltung des Gerätes im **Bild 2** weist einige Besonderheiten auf. Die Antennen-Buchse K1 ist für Frequenzen über 30 MHz und K2 für Frequenzen unter 30 MHz zuständig. Die HF-technische Umschaltung zwischen den beiden Bereichen übernimmt das kleine Reed-Relais Re1, betätigt durch den Kippschalter S1. Die Duo-Diode D1 dient gleichzeitig der Betriebs- und Bereichs-Anzeige. Der Stick befindet sich aus weiter unten noch beschriebenen Gründen mit auf der Platine und damit mit im Gehäuse. Er steckt in der oberen USB-Buchse von K3 und sein Antenneneingang ist über ein kurzes Koaxkabel mit dem Anschlusspunkt K8 auf der Platine verbunden.

Alle drei in dem Gerät verwendeten Tschebyscheff-Filter sind auf geringe Durchgangsdämpfung und Welligkeit im Durchlassbereich bei Verwendung handelsüblicher Bauteile optimiert.

Das an der Buchse K1 anliegende Antennensignal (> 30 MHz) gelangt über den Hochpass C1-C3 und L7 - L8 sowie über das Relais Re1 direkt zum Antenneneingang des Stick und wird dort verarbeitet über den USB-Port zum PC ausgegeben.

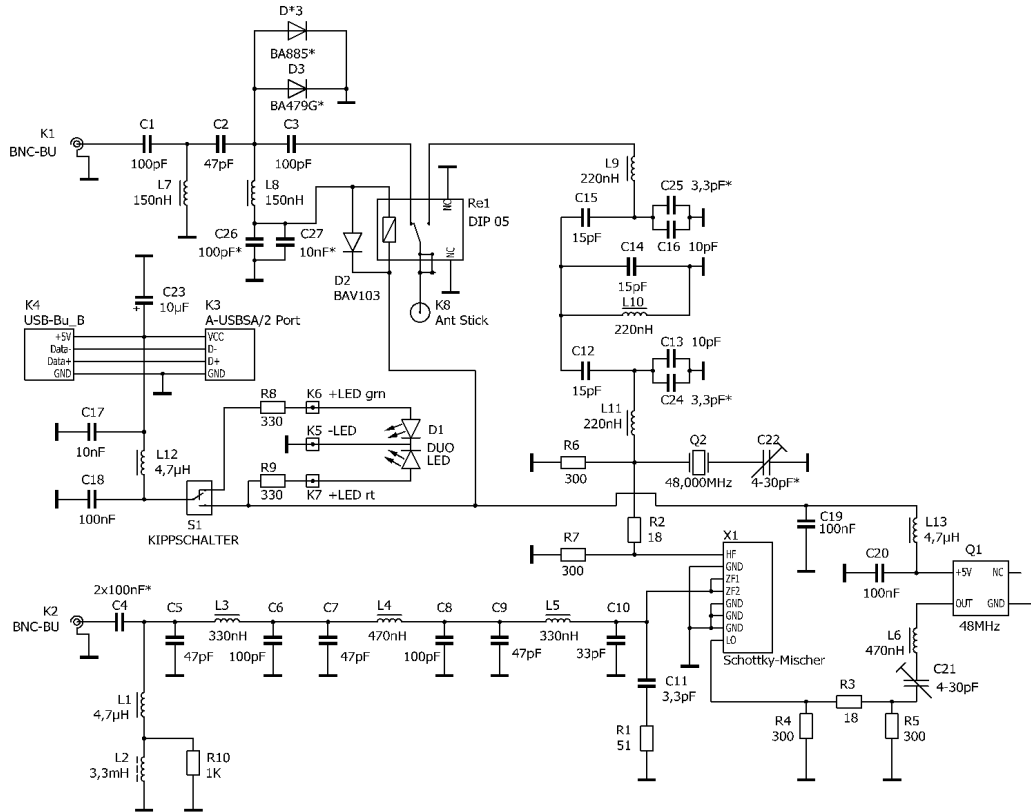


Bild 2: Das Schaltbild des SDR-Rx. Die Schalterstellungen gelten für den Bereich > 30 MHz

Im **Bild 3** sind die gemessenen Kurven der Eingangsimpedanz von der Buchse K1 bis zum Stick im gleichem Frequenzbereich wie im **Bild 1** zu sehen. Deutlich ist hierbei im Vergleich mit dem **Bild 1** der günstigere (waagerechte) Verlauf der Kurven erkennbar.

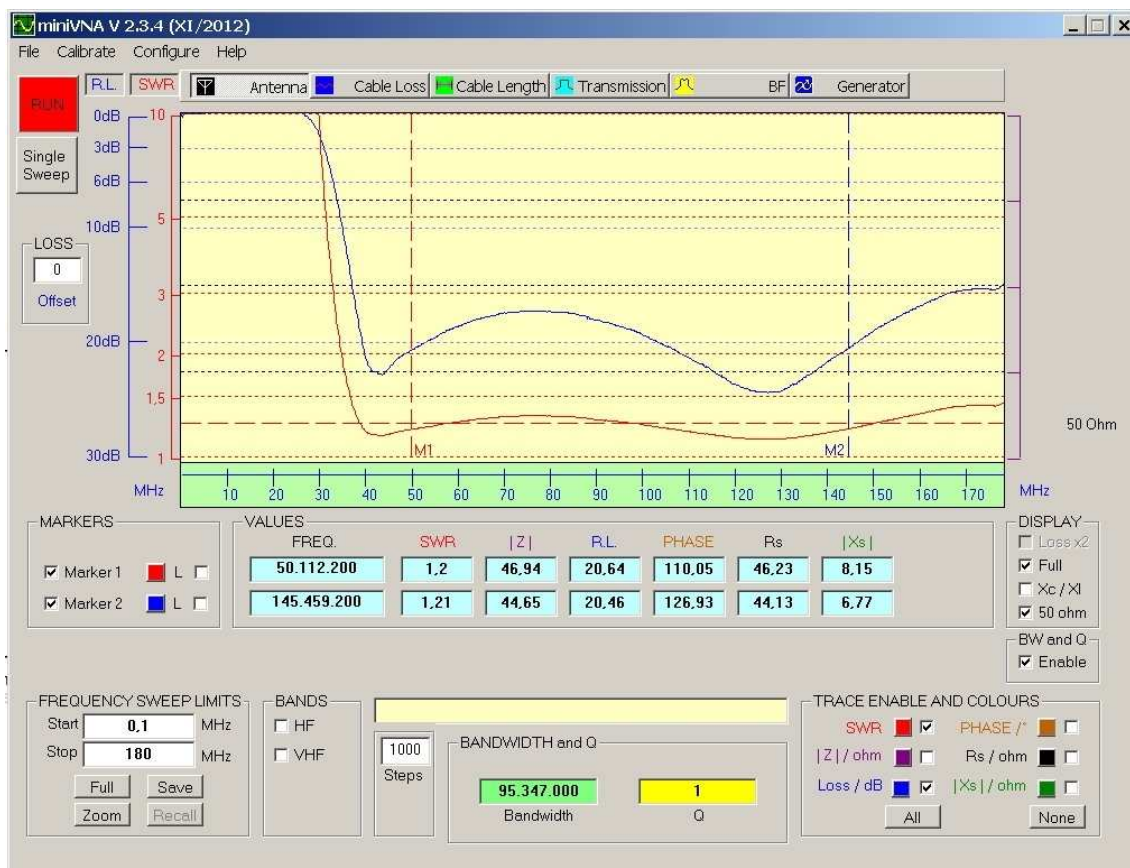


Bild 3: Mit einem VNA gemessene Kurven des Antenneneingangs >30 MHz bis zum Stick

Der zu klein bemessene Eingangs-Kondensator des Stick wird durch den Hochpass seiner negativen Wirkung beraubt.

Durch die hohe Eingangsempfindlichkeit des Stick würde jeder in diesen Signalweg eingeschleifte HF-Verstärker das Signal nur negativ beeinflussen. Erfolge lassen sich nur mit einem EME-tauglichen Vorverstärker direkt an der Antenne am Mast erzielen.

Um mit dem SDR-Rx auch Signale im Bereich unter 30 MHz verarbeiten zu können, müssen diese Signale in einen höheren, für den Stick erreichbaren Frequenzbereich umgesetzt werden. In den bisher bekannten Schaltungen werden die Signale, um Störungen durch Rundfunksender zu vermeiden, in einen Bereich oberhalb des UKW-Rundfunkbandes von 87,5 bis 108 MHz, ab 110 MHz und höher umgesetzt. Der hier beschriebene Stick erlaubt nun die Umsetzung in einen Bereich unterhalb des Rundfunkbandes. Dieses erbringt einige noch weiter unten beschriebene Vorteile. Ich habe wegen der gleichzeitigen Verfügbarkeit von Quarzoszillator und Einzelquarz dafür den Bereich von 48 MHz bis 78 MHz gewählt. Der Empfangsbereich von 0 bis 30 MHz wird, gemischt in dem Mischerbaustein X1 mit einer Oszillatorfrequenz von 48,0 MHz, in den Zwischenfrequenz-Bereich (ZF) von 48 MHz bis 78 MHz umgesetzt. Die Oszillatorfrequenz erzeugt ein eigentlich für digitale Schaltungen gedachter Quarzoszillator-Baustein im Metallgehäuse. Da dieser Baustein aber keine Ausgangsimpedanz von 50 Ω aufweist und auch einige Oberwellen produziert, wird er über den Bandpass L6/C21 mit dem Rest der Schaltung verbunden. Dadurch wird die erste Oberwelle schon um ca. 6 dB (50%) gedämpft.



Bild 4: Mit einem VNA gemessene Kurven des Antenneneingangs <30 MHz bis zum Mischer

Für den Mischerbaustein wird ein großsignalfesterer Schottky-Dioden-Mischer eingesetzt. Für die optimale Funktion des Mixers muss dieser möglichst an allen Eingängen und Ausgängen mit 50 Ω abgeschlossen werden. Dazu tragen die zur Pegelanpassung dienenden 3 dB-Dämpfungsglieder R3/R4/R5 und R2/R6/R7 bei. Der Eingangsseite des Mixers wird das von der Antennenbuchse K2 kommende Signal (< 30 MHz) über C4 und dem Tiefpass C5-C10/L3-

L5 zugeführt. Die gemessenen Kurven zu diesem Eingang sind im **Bild 4** zu betrachten. Für den 50 Ω Abschluss für Frequenzen weit oberhalb von 30 MHz sorgen R1 und C11. Im Gleichstrombereich übernimmt L2 mit seinem Innenwiderstand nahe 50 Ω diese Funktion. Da die Eigenresonanz von L2 knapp unter 1 MHz liegt, oberhalb dieser Frequenz wirkt L2 dann kapazitiv, würden KW-Signale gedämpft werden. Dieses verhindert die Spule L1, während R10 die Eigenresonanz von L2 bedämpft. Zusammen bildet diese Kombination mit C4 einen Hochpass zur Unterdrückung von Brummodulation im Mischer.

Das aus dem Mischer kommende ZF-Signal wird über ein 3 dB-Dämpfungsglied einem dreikreisigen Bandfilter zugeführt. Die gemessene Durchlasskurve dieses Filters ist im **Bild 5** zu sehen. Das ZF-Signal wird von allen außerhalb des Durchlassbereichs des Filters liegenden Mischprodukten befreit und über das Relais dem Antennen-Eingang des Stick zugeführt.

Der Mischer weist eine Trägerunterdrückung von 40 bis 50 dB auf. Oder mit anderen Worten ausgedrückt: das Oszillatorsignal (48 MHz) stellt am Ausgang des Mixers ein um bis zu 50 dB gedämpftes, aber immer noch entsprechend starkes Signal dar. Dieser Restträger kann mit anderen starken Empfangssignalen im Stick wieder neue Mischprodukte bilden. Dazu kommt noch der im Stick arbeitende Quarzgenerator von 28,8 MHz. Es entstehen so genannte „Geistersignale“. Zur Verbesserung wurde ein Notch-Filter (Kerb-Filter), bestehend aus dem Quarz Q2 und dem Trimmer C22, am Eingang des ZF-Filters angeordnet. Durch den Abgleich des Trimmers, wie weiter unten beschrieben, kann der Restoszillator-Pegel noch weiter abgesenkt werden.

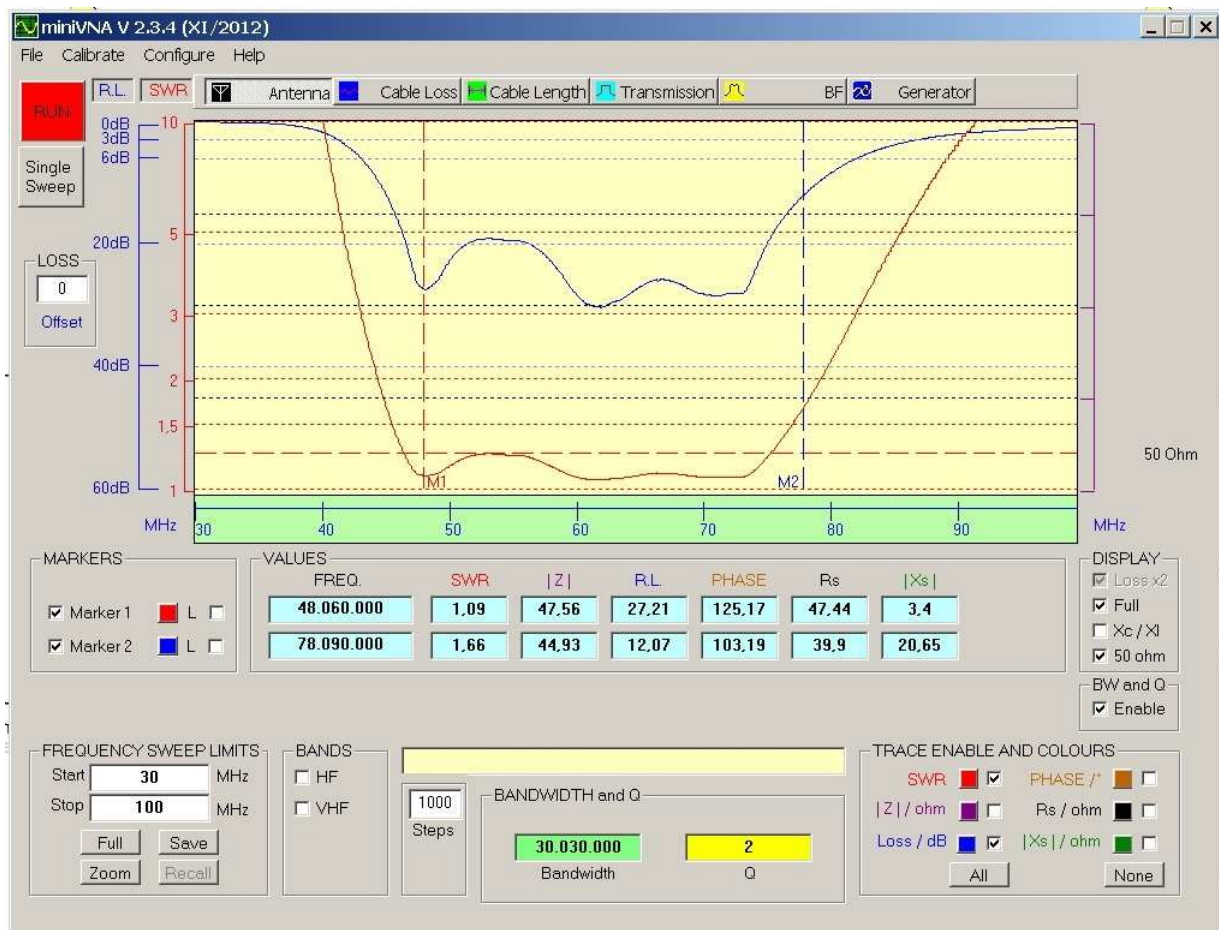


Bild 5: Die gemessenen Kurven des ZF-Bandfilters

Werden an dem SDR-Rx gleichzeitig zwei Antennen betrieben, z.B. eine VHF-Antenne an K1 und eine KW-Antenne an K2, so kann es beim Betrieb des Bereiches < 30 MHz zum Übersprechen von starken Signalen im ZF-Bereich direkt vom Antenneneingang K1 über die Platine oder im Relais auf den Eingang des Stick an K8 kommen. Deshalb hat die PIN-Diode D3 die Aufgabe in diesem Fall den Eingang > 30 MHz stark zu bedämpfen. Als Steuerstrom

für die Diode wird der Strom, welcher das Relais betätigt, verwendet. Das Relais fungiert also gleichzeitig als Vorwiderstand für die PIN-Diode.

Die Spulen L12 und L13 und die damit verbundenen Kondensatoren C17 bis C20 und C23 dienen der Unterdrückung von Störsignalen vom USB-Anschluss und vom Quarzgenerator Q1.

*** Hinweise zur Schaltung und zur Stückliste**

Speziell für die mit einem Stern gekennzeichneten Bauteile:

- In der Tabelle 1 sind die Werte der Kondensatoren des ZF-Bandpassfilters aufgeführt. Die Frequenzbereiche entsprechen einem Durchlassbereich mit einer Dämpfung von < 1 dB. Die 3 dB – Grenzen umfassen einen etwas größeren Frequenzbereich.

Tabelle 2: Dimensionierung von C13//C24 und C16//C25

Empfangs-Bereich [MHz]	ZF [MHz]	C13 u. C16 [pF]	C24 u. C25 [pF]	alternativ
0 – 25,3	46,9 – 73,3	10	4,7	C13/C16 = 15 pF C24/C25 = 0 pF
0 – 27,4	46,5 – 75,4	10	3,3	
0 – 29,5	46,2 – 77,0	10	2,2	C13/C16 = 12 pF C24/C25 = 0 pF
0 – 36,0	45,9 – 84,0	10	0	

Wenn vorhanden können für **C13** und **C16** SMD-Kondensatoren (1206) von 12 pF eingesetzt werden. **C24** und **C25** werden dann nicht benötigt. Dieses stellt die optimale Bestückung dar. Das Filter ist so dimensioniert das es nicht abgestimmt werden braucht.

- Die unterste zu empfangene Frequenz im Längstwellenbereich wird von **C4** beeinflusst. Der Kondensator kann, wenn nicht anders vorhanden, aus zwei bis vier parallel geschalteten 100 nF-SMD-Kondensatoren (1206) bestehen. Diese Kondensatoren werden dann hochkant nebeneinander auf der Platine angelötet.

Tabelle 3: Dimensionierung von C4

C4 [nF]	f _u -3dB [KHz]
100	31,8
200	15,9
220	14,5
300	10,6
330	9,6
400	7,9

- Der Antennen-Eingang des USB-Stick muss über ein kurzes **Koaxkabel** mit K8 auf der Platine verbunden werden. Da die zum USB-Stick mitgelieferte Antenne nicht mehr benötigt wird, können dass sich an der Antenne befindliche Kabel samt **MCX-Stecker** dazu verwendet werden. Dazu wird das Kabel, einschließlich der Stecker-Gehäuselänge, bei einer Länge von 80 mm durchtrennt, etwa 5mm abisoliert und mit K8 auf der Platine verbunden. Der Schirm des Kabels wird, minimal auf zwei Stränge aufgefaser, neben K8 möglichst kurz auf die Massefläche gelötet. Die **Positionen 37 und 38** der Stückliste werden dann nicht benötigt.
- Der Trimmer C22 kann auch einen Wert von nur 3-20 pF haben. Um alle Toleranzen der Quarze Q1 und Q2 ausgleichen zu können muss die Anfangskapazität des Trimmers aber <= 4 pF sein.

- Die PIN-Diode D3 und damit die Kondensatoren C26 und C27, werden nur benötigt wenn an dem Gerät wirklich zwei Antennen gleichzeitig angeschlossen werden sollen. Diese Diode kann als bedrahtetes Bauteil (D3: BA479) oder als SMD-Bauteil (D*3: BA885 o. BA679) bestückt werden. Wird die Diode nicht benötigt so sind C26 und C27 durch eine Zinnbrücke (Kurzschluss-Brücke) zu ersetzen.

Der Bausatz von jetvision

Auf Grund der großen Nachfrage wurde intensiv daran gearbeitet einem 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 nummerierte Tüten mit Bauteilen, der Platine, die bearbeiteten Gehäuseteile 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**)

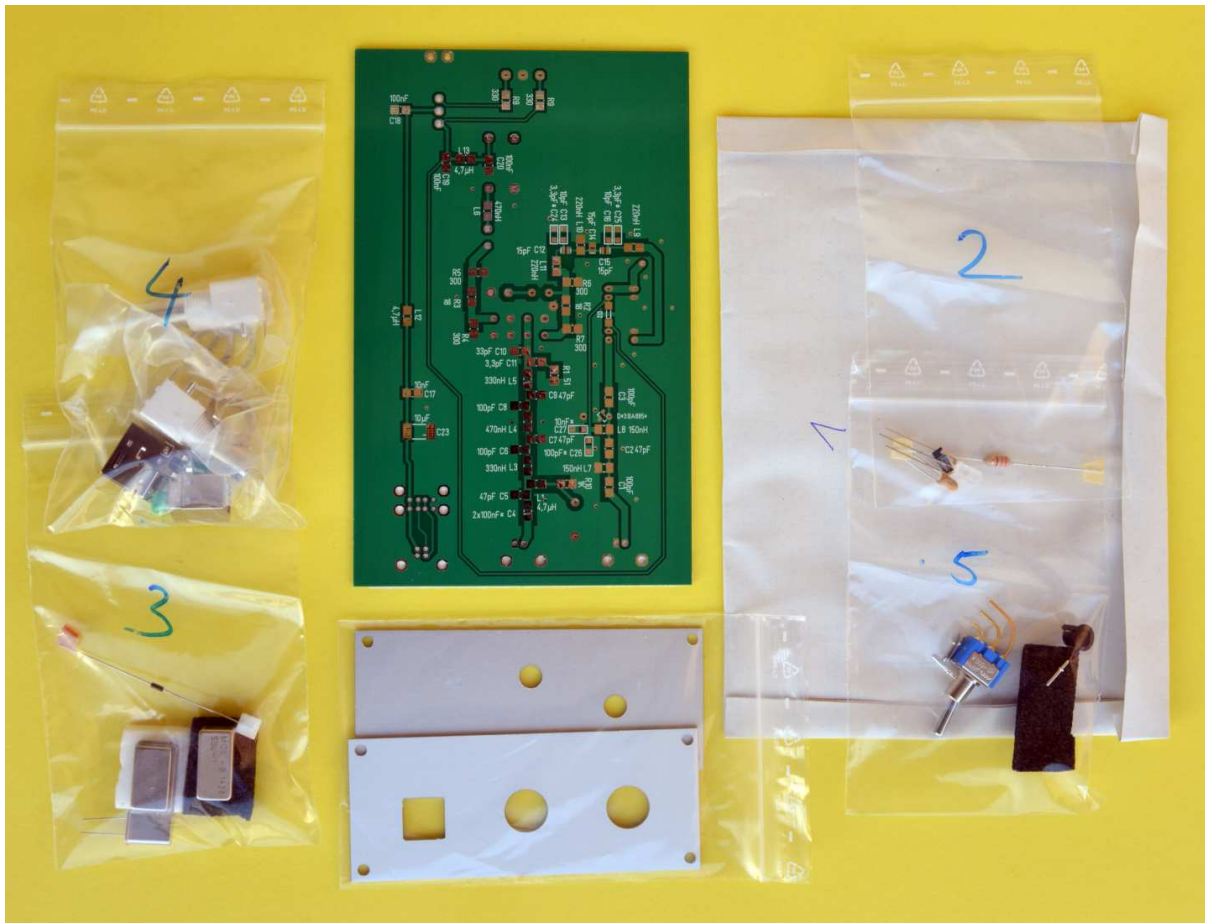


Bild6: Der Bausatz nach dem Auspacken

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

jetvision.de

B-B-R		Packing list SMD			
*TARIC-Code/HS-Code					
3,3 pF	10 pF	15 pF	33 pF	47 pF	100 pF
1206	1206	0805	1206	1206	1206
(3)	(2)	(5)	(1)	(4)	(5)
C11,C24,C25	C13,C16	C12,C14,C15	C10	C2,C5,C7,C9	C1,C3,C6,C8,C26
853224*	853224	853224	853224	853224	853224
10 nF	100nF	18 R	51 R	300 R	330R
1206	1206	1206	1206	1206	1206
(2)	(4)	(2)	(1)	(4)	(2)
C17,C27	C4,C18,C19,C20	R2,R3	R1	R4,R5,R6,R7	R8,R9
853224	853224	853310	853310	853310	853310

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

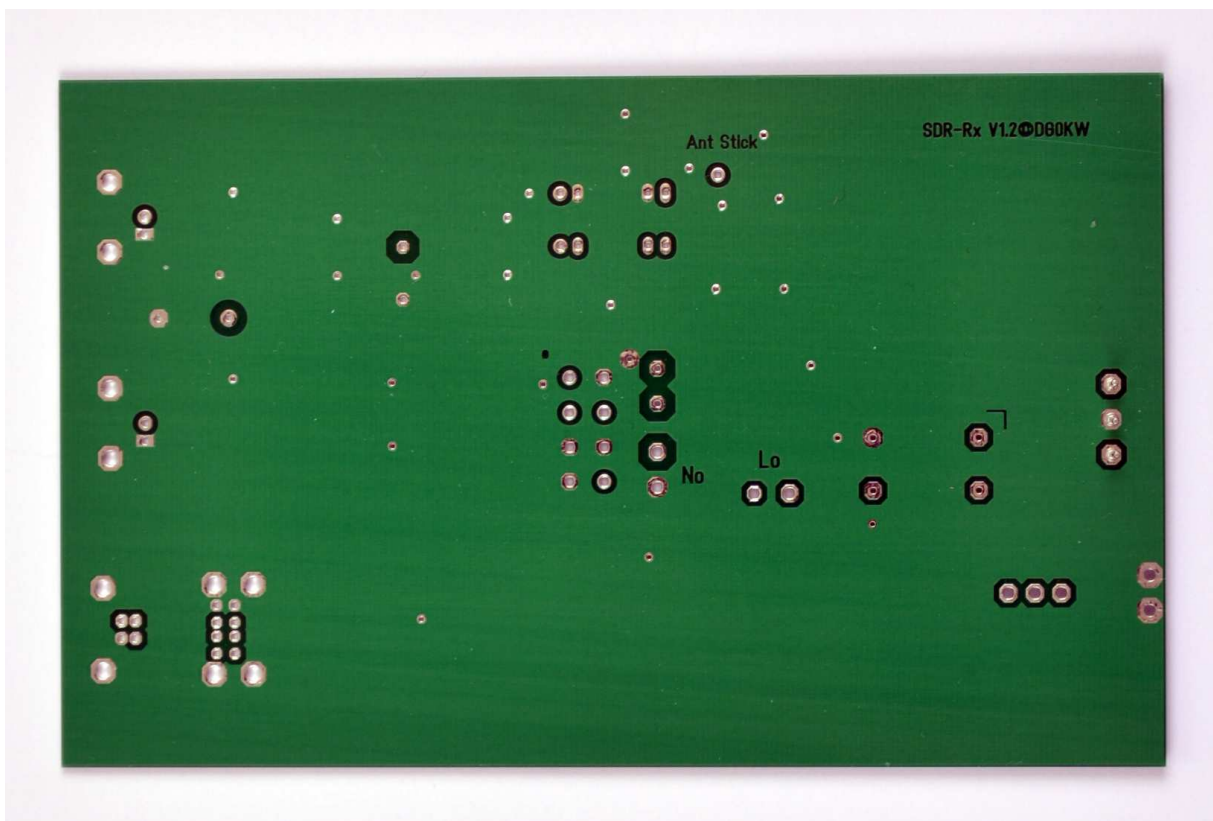


Bild 8: Ansicht der Bestückungsseite der Platine

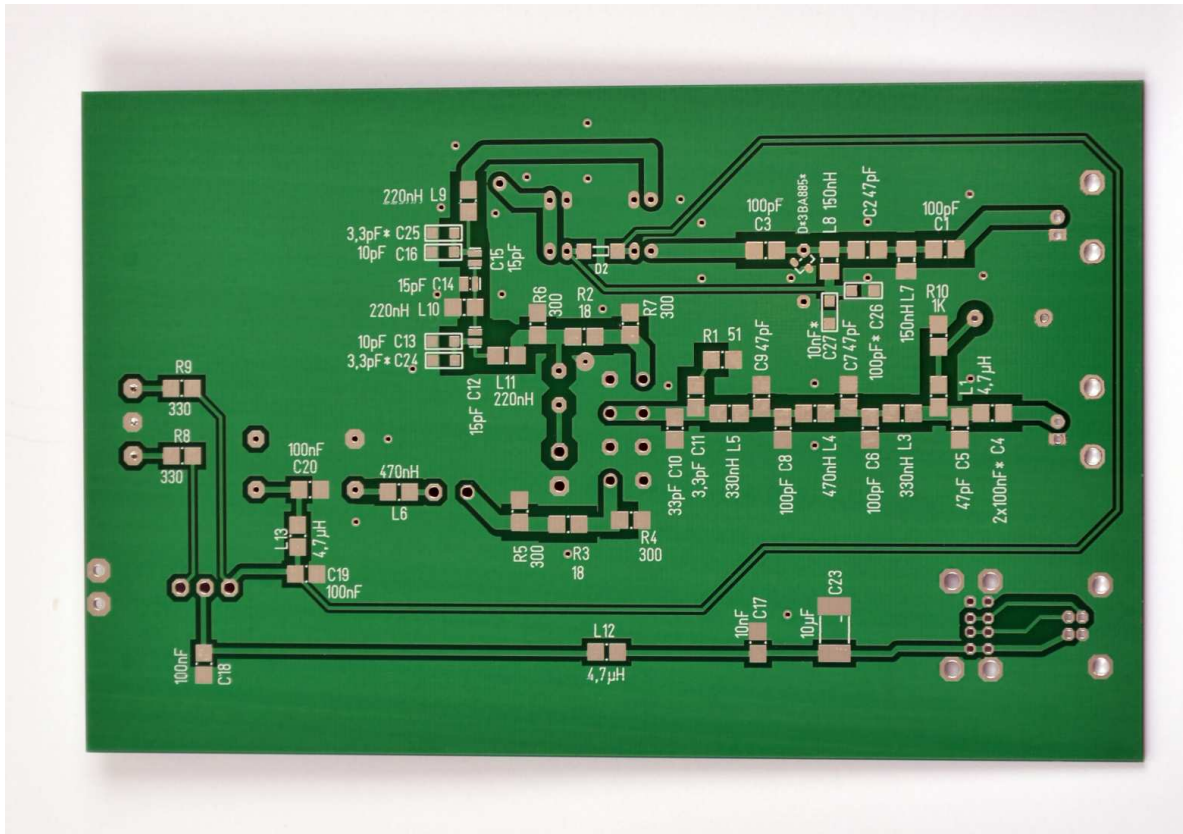


Bild 9: Ansicht der Leiterseite der Platine

Bestückung:

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

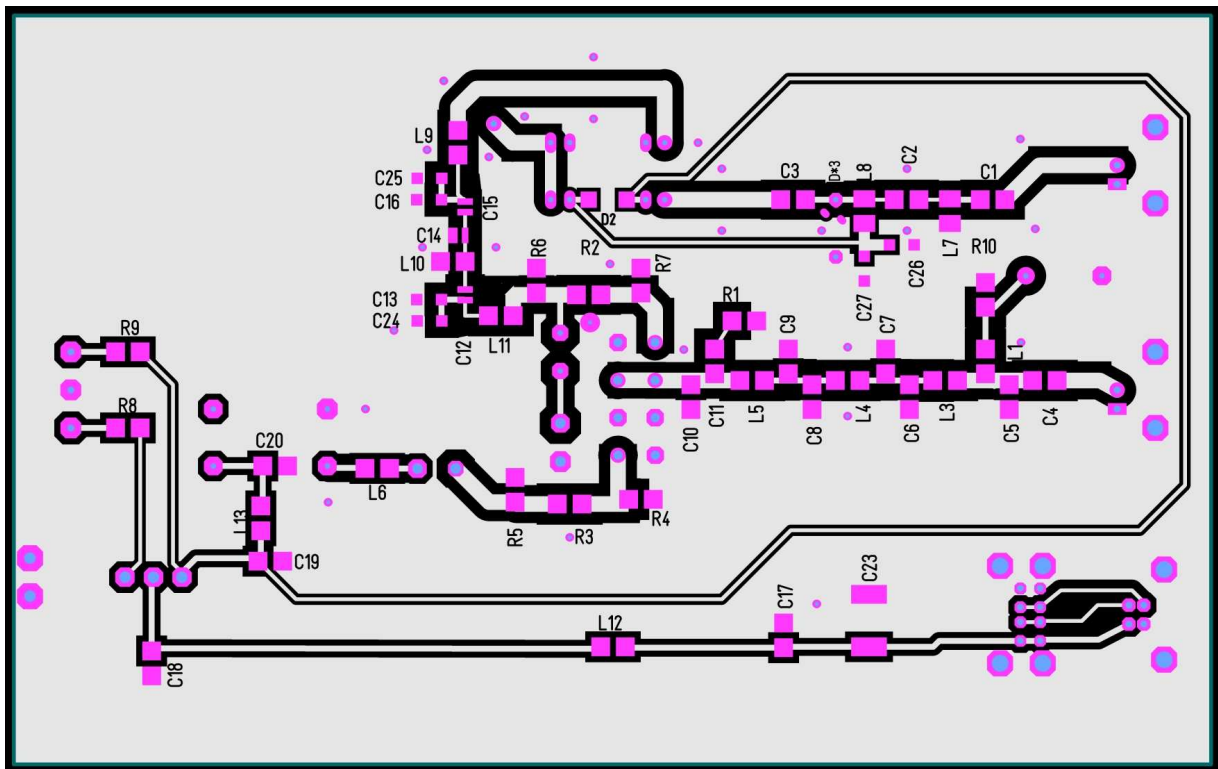


Bild 10: Bestückungsplan der Platinen-Unterseite

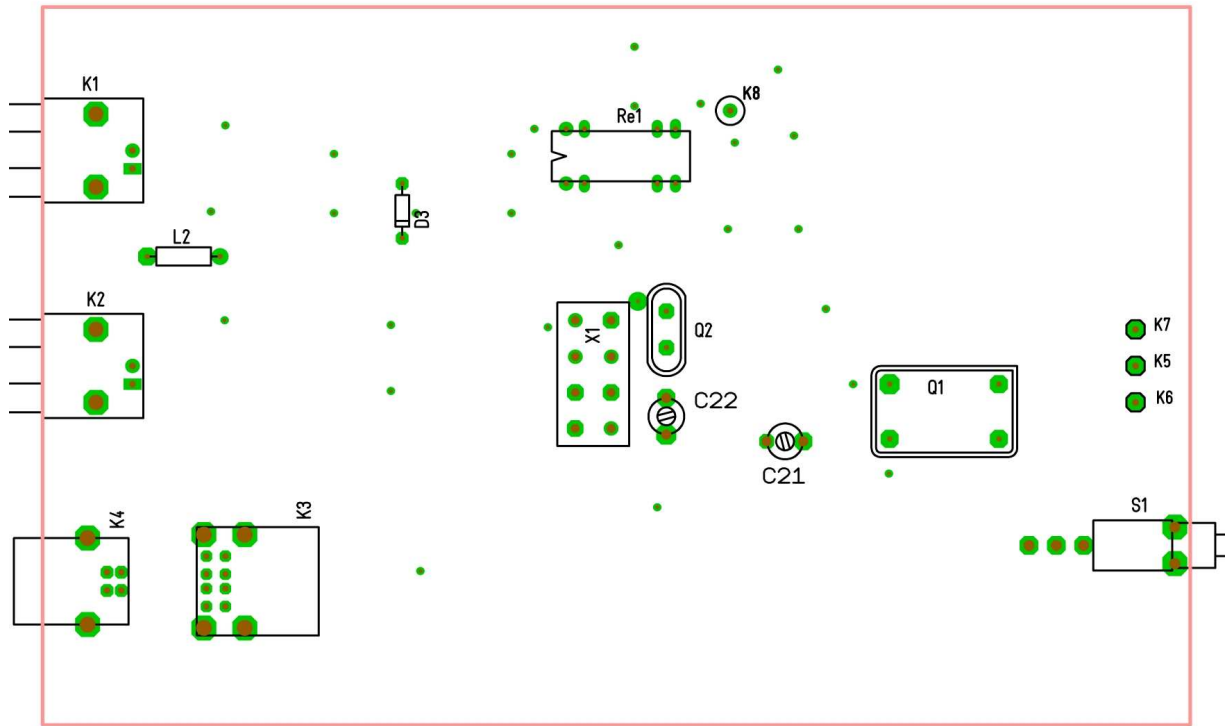


Bild 11: Bestückung der Platinen-Oberseite

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 Platinen-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 in dem 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 lötharer 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 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**).

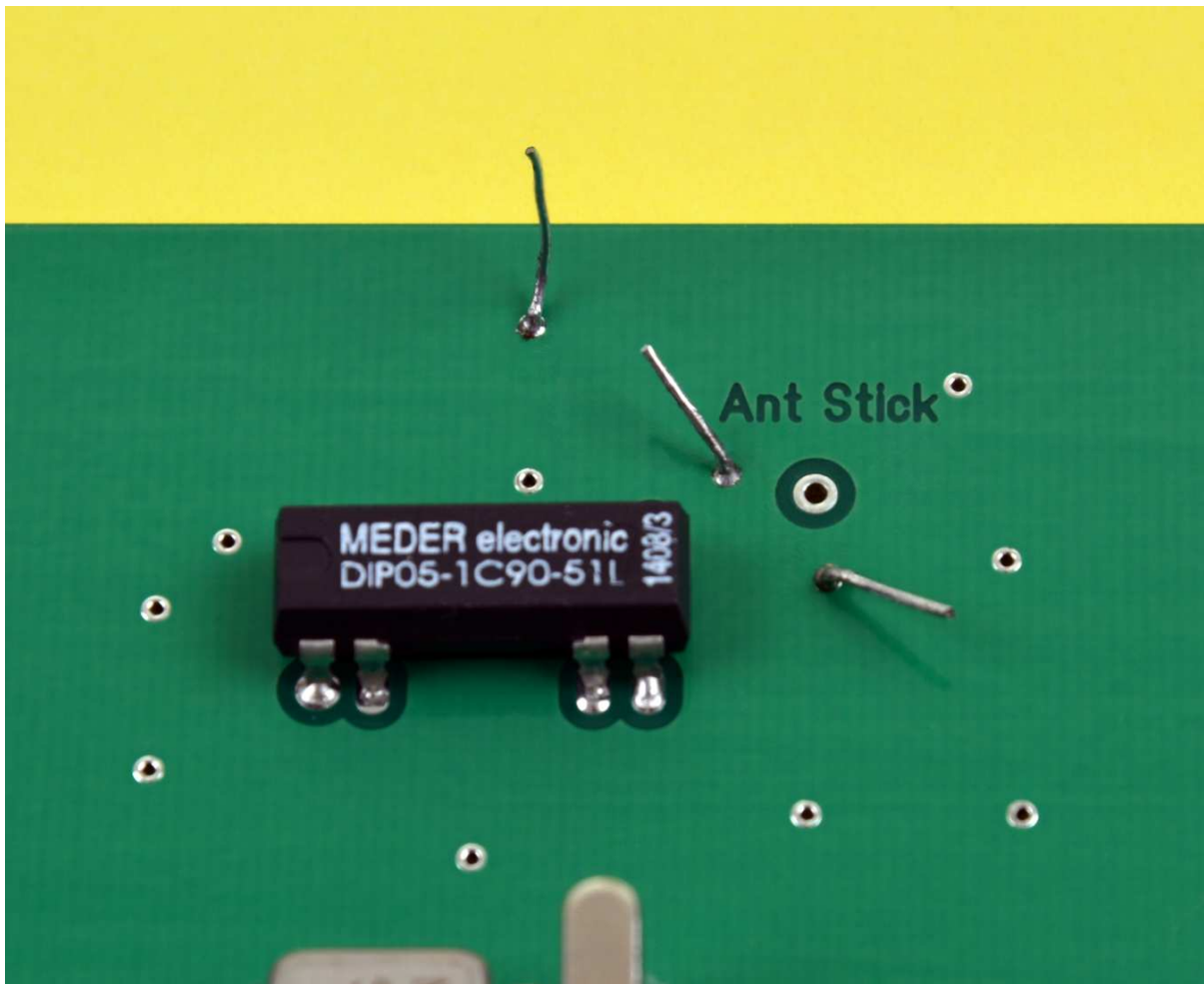


Bild 12: Vorbereitungen auf der Platine zum Anlöten des Koaxkabels

Wird ein Stick mit dem **RTL2832U R820T2-Chipsatz** und einem TCXO verwendet, so muss das etwa 100 mm lange Koaxkabel mit einem SMA-90°-Stecker (90°-Winkelstecker, männlich) versehen werden. Das Kabel wird dann wie oben beschrieben auf der Platine so

am Punkt K8 an gelötet, das es in Richtung zur Frontplatte zeigt und dann in einem Bogen zum Stick führt. Dieses ist notwendig da sich an dem Stick die Antennen-Eingangsbuche an der Stirnseite befindet (siehe **Bild 14**).

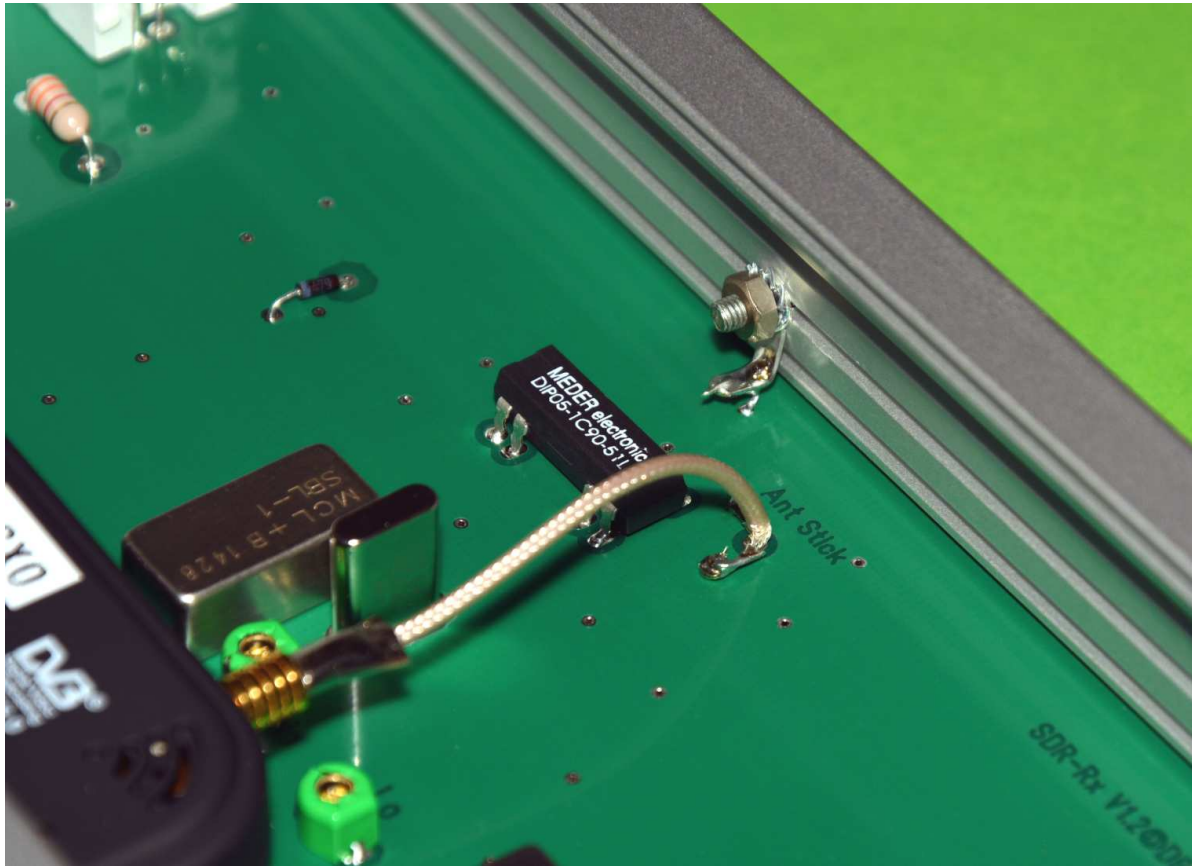


Bild 13: Blick auf das Koaxkabel und die Masseverbindung zum Gehäuse



Bild 14: Stick mit dem **RTL2832U R820T2-Chipsatz** und einem TCXO sowie dem SMA-Anschlusskabel

Da der Stick wegen des Alu-Gehäuses ein größeres Gewicht aufweist, sollte unter dem Stick auf der Platine ein etwa 7 mm hoher Schaumstoff-Würfel o.Ä. als Stütze aufgeklebt werden.

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 16**).

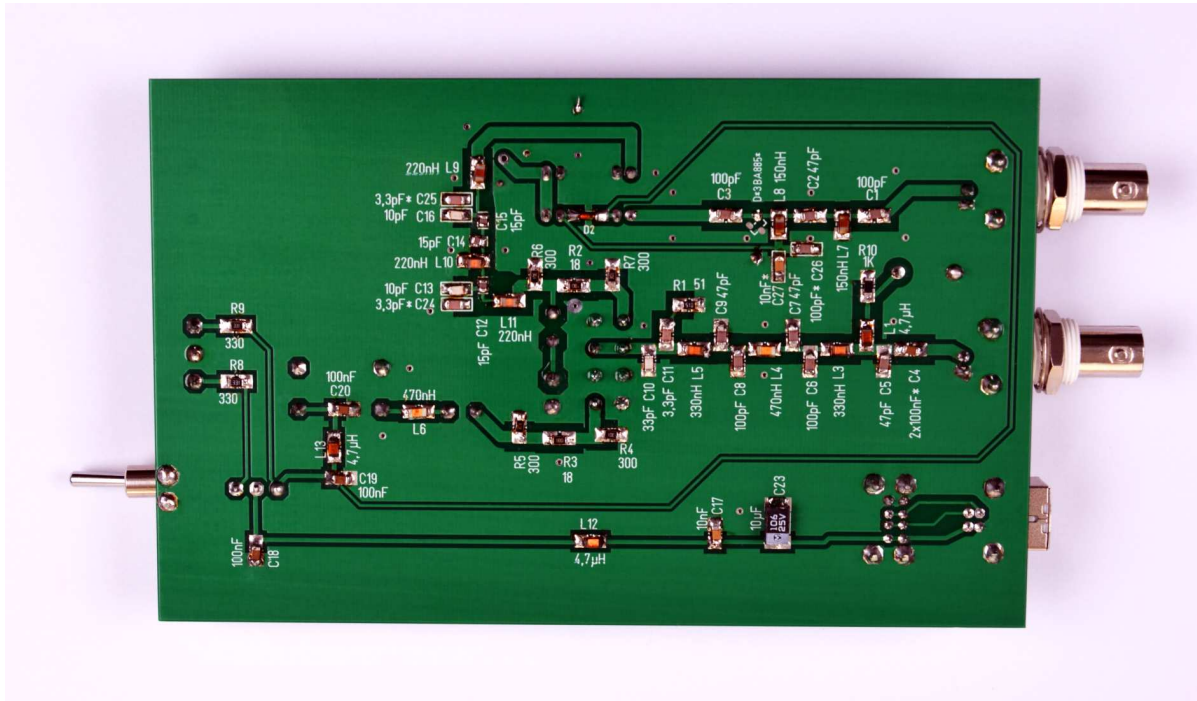


Bild 15: Blick auf die Leiterseite der Platine (V1.2)

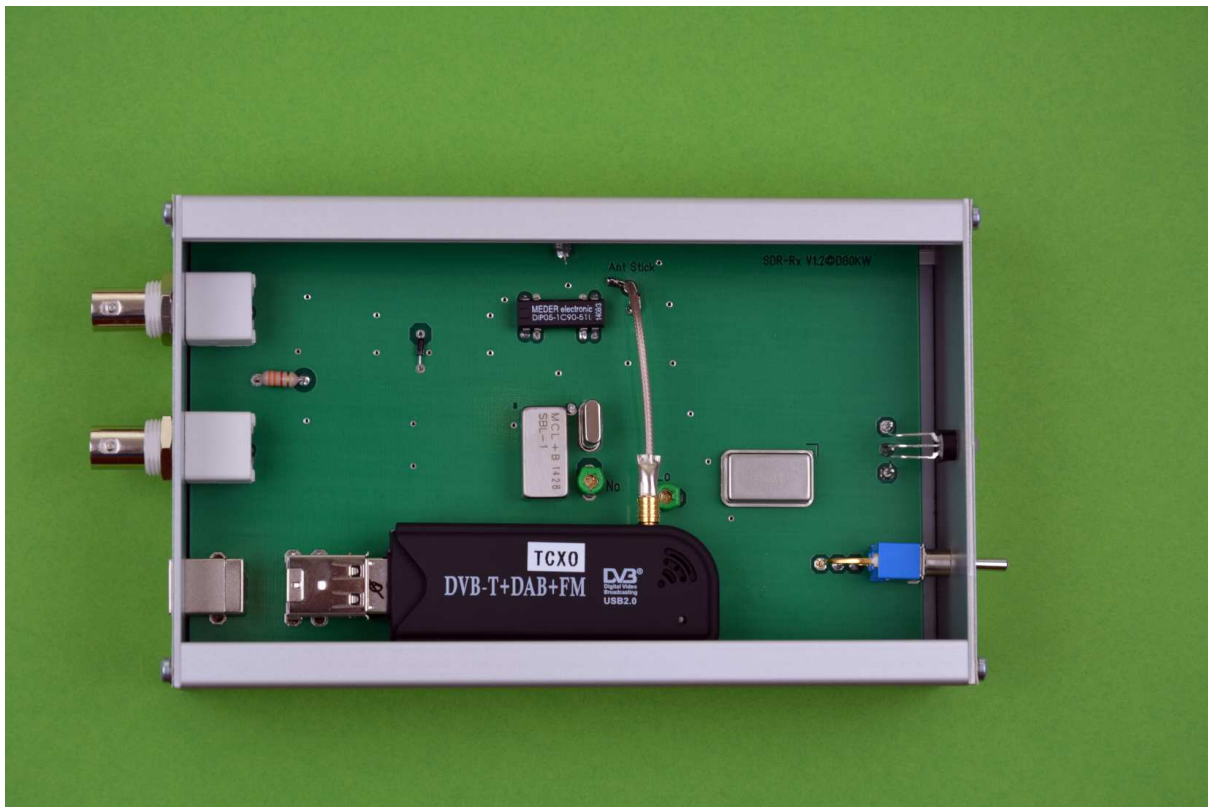


Bild 16: Ansicht der Bestückungsseite der Leiterplatte (V 1.2) mit dem DVB-T-Stick

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 Vorder-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 17 und 18**.

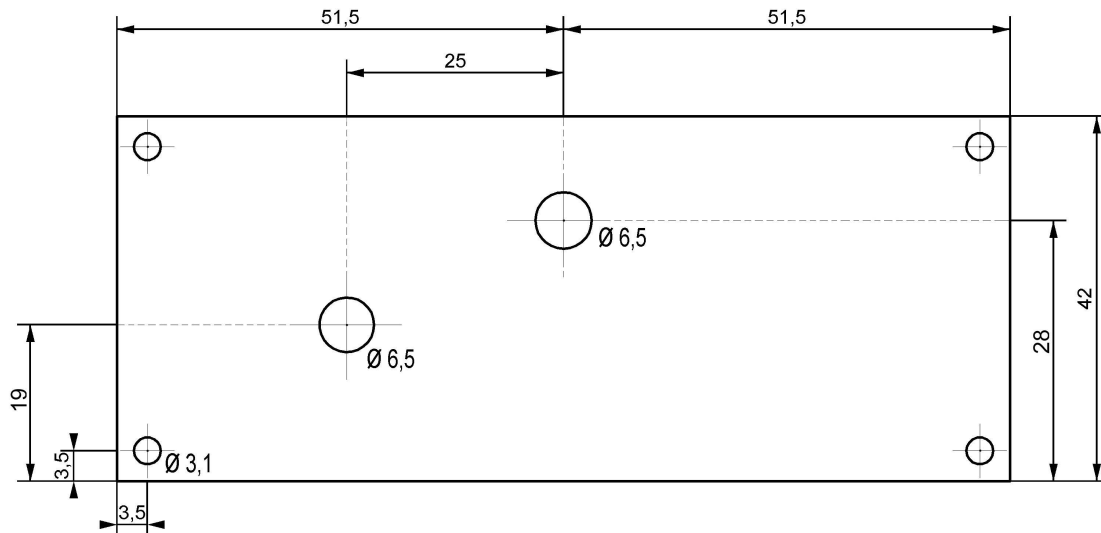


Bild 17: Bohrplan für die Gehäuse-Frontplatte

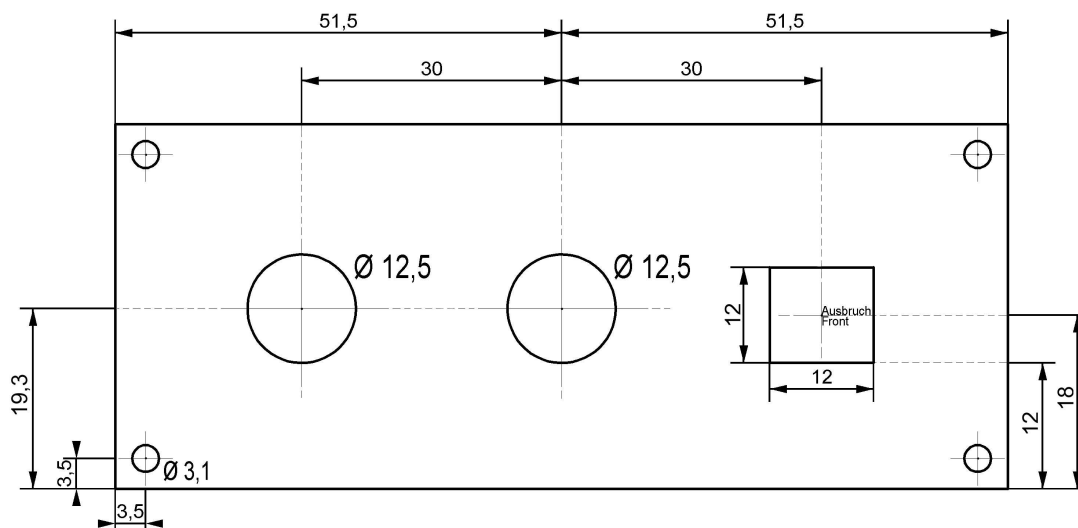


Bild 18: Bohrplan für die Gehäuse-Rückwand

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 nur 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 19**). An der Lötöse wird dann der oben beschriebene Draht neben dem Relais angelötet (**Bild 13**).

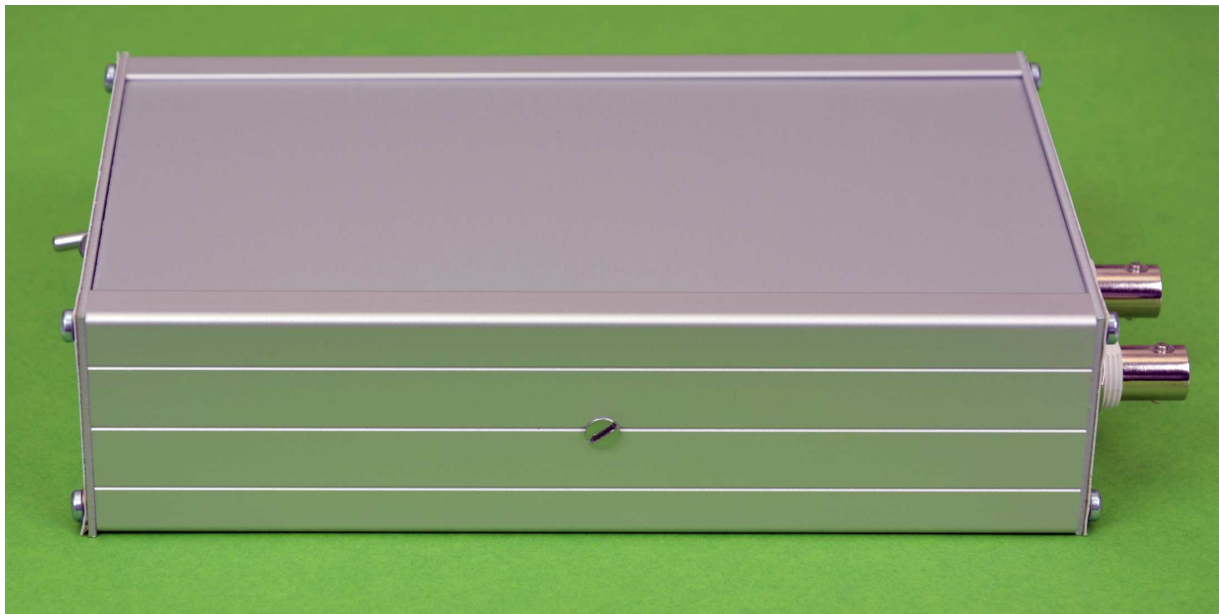


Bild 19: Ansicht der in Gehäuse-Seitenwand zusätzlich angebrachten Senkkopfschraube für die Masseverbindung zur Platine (siehe Text)



Bild 20: 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 21: 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 Mischers 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 drei mal 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 22** ist die Spektralansicht des SDR#-Programms vor und in **Bild 23** 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 Mischers verbunden und kurz angelötet.

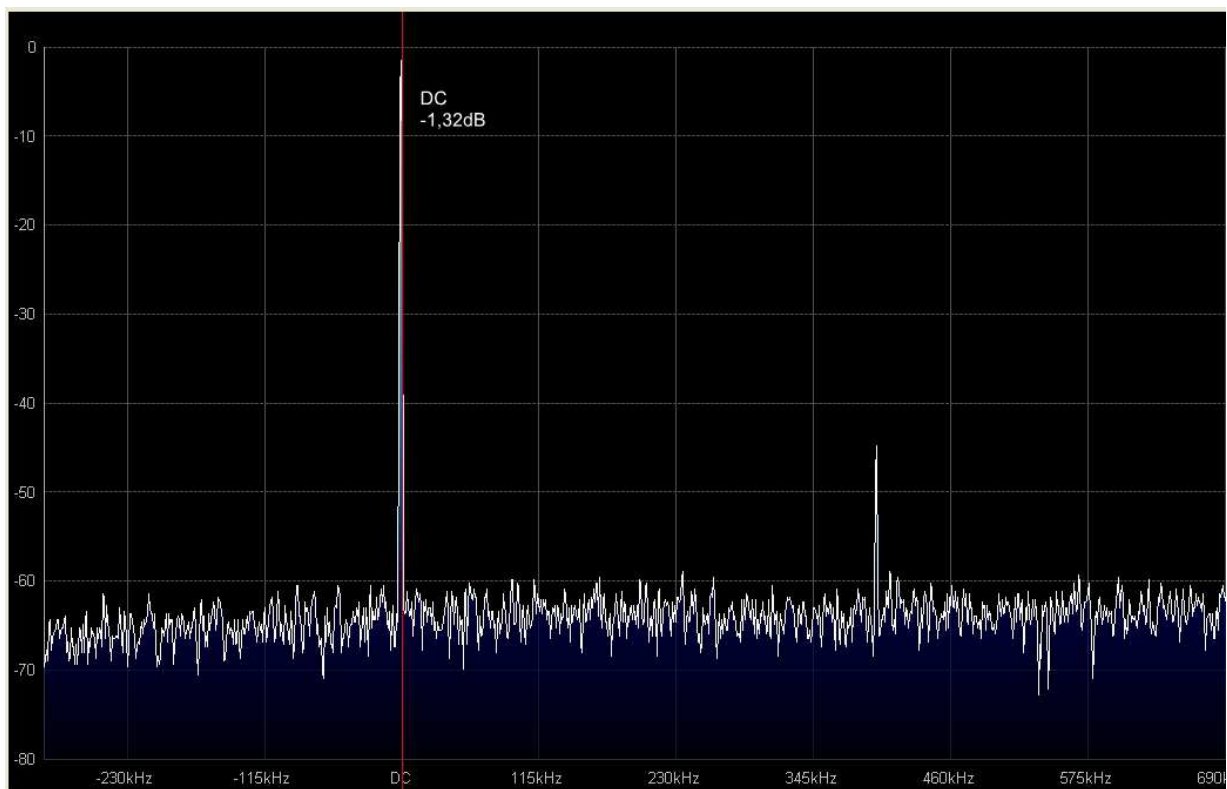


Bild 22: Darstellung des Restträgers (DC) im SDR#-Programm vor dem Abgleichen der Trimmer. Deutlich ist bei etwa 400 KHz ein „Geistersignal“ zu erkennen.

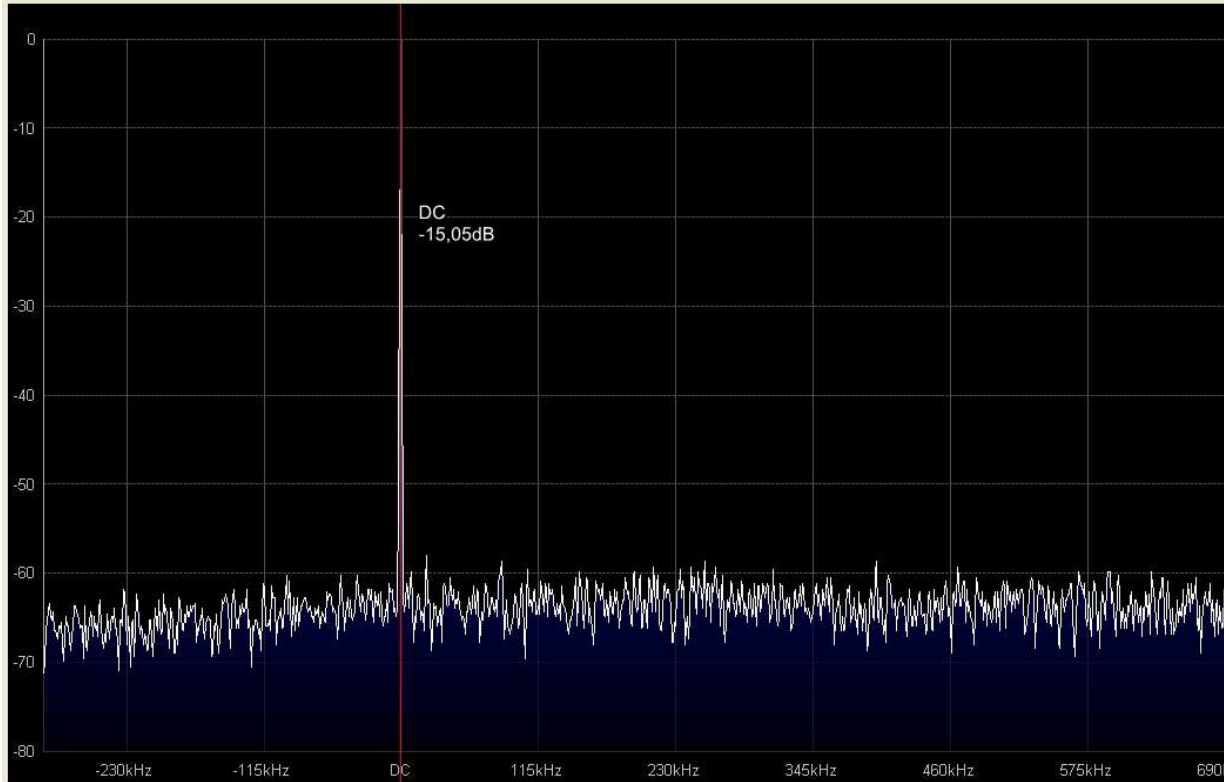


Bild 23: Der Restträgers (DC) im SDR-Programm nach dem Abgleichen der Trimmer.

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 24** gezeigten Beispiel beträgt die Abweichung 220 Hz.

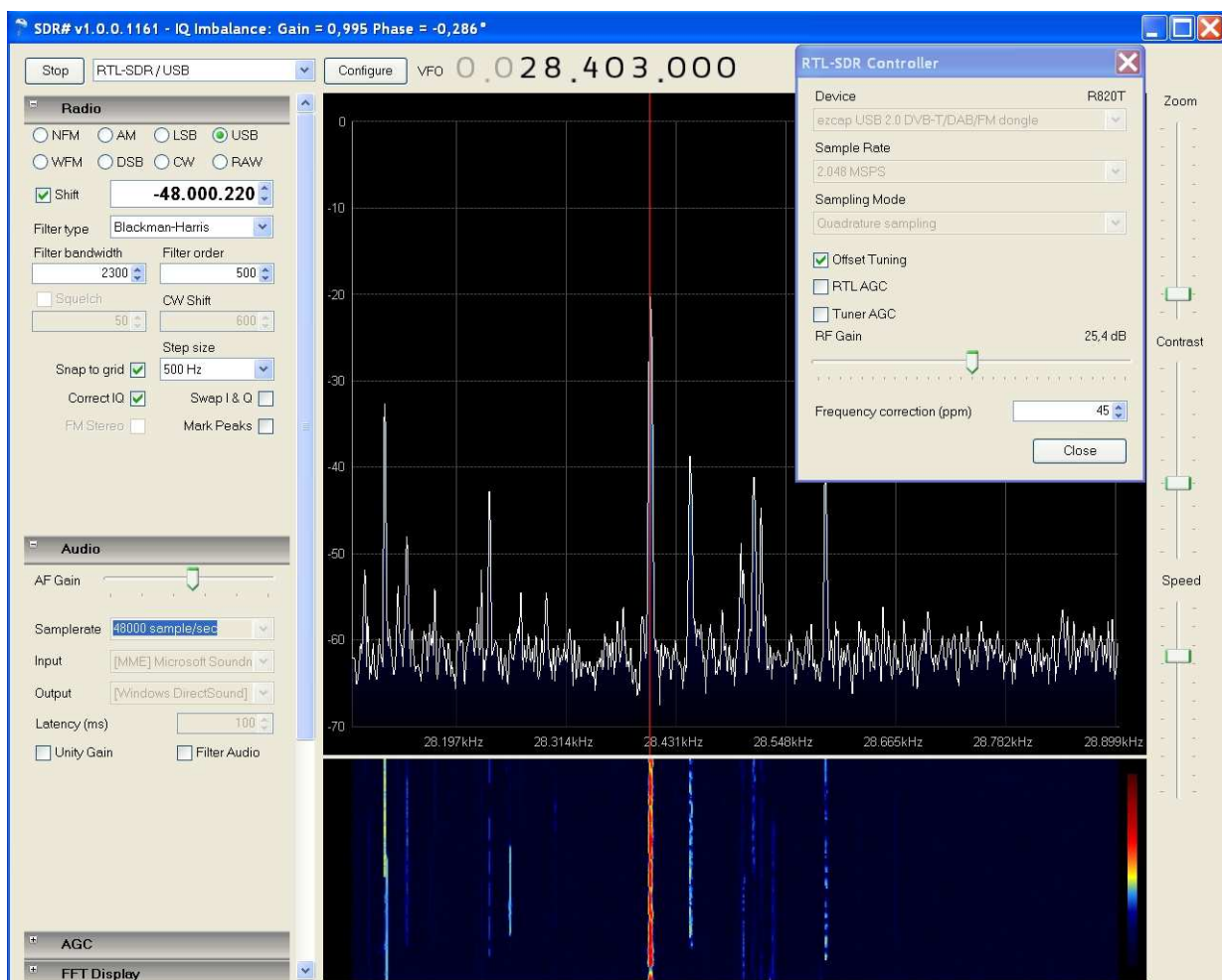


Bild 24: Das SDR# - Programm mit einigen seiner Einstellmöglichkeiten

Unter **Audio** kann hinter **Output** der Weg gewählt 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 nach dem 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.

Ergebnisse und Erfahrungen

Nach dem der SDR-Rx komplett fertig gestellt, alle Einstellungen durch geführt worden sind und erste Empfangsversuche sich vielversprechend anhörten, habe ich natürlich noch die Empfindlichkeits-Messungen mit dem kompletten Gerät durchgeführt. Die Messergebnisse sind in der **Tabelle 4** aufgeführt. Die Messungen am SDR-Rx wurden unter gleichen Bedingungen wie am Stick (siehe Tabelle 1) durchgeführt.

Tabelle 4: Die bei verschiedenen Modulationsarten und Frequenzen gemessene Eingangempfindlichkeit bei 10 dB S/N des kompletten SDR-Rx

f [MHz]	Antennen- Eingang	ohne AGC			mit Tuner-AGC CW [µV]
		AM [µV]	USB [µV]	CW [µV]	
520,0	>30 MHz	2,8	0,85	0,25	-
435,0	„	2,1	1,05	0,30	0,12
300,0	„	6,0	1,95	0,40	-
200,0	„	5,4	1,8	0,63	-
145,0	„	4,2	1,4	0,47	0,07
100,0	„	2,9	1,0	0,35	0,04
50,0	„	3,7	1,25	0,40	-
40,0	„	3,8	1,35	0,50	-
35,0	„	3,8	1,4	0,54	-
30,0	„	6,7	2,6	1,00	-
30,0	< 30 MHz	7,6	3,1	1,1	-
28,0	„	7,5	3,0	0,93	-
25,0	„	7,4	2,9	0,9	-
20,0	„	10,3	3,9	1,1	0,12
15,0	„	10,3	4,0	1,25	0,12
10,0	„	11,0	4,3	1,4	-
5,0	„	10,5	4,1	1,2	-
3,0	„	11,8	4,4	1,4	-
1,0	„	11,4	4,4	1,3	0,19
0,5	„	11,6	4,5	1,4	-
0,3	„	11,6	4,4	1,4	-
0,1	„	11,5	4,3	1,4	-
0,05	„	11,5	4,5	1,4	-
0,03	„	11,4	4,4	1,4	-
0,01	„	11,4	4,5	1,9	1,2

Messbedingungen: AM : Modl. 30%, 1 KHz b = 5,0 KHz
 USB : b = 2,3 KHz
 CW : b = 0,3 KHz
 C4 = 400 nF
 Software: SDR# (RF-Gain = 22,9 dB)

Bei solchen fast erstaunlichen Messwerten sollte nun ein ungestörter EME-Empfang, z.B. wie in [12] beschrieben, problemlos möglich sein. Wenn da nicht das kleine Wort „aber“ wäre... Dieses „aber“ bezieht sich auf die temperaturabhängige Frequenzstabilität des Stick. Die verwendeten DVB-T-Sticks mit dem R820T/RTL 2832-Chipsatz arbeiten intern mit einem Quarzoszillator [8] von 28,800 MHz. Wie jeder Oszillator reagiert auch ein Quarzoszillator auf eine Temperaturänderung mit einer Frequenzänderung. Diese fällt bei einem Quarzoszillator aber um einige Größenordnungen geringer aus als bei einem normalen LC-Oszillator. Trotzdem kann diese temperaturabhängige Frequenzdrift bei hohen Frequenzen und schmalbandigen Betriebsarten wie Tastfunk (CW) oder digitalen Betriebsarten (z.B. WSJT) zu Problemen führen. Dazu kommt noch dass der Stick sich im Betrieb erwärmt und seine Betriebstemperatur erst nach etwa 3 bis 5 Minuten erreicht. Das Verhalten ist aber nicht bei jedem Stick gleich, es ist exemplarabhängig. Die Frequenzdrift macht sich um so stärker bemerkbar, je höher die zu empfangene Frequenz ist. Da ist es für den Bereich < 30 MHz schon von großem Vorteil dass dieser SDR-Rx mit einer relativ niedrigen ZF arbeitet. Verbessern auf die Temperaturstabilität wirkt sich aber das geschlossene Gehäuse aus. Dieser Effekt ist vom VFO als „Kalter Thermostat“ bekannt. Nach einigen Minuten kann man mit der Stabilität zufrieden sein. Das Gehäuse sollte aber nicht direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden.

Mit dem Bausatz kann bei [1] auch gleich ein passender DVB-T-Stick ohne Zollprobleme mit bestellt werden. Diese Sticks sind im Aussehen und in allen Messwerten mit den weiter oben beschriebenen Sticks identisch, müssen also vermutlich aus der gleichen Produktion stammen. Nur der Aufdruck auf dem Gehäuse ist ein anderer. Ob das auf andere Sticks mit gleichem Aufdruck auch zu trifft, entzieht sich meiner Kenntnis.

Bei dem Anbieter [2][11] ist auch ein Stick erhältlich der anstelle des Quarzes mit einem TCXO [9] bestückt ist und damit eine wesentlich höhere Temperaturstabilität besitzt. Das **Bild 16** zeigt einen solchen Stick im geöffneten Gehäuse.

Um die Wirkung eines TCXO in dem Stick nachzuweisen habe ich einige temperaturabhängige Messungen bei 500 MHz durchgeführt. Dazu wurden zwei quarzbestückte Sticks mit verschiedenen *Frequency correction (ppm)* – Werten, die notwendig sind damit die angezeigte Frequenz mit der Realität übereinstimmt, mit einem TCXO bestückten Stick verglichen. Dabei wurde die Frequenzabweichung bei Zimmertemperatur (24°C) und bei 50°C gemessen. Die Temperatur von 50°C wurde solange konstant gehalten, und damit allen Bauteilen die Zeit gegeben sich an die Temperatur anzupassen, bis keine Änderung der Frequenz mehr festzustellen war. Die Ergebnisse sind in der **Tabelle 5** aufgeführt.

Tabelle 5: Temperaturabhängige Frequenzdrift bei Sticks mit und ohne TCXO bei 500 MHz

Temperatur °C		24°		50°	
Stick	Oszil.- Typ	Frequency correction ppm	Frequenzabweichung Hz	Frequenz- abweichung Hz	Gesamtfrequenz- abweichung Hz
1	Quarz	41	- 320	- 4370	- 4050
2	Quarz	73	- 350	- 8080	- 7730
3	TCXO	0	+ 160	- 60	- 220

Deutlich ist der Vorteil des TCXO-bestückten Sticks zu erkennen. Damit dürfte der Empfang von schmalbandigen Betriebsarten immer möglich sein. Der Vorteil hat aber natürlich auch seinen Preis.

Neben den gängigen Modulationsarten die schon das SDR#-Programm bietet, macht es keine Probleme andere Programme für andere Betriebsarten, die mit der Soundkarte arbeiten, zu betreiben. Ich habe bisher mit den Programmen MMTTY, KWRTTY, MMSSTV, CwGet, WSJT, DigiPan und AWG Packet Engine ohne weiteres arbeiten können. Nur das Programm AISMon benötigt ein *virtuelles Audiokabel* und eine *virtuelle Com-Schnittstelle*.

Beim Empfang darf die Verstärkung (RF Gain) nicht zu hoch eingestellt werden. Wird eine bestimmte Verstärkung überschritten, treten plötzlich Geistersignale in der Spektrum-Anzeige auf und der Empfang wird durch Übersteuerung beeinträchtigt. Die **RTL AGC** und **Tuner AGC** werden selten benötigt. Der SDR-Rx kommt auch mit den Signalstärken einer großen KW-Antenne recht gut klar. Extern kann, um das Großsignalverhalten des Empfängers weiter zu verbessern, jeder Preselektor in 50 Ω -Technik zwischen der Antenne und dem SDR-Rx eingefügt werden. Interessant sind auch die Möglichkeiten des SDR#-Programms aus einem schlechten Signal noch einiges heraus zu holen.

Versuche wurden auch unternommen den Stick, um Kabelverluste zu vermeiden, über ein längeres USB-Kabel direkt an der Antenne zu betreiben. Leider scheiterte das trotz Zwischenverstärker am USB-Kabel. Vielleicht gibt es dafür auch mal eine (drahtlose) Lösung.

SDR-Empfang mit Smartphones mit dem Android-Betriebssystem

Auch hiermit ist SDR-Empfang möglich wenn folgende Bedingungen gegeben sind:

- Das Smartphone muss OTG unterstützen (Datenblatt !)
- man benötigt ein USB OTG Kabel (micro-B Stecker auf USB-Buchse/ Reichelt: DELOCK 83354)
- Auf dem Smartphone installiert man folgende zwei kostenlose Apps aus dem Google Play Store: "RTL2832U driver" und "SDR Touch". Für die, die SDR# kennen, ist diese App selbsterklärend.

Leider ist die Empfangsqualität schlechter im Vergleich mit PCs, was eventuell an der geringeren Leistungsfähigkeit von Smartphones liegt. Die Entwicklung auf dem Gebiet ist aber fließend und lässt noch einiges erwarten.

Fazit

Mit diesem Bausatz ist nun jeder der mit einem Lötkolben umgehen kann in der Lage den Empfänger aufzubauen. Mit entsprechender zusätzlicher Software ist auch die Demodulation der Betriebsarten, die das SDR#-Programm nicht bietet, problemlos möglich.

Ein preiswerter SDR-Rx für den PC und anderen Plattformen, der an einem Wochenende durchaus zu realisieren ist. Ich wünsche viel Erfolg und Spaß bei Nachbau.

Fotos und Screenshots: DG0KW

dg0kw@darc.de

Literaturangaben und Bezugsquellen:

[1] Bausatz erhältlich unter: jetvision Günter Köllner Embedded Development GmbH, Am Rain 24, 85256 Vierkirchen, <https://shop.jetvision.de/SDR-RX-Bausatz-ohne-Dongle>

[2] jetvision: SDR-Dongle (R820T) +- 2ppm,

https://shop.jetvision.de/epages/64807909.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/64807909/Products/53199;

SDR-Dongle (R820T) mit TCXO +- 0,5ppm,

https://shop.jetvision.de/epages/64807909.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/64807909/Products/53505

[3] Schaeffer AG, Berlin: Frontplatten Designer,

www.schaeffer-ag.de/de/download/frontplatten-designer.html

[4] Warsow, K., DG0KW: Nostalgeradio nach dem Baukastenprinzip, Funkamateurl 62 (2013) ab H. 12/2013 bis H. 2/2014; speziell H. 1/2014 S. 39

[5] Warsow, K., DG0KW: Ein HF-Tastkopf, der fast ohne Messwertkorrektur auskommt, Funkamateurl 62 (2013) H. 4/2013 S.386-388

[6] Youssef Touil, AIRSPY, Redefining The Radio Experience: <http://airspy.com/download/>

[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] jetvision, TCXO-Stick: SDR-Dongle (R820T2)) mit TCXO +- 0,5-1 ppm,

https://shop.jetvision.de/epages/64807909.sf/en_GB/?ObjectPath=/Shops/64807909/Products/53195

[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.
- Die Verfügbarkeit der über den **Link** erreichbaren Internetseiten und deren Inhalt kann nicht garantiert werden. Dafür sind die Betreiber der Seiten zuständig.