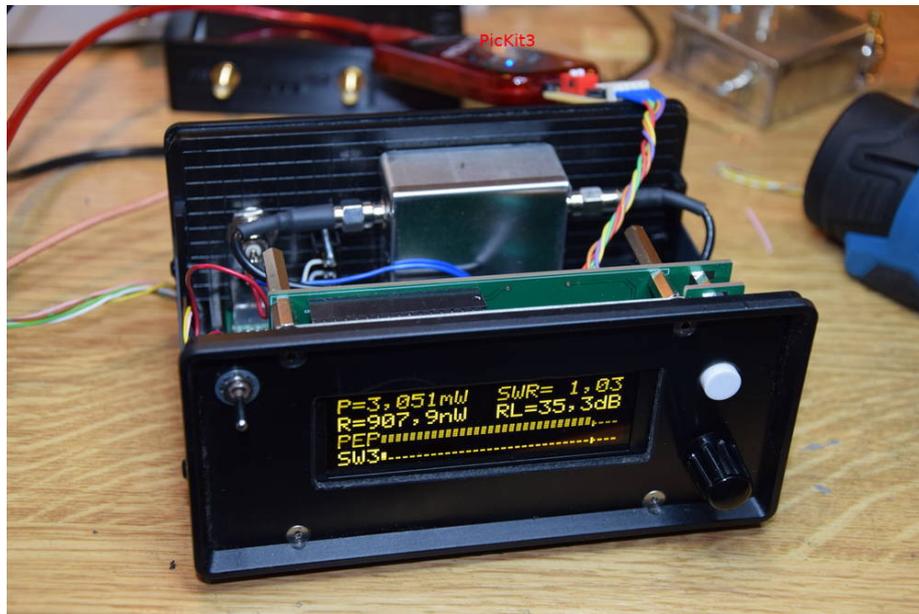


(QRP)Wattmeter
mit OLED-Display 4x20 Zeichen
Messbereich <1 mWatt - 150 Watt
Beschreibung der Hardware-Messplatine

(c) DL4JAL

26. Juni 2022



Anzeige der Leistung meines DoppelVFOs, 3,05mW. In den beiden unteren Zeilen kann man die Messwerte als Bargraph anzeigen lassen. Oben ist der Programmierer „PicKit3“ zu sehen. Bei der SW-Entwicklung ist der Programmierer immer angesteckt.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Hardware	4
2.1	Messplatine	4
2.1.1	Anschlüsse auf der Baugruppe	5
2.1.1.1	J1 PWM	5
2.1.1.2	J2 Drehgeber, Taster	6
2.1.1.3	J3*** Reserve	6
2.1.1.4	J7 SV_12Volt	6
2.1.1.5	JP1 SV-Jumper	6
2.1.1.6	J6** Programmer	6
2.1.1.7	J11 USB	6
2.1.1.8	X1 SMA-Buchse Rücklauf	7
2.1.1.9	X2 SMA-Buchse Vorlauf	7
2.1.2	Die ICs auf der Platine	8
2.1.2.1	IC1, IC2 AD8307	8
2.1.2.2	IC3 LMC6484	8
2.1.2.3	IC4 PIC18F26K22	8
2.1.2.4	IC5 LP2950CDT-5.0	8
2.1.2.5	IC11 FT232RL	8
2.1.3	IC11 FT232RL einlöten	9
2.1.4	Der Richtkoppler	10
2.1.5	Das OLED-Display	10
2.1.6	Ein Alternative zum Display	10
2.1.7	Die Platine Drehgeber, Taster	12
2.1.8	Das Gehäuse	12
2.2	Schaltungsbeschreibung	14
2.2.1	Beschaltung AD8307	14
2.2.2	Pegelplan	15
2.2.3	Ermittlung der PEP Leistung	16
2.2.4	Entprellung Drehgeber	17
2.2.5	Abgleich R26, Messeingang Vorlauf	17
2.2.6	Änderungen am Operationverstärker LMC6484	22
3	Schlusswort	24
3.1	PDF-Anhänge	24

Kapitel 1

Vorwort

Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau).

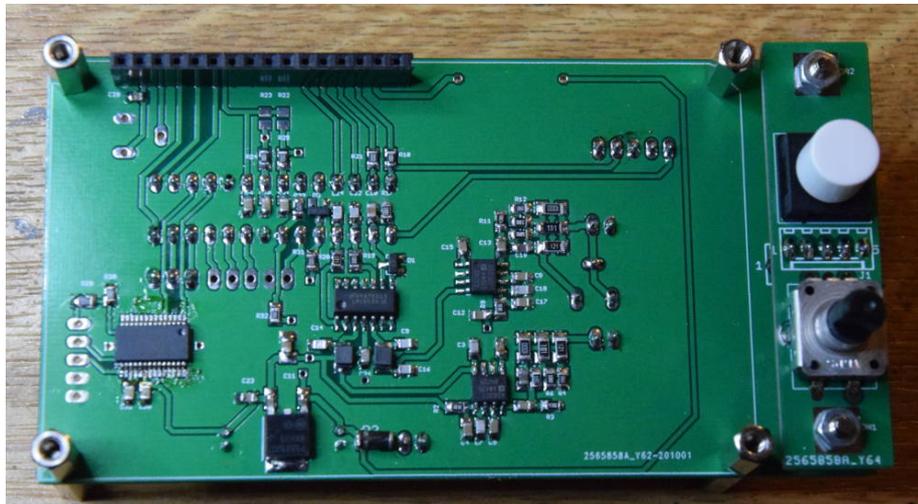
Kapitel 2

Hardware

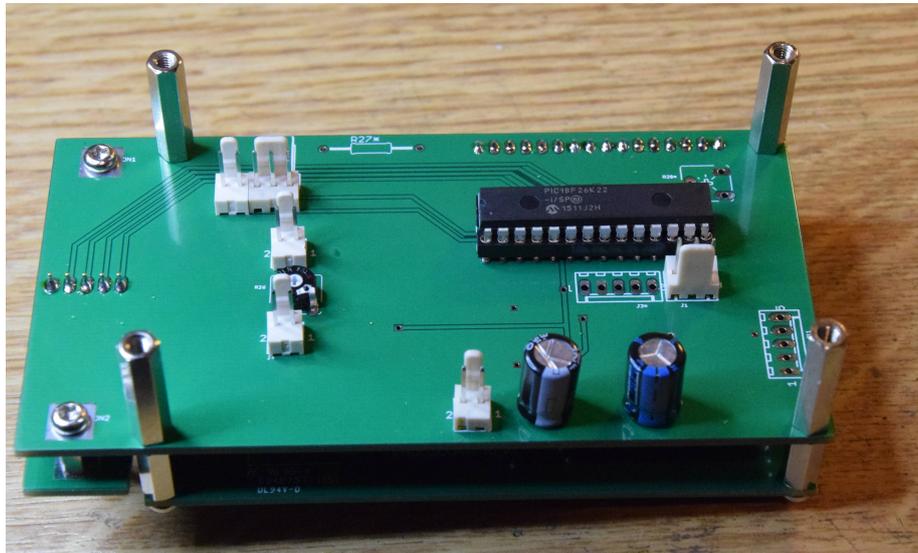
Mein Ziel war es, ein Wattmeter zu entwickeln nach dem Vorbild meines „Stationswattmeters bis 1,5kW mit externen Messkopf“. Die Bargraphanzeige mit 2 LED-Zeilen habe ich weg gelassen. Darauf verzichten wollte ich aber nicht. Die Bargraphanzeige kann in Zeile 3 und Zeile 4 aktiviert werden. Da die normalen LCD-Displays etwas träge sind habe ich ein OLED-Display eingesetzt. Das ist sehr schnell in der Anzeige.

Der Richtkoppler (5x5cm) wird an die Rückwand des Gehäuses montiert. 2 Koaxkabel führen vom Richtkoppler zu den beiden Eingängen der Messplatine. Auf der Messplatine sind 2 AD8307 für die Auswertung der HF-Signale.

2.1 Messplatine

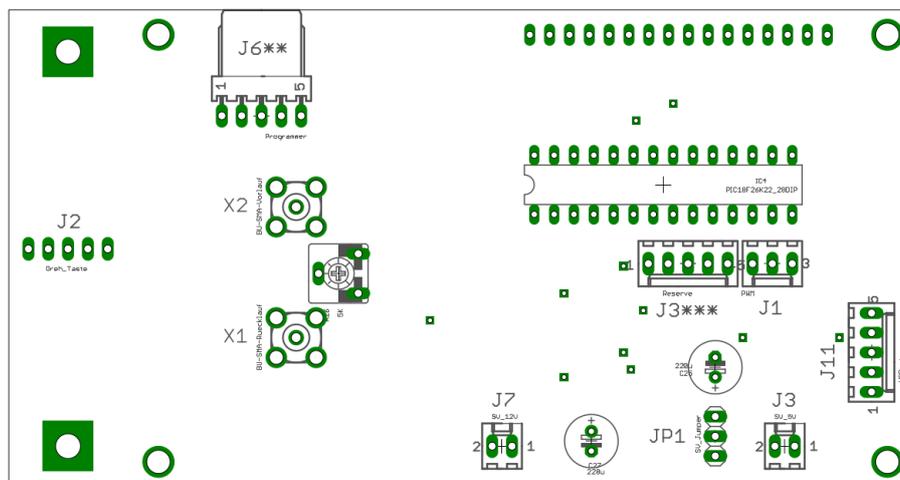


Die Ansicht der Unterseite der Platine. Das Display ist abgezogen. Rechts die beiden AD8307, in der Mitte der 4-Fach OPV und links der USB-IC. Ganz recht sehen wir die aufgesteckte Platine mit Drehgeber und Taste.



Auf der Oberseite der Platine ist nur der PIC18F26K22, 2 Elkos und die Steckverbinder. Das ist die Musterplatine. Die aktuelle Platine sieht etwas anders aus.

2.1.1 Anschlüsse auf der Baugruppe



Die aktuelle Platine mit den Anschlüssen auf der Oberseite.

Es folgt die Beschreibung der Anschlüsse

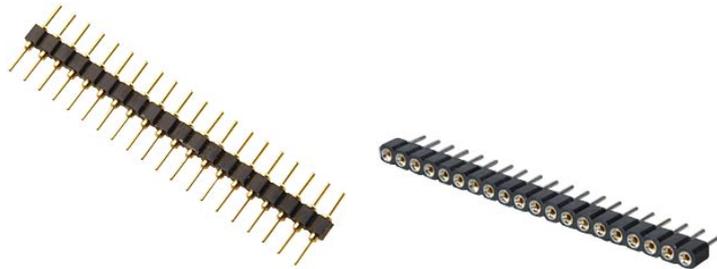
2.1.1.1 J1 PWM

Wer analoge Drehspulinstrumente mag, kann hier zum Beispiel ein ausgedientes Kreuzzeigerinstrument anschließen. Der Spannungsbereich ist 0 Volt bis 5 Volt. Die Auflösung des D/A Ausgangs beträgt 10 Bit (1023 Abstufungen).

J1	Bezeichnung
Pin 1	PWM1-Ausgabe
Pin 2	PWM2-Ausgabe
Pin 3	GND

2.1.1.2 J2 Drehgeber, Taster

Auf diese 5 Pins wird die kleine Platine mit dem Taster und dem Drehgeber gesteckt. Die Steckverbindung muss so kurz wie möglich sein.



Ich habe diese Steckverbindung verwendet.

2.1.1.3 J3*** Reserve

Dieser Stecker dient als Reserve und wird nicht bestückt.

2.1.1.4 J7 SV_12Volt

An J7 werden die 12 Volt angeschlossen. Das Wattmeter kann wahlweise mit 12 Volt oder mit den 5 Volt aus der USB-Buchse betrieben werden. Welche SV verwendet wird, ist über den Jumper JP1 einstellbar.

2.1.1.5 JP1 SV-Jumper

Mit dem Jumper wird festgelegt welche SV verwendet wird. Entweder die 5 Volt von der USB-Zuleitung oder 12 Volt von einem Netzteil.

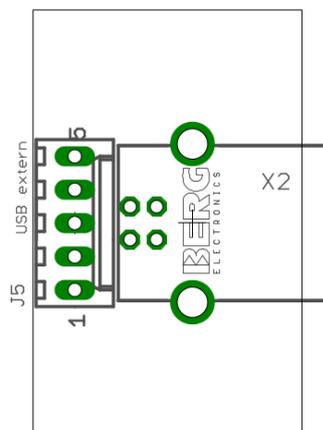
Eine noch besser Variante ist, die drei Pins zu einem Umschalter zu führen. Das ermöglicht die Auswahl der SV nur durch einfaches Umschalten, von außen.

2.1.1.6 J6** Programmer

Dieser Stecker wird nur bestückt, wenn man mit einem Programmiergerät (z.B. PicKit3) den PIC direkt in der Messplatine programmieren möchte.

2.1.1.7 J11 USB

Hier wird die kleine Platine mit der USB-Buchse angeschlossen.



Die LP hat 2 Lötflächen, wo 2 Abstandsbolzen M3 aufgelötet werden können.
Für die Befestigung an der Rückwand des Gehäuses.

J11	Bezeichnung
Pin 1	GND
Pin 2	GND
Pin 3	USBDP
Pin 4	USBDM
Pin 5	5 Volt

Die 4 Drähte werden 1 zu 1 angeschlossen

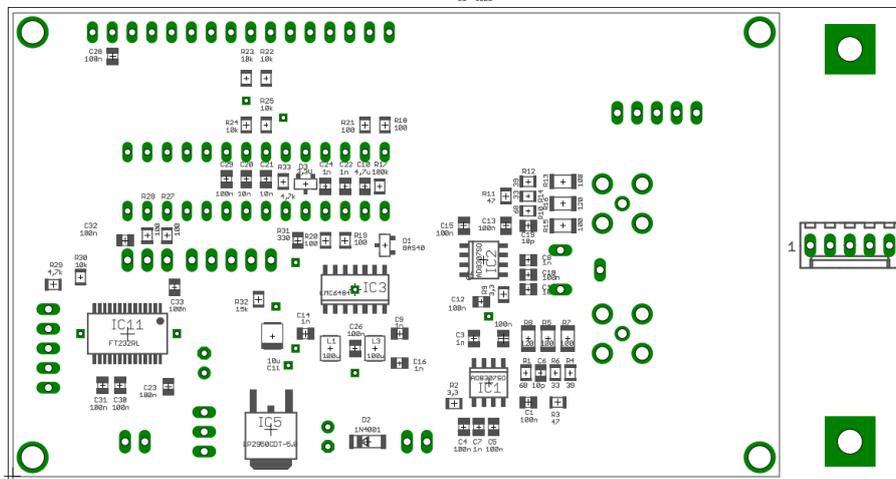
2.1.1.8 X1 SMA-Buchse Rücklauf

Das ist der Messeingang vom Richtkoppler für den Rücklauf. Für die Verbindung Richtkoppler Messplatine habe ich RG174 verwendet.

2.1.1.9 X2 SMA-Buchse Vorlauf

Das ist der Messeingang vom Richtkoppler für den Vorlauf. Für die Verbindung Richtkoppler Messplatine habe ich RG174 verwendet.

2.1.2 Die ICs auf der Platine



2.1.2.1 IC1, IC2 AD8307

Dieser IC ist von Analog-Devices und wandelt HF-Pegel in eine Gleichspannung. Der logarithmische HF-Pegel von -80dBm bis $+10\text{dBm}$ wird in einen linearen Spannungsanstieg umgewandelt.

2.1.2.2 IC3 LMC6484

Für die Pufferung der Gleichspannung und die Ermittlung der Spitzenleistung (PEP) wird ein 4-Fach Operationsverstärker verwendet. Der 4. OPV bleibt frei.

2.1.2.3 IC4 PIC18F26K22

Der PIC steuert die ganze Baugruppe. Er befindet sich auch der Oberseite der Platine in einer 28-poligen Fassung. Ich habe einen PIC mit einem größeren ROM verwendet, das war notwendig um einen Bootloader mit zu implementieren.

2.1.2.4 IC5 LP2950CDT-5.0

Der Spannungsregler LP2950CDT-5.0 regelt die anliegende Eingangsspannung auf konstante 5 Volt.

2.1.2.5 IC11 FT232RL

Für den Anschluss einer USB-Schnittstelle nutze ich immer diesen Wandler USB \leftrightarrow RS232. Das funktioniert ohne großen Aufwand in der Firmware. Die USB-Schnittstelle benötigen wir als Stromversorgung, wenn gewünscht und in Verbindung mit einem kleinen PC-Programm wird über USB auch das Update der Firmware durchgeführt. Dazu mehr in der Softwarebeschreibung.

2.1.3 IC11 FT232RL einlöten

Die Pins dieses ICs haben ein Raster von 0,5 mm. Aber das Einlöten ist nur Übungssache.

- Zuerst etwa Flussmittel auftragen, aber sparsam.
- Dann mit dem Lötkolben ein auf der Leiterplatte ein äußeres Pad verzin-
nen.
- Das dazu passende Pin des ICs auf das Pad auflöten.
- Jetzt wird das IC ausgerichtet. Eventuell mit der Lupe.
- Ist das IC ausgerichtet wird das diagonale Pin angelötet. Das IC kann sich
jetzt nicht mehr verschieben.
- Jetzt werden alle Pins verlötet. Wenn dabei Lötbrücken entstehen ist nicht
so schlimm.



- Mit Entlötlitze, die vorher mit etwas Flussmittel benetzt wurde, entfernen
wir das überflüssige Zinn.



So mache ich das immer. Das funktioniert super. Ein schönes Beispiel ist auch im Internet:

http://thomaspfeifer.net/smd_loeten_tsop.htm

Dort kann man sich das mal anschauen.

2.1.4 Der Richtkoppler

Für den Richtkoppler gibt es eine eigene Beschreibung.

2.1.5 Das OLED-Display

Für die Anzeige der Messwerte verwende ich eine OLED-Anzeige mit 4x20 Zeichen.



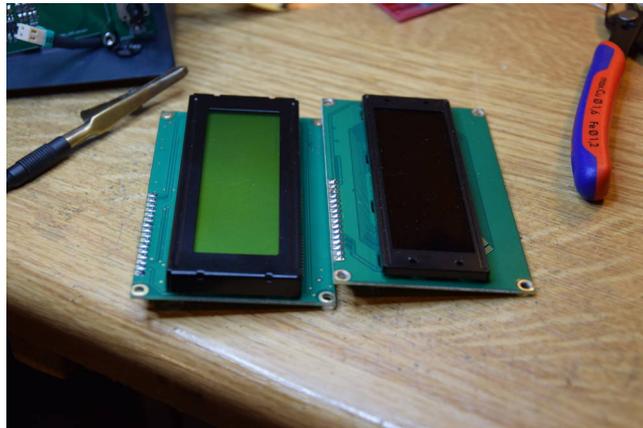
Das Display wird auf der Unterseite der Platine aufgesteckt. Als Steckverbindung habe ich folgende Steckerleisten verwendet.



Mit diesem Steckverbinder ergibt sich eine Abstand von der Platine, der zur Platine Taster, Drehgeber passt.

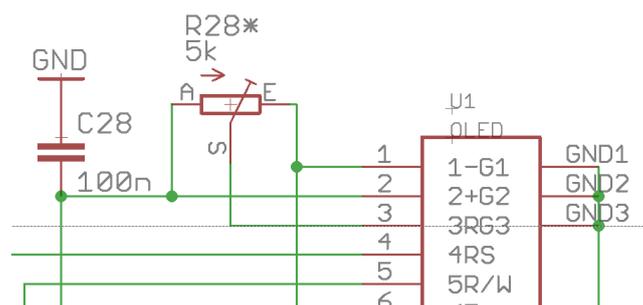
2.1.6 Ein Alternative zum Display

Bei den OLED-Displays gibt es zeitweise einen Engpass. Ein LCD-Display funktioniert auch. Reichelt, Bestellnummer: LCD 204B LED. Das ist etwas stärker als das OLED-Display.



Dadurch ändern sich die Abstände zu Frontplatte.

Zusätzlich muss an PIN3 die Kontrasteinstellung erfolgen. Das machen wir mit einem Einstellregler. Auf manchen Platinen habe ich den schon vorgesehen. Da braucht er nur bestückt werden. Der Schleifer kommt an PIN3 und Plus und Minus 5 Volt an die anderen beiden Lötflächen des Einstellreglers 5 kOhm.



Hier ein Auszug aus dem Schaltbild.

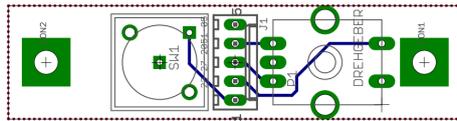
Für die Hintergrundbeleuchtung wird zwischen PIN2 und PIN15 ein bedrahteter Widerstand von 10 Ohm gelötet. So funktioniert die Hintergrundbeleuchtung auch mit Betriebsspannung 5 Volt aus der USB-Buchse.



Das sieht doch nicht schlecht aus. Die Platinen mit dem Drehgeber und Taster muss aber auch auf größeren Abstand gesetzt werden, damit die Bedienelemente durch die Frontplatte schauen.

2.1.7 Die Platine Drehgeber, Taster

Die Bedienelement befinden sich auf dieser Platine. Ich musste eine extra Platine verwenden, um den passenden Abstand der Bedienelemente zu erreichen. Die Platine wird einfach aufgesteckt.

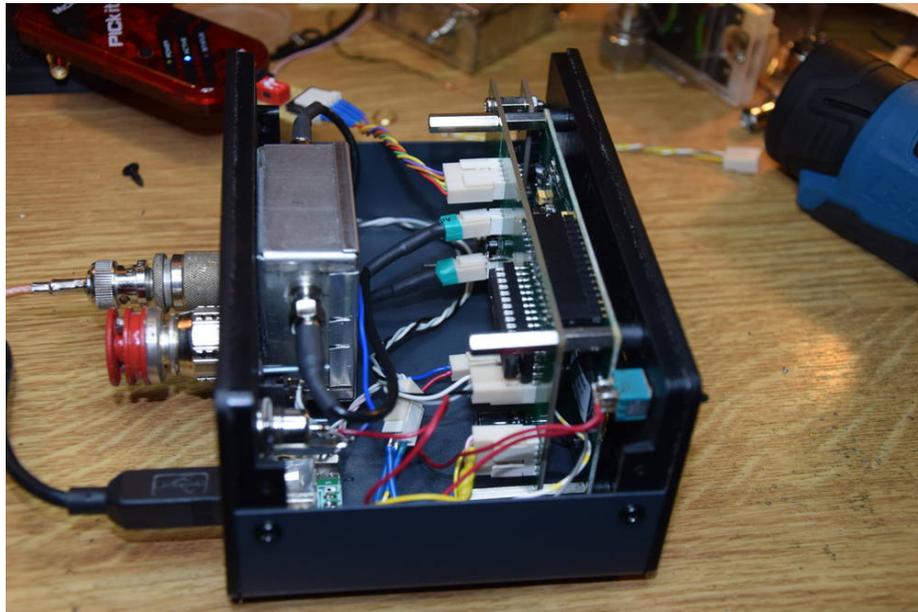


2.1.8 Das Gehäuse

Nach dem passenden Gehäuse habe ich eine Weile gesucht und bin fündig geworden.



*Bahar Enclosure 150*70*100 mm Metallgehäuse Eisengehäuse Iron Enclosure
Eisen Box Instrument Gehäuse Industriegehäuse Schwarz BDA 40004-A2
(W100)*



An der Rückwand ist der Richtkoppler. Die Messplatine mit dem Display ist an der Frontplatte angeschraubt. Die Rückwand und die Frontplatte ist aus Kunststoff und lässt sich gut bearbeiten.

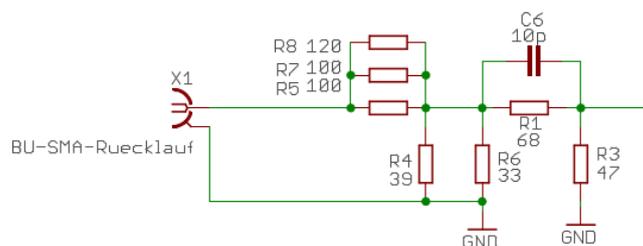


An der Rückwand befinden sich alle Anschlüsse. Ich habe die Anschlüsse im Bild beschriftet. Als Antenne habe ich eine kleine Dummyload angeschraubt. Die Stromversorgung ist hier in diesem Fall direkt vom USB-Kabel des PC. Der SV-Auswahlschalter ist nach unten geschaltet (USB-SV).

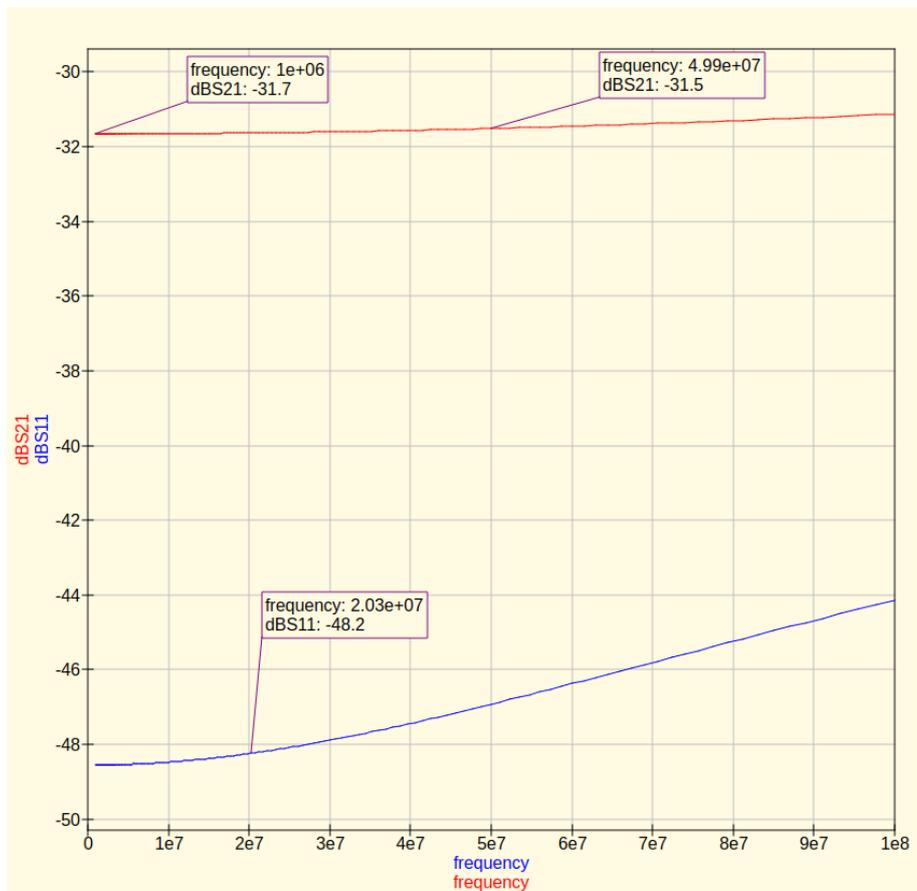
2.2 Schaltungsbeschreibung

2.2.1 Beschaltung AD8307

Die HF-Seitige Beschaltung des AD8307 sollte über einen großen Frequenzbereich eine Impedanz von 50 Ohm haben. Das erreichen wir mit einem Dämpfungsglied. Zusätzlich werden die höheren Frequenzen etwas angehoben und damit der Frequenzgang des AD8307 etwas kompensiert.



Diese Beschaltung hat etwa einen Dämpfungswert von 31dB. Die Widerstände **R5, R7 und R8 (und auch R13, R15, R16)** müssen als **SMD1206** eingelötet werden, damit sie 30dBm (1 Watt) verkraften. Der Eingang kann also mit maximal 30dBm (1 Watt) belastet werden, ohne dass der AD8307 übersteuert wird.



Ich habe die Eingangsbeschaltung mit „Qucs“ simuliert. Man sieht die leichte Pegelanhebung von etwa 0,2dB bei 50 MHz. Die Anpassung S11 ist die blaue Linie. Das sieht auch gut aus.

2.2.2 Pegelplan

Mit einem kleinen Pegelplan kann man im Vorfeld abschätzen bis zu welcher maximalen Leistung das Messgerät messen könnte. Wir nehmen einmal an am Eingang des AD8307 liegen maximal 0dBm an.

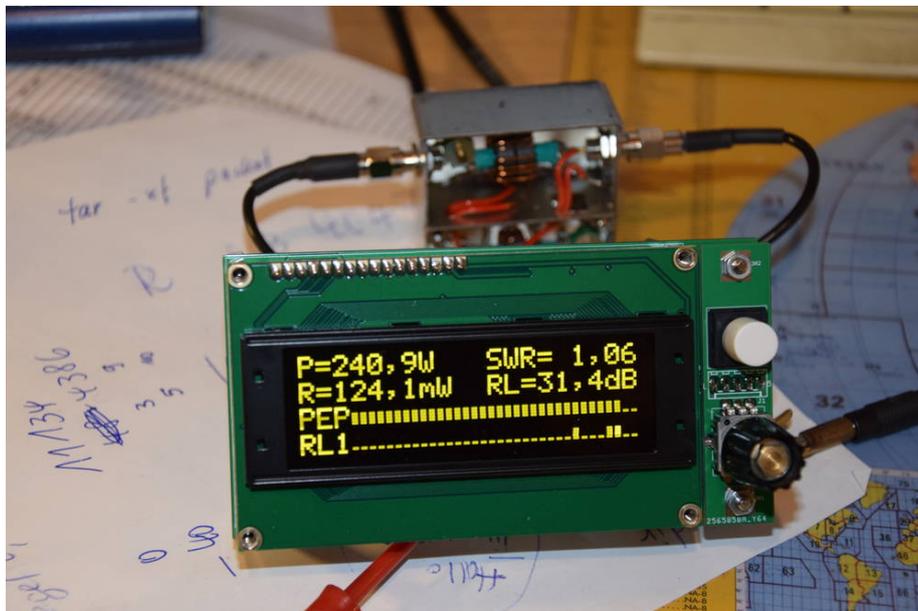
0dBm am AD8307 Wir nehmen an der AD8307 wird bis maximal 0dBm angesteuert

31dB durch Beschaltung AD8307 Diesen Wert addieren wir. Jetzt sind wir schon bei einem Pegel von 31dBm. Das entspricht einer Leistung von 1,25 Watt HF

Richtkoppler Auskopplung 26dB Addieren wir noch die Auskoppeldämpfung sind wir bei 57dBm. Das entspricht 500 Watt Sendeleistung.

500 Watt Sendeleistung verträgt unser Richtkoppler garantiert nicht. Der Kompensationstrimmer hat nur eine Spannungsfestigkeit von 250 Volt Gleichspannung. Am meisten wird der Spannungsübertrager im Richtkoppler bei tiefen

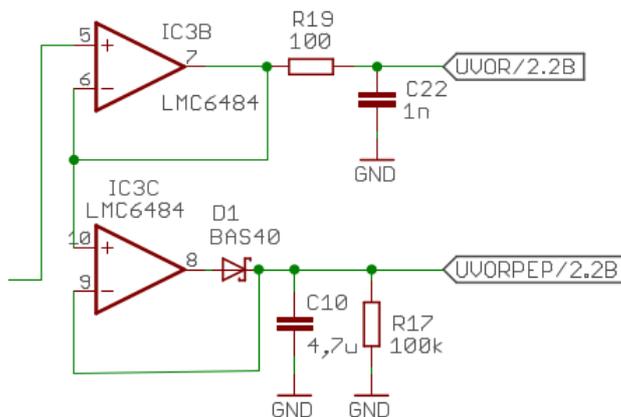
Frequenzen belastet. Man kann das auch ausrechnen. Mit dieser Abschätzung sind wir auf der sicheren Seite, dass die Messplatine nicht übersteuert werden kann. Ob der Richtkoppler die Leistung von 200 Watt verkraftet habe ich nicht ausgerechnet, sondern gleich mal getestet.



Belastungstest mit etwa 200 Watt Dauerton über längere Zeit. Der Spannungsübertrager wird nicht warm.

2.2.3 Ermittlung der PEP Leistung

Für die Ermittlung des Spitzenwertes der SSB-Hüllkurve benötigen wir einen extra Operationsverstärker.

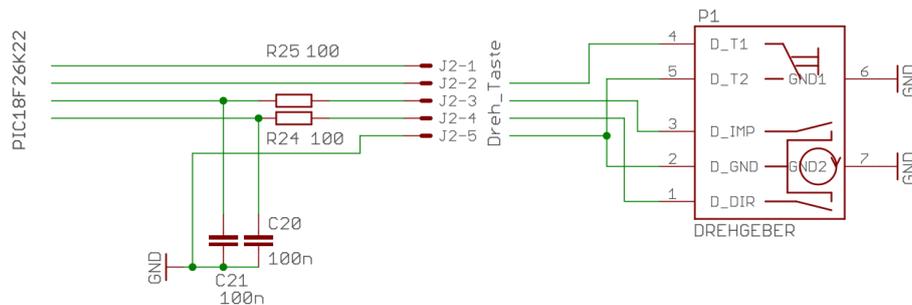


Mit IC3C wird die Spitze der Hüllkurvenspannung ermittelt und in C10 4,7uF gespeichert. R17 100k bewirkt das Entladen von C10 in einer bestimmten Zeit.

Diese Schaltung hat sich bei mir bewährt.

2.2.4 Entprellung Drehgeber

Die mechanischen Drehgeber prellen sehr. Meine Beschaltung weicht etwas vom Schaltbild ab.



R22 und R23 werden nicht bestückt, R24 und R25 sind jetzt 100 Ohm und C20, C21 werden größer, 100nF. Ich nutze die internen 10k Pull-Up Widerstände im PIC für die positiven Impulsflanken.

Die Bestückung ist so abzuändern.

R22, R23 nicht bestücken.

R24, R25 wird geändert von 10 k auf 100 Ohm.

C20, C21 wird geändert von 10 nF auf 100 nF.

Diese Änderung habe ich schon in der Stückliste berücksichtigt.

2.2.5 Abgleich R26, Messeingang Vorlauf

Der Messeingang X2 auf der Messplatine muss eine genaue Impedanz von 50,0 Ohm haben. Von diesem Wert ist die Richtschärfe des Messrichtkopplers abhängig. Am Messeingang vom Vorlauf befindet sich der Einstellregler R26, 5k. Mit diesem Einstellregler wird der Richtkoppler auf größte Richtschärfe eingestellt.

Für die Einstellung der besten Rückflussdämpfung/Richtschärfe gibt es 2 Möglichkeiten. Einmal der Abgleich mit NWT oder VNA. **Das Messgerät sollte aber eine Dynamik von größer 60 dB haben!!!** Die zweite Möglichkeit ist der Abgleich mit dem QRP-Wattmeter selbst.

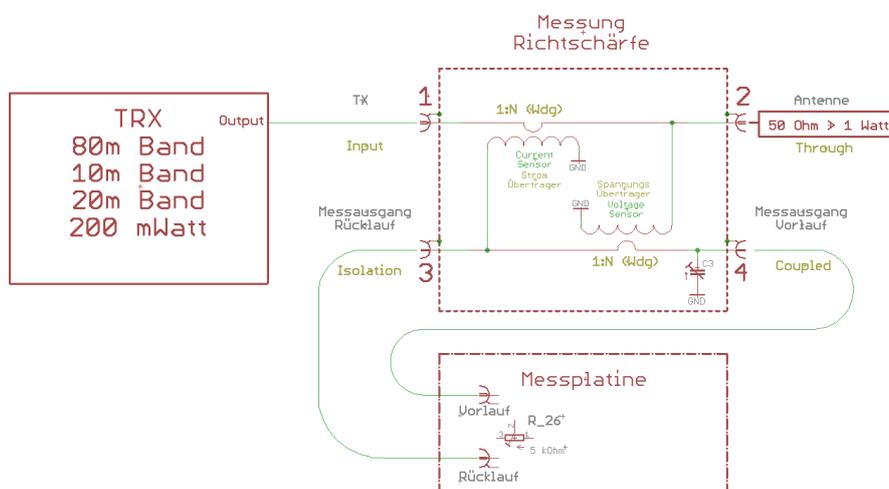
Ich bevorzuge inzwischen den Abgleich mit dem QRP-Wattmeter selbst. Damit kommt man auf sehr gute Richtschärfe.

Abgleich mit SETUP[21] *MK-Return Loss* und TRX

Ich habe eine neue SETUP-Funktion[21] geschrieben für den Abgleich von R26 und Trimmer 22pF(im Richtkoppler). Das ist die beste und einfachste Variante den Messkopf auf die höchste Rückflußdämpfung zu trimmen.

zu 1. und 2. Messaufbau mit QRP-Wattmeter und TRX

- **Eingang TRX am Wattmeter** TRX mit kleiner Sendeleistung (ich habe 200 mWatt benutzt). Die Sendeleistung richtet sich nach dem Abschlusswiderstand. Der soll ja nicht kaputt gehen.
- **Ausgang Antenne** Abschließen mit 50 Ohm. Diese Abschlusswiderstände vertragen meist bis zu 1 Watt.
- **SMA Messausgang Rücklauf** Verbunden mit der Messplatine SMA-Buchse X1.
- **SMA Messausgang Vorlauf** Verbunden mit der Messplatine SMA-Buchse X2.



Die Messplatine wird mit beiden Messeingängen verbunden. **Vorsicht mit der Sendeleistung und nicht den Abschlusswiderstand zerstören!**



Abschlusswiderstand von SPINNER verträgt kurzzeitig 5 Watt.



Der Leistungsabschluss vom FA. Den gab es in 100 Watt und 200 Watt. Die 100 Watt-Ausführung wird vom FA noch angeboten.

1. Abgleich der Richtschärfe des Messkopplers mit SETUP[21] *MK-Return Loss*

(ab FW 1.13) Mit dieser neuen SETUP-Funktion ist der Abgleich noch einfacher. Der Messaufbau ist der gleiche wie oben beschrieben. Als Abschlusswiderstand habe ich einen ganz hochwertigen genommen mit N-Stecker der bis weit in den GHz-Bereich super funktioniert.



Links: Display ohne Pegel. Wird RL negativ wird RL automatisch auf 0,01dB gesetzt! Rechts: Return Loss 51,4dB bei 3,6MHz.



Links: Return Loss 49,6dB bei 28MHz. Rechts: Kontrollmessung bei 10MHz RL 55,8dB.

Die Messwerte sind hervorragend. Besser geht es kaum. Der große Vorteil dieses Abgleiches, die Messung am Richtkoppler wird nicht verfälscht. Alle Impedanzen bleiben so wie bei der echten Nutzung des Wattmeters.

2. Abgleich der Richtschärfe des Messkopplers ohne SETUP[21] *MK-Return Loss*

- **LCD Anzeige-Timer** Zuerst stellen wir den Timer der LCD-Anzeigezeit ganz kurz ein (0,5 Sek). SETUP[4] *LCD Anzeigezeit* auf 0,5 Sek. einstellen. Damit wir die Änderungen zeitnah als Zahl sehen.
- **Display Variante** In MENU[2] *Display Variante* auf Index [1] einstellen. Die Bargraphanzeige Teile 4 *RL2* nutzen wir zum Abgleich.

- **Trimmer und R26** Der Trimmer im Richtkoppler auf geringste Kapazität einstellen. R26 auf größten Widerstand stellen.
- **TRX 80m Band** Den TRX auf das 80m Band schalten und auf SENDEN gehen. Mit R26 stimmen wir auf größtes Return Loss ab. Im Bargraph Zeile 4 können wir das sehr schön sehen. Der Zahlenwert RL sollte so groß wie möglich werden.
- **TRX 10m Band** Den TRX auf das 10m Band schalten und auf SENDEN gehen. Mit dem Trimmer im Richtkoppler wieder auf größtes Return Loss abgleichen.

Hier die beiden Tabellen der Messwerte.

Band	Sendeleistung	SPINNER Abschluss
80m	etwa 200 mW	52 dB
20m	etwa 200 mW	53 dB
10m	etwa 200 mW	46 dB

Band	Sendeleistung	FA 200 W Abschluss
80m	etwa 3 W	49 dB
20m	etwa 3 W	51 dB
10m	etwa 3 W	40 dB

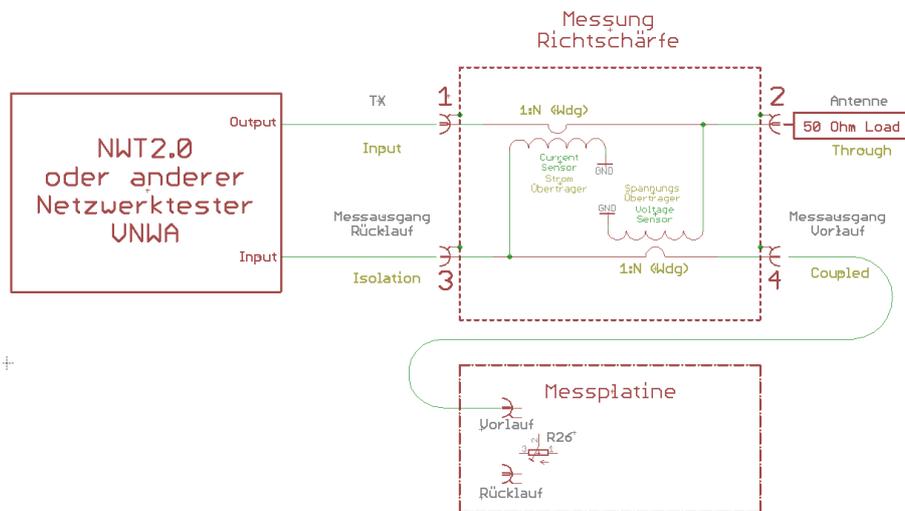


Hier die Messung mit TRX 3 W und FA Abschluss 200 Watt im 80m Band.

Der Abgleich mit dem Abschlusswiderständen ergibt sehr gute Messwerte. 40 dB Rückflussdämpfung würden ja völlig ausreichen.

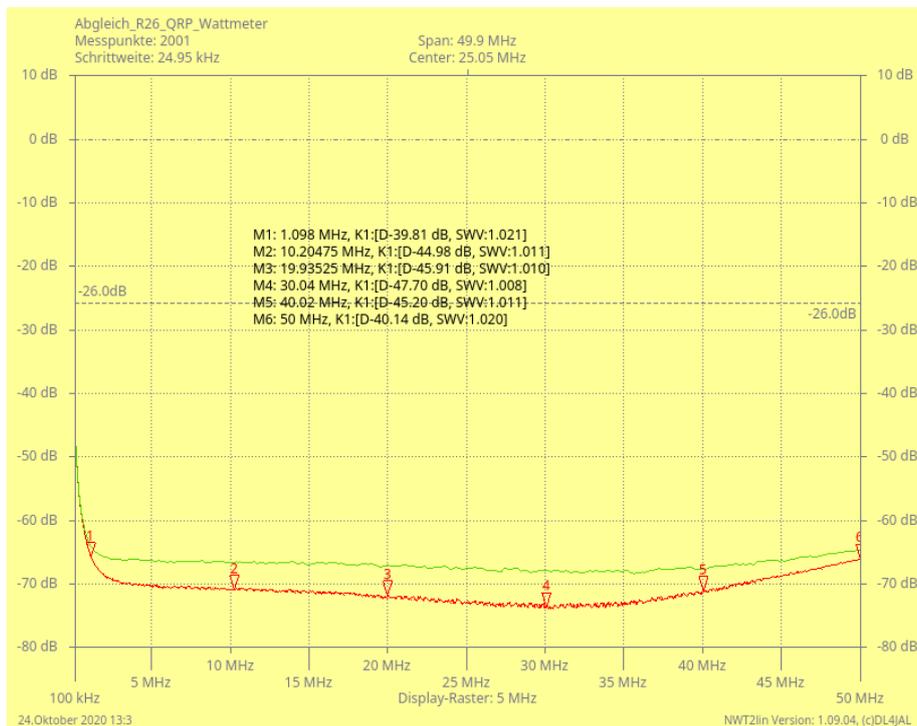
3. Abgleich der Richtschärfe des Messkopplers mit NWT, VNWA usw.

- **Eingang TRX am Wattmeter** NWT Output
- **Ausgang Antenne** Abschließen mit 50 Ohm
- **SMA Messausgang Rücklauf** NWT Input
- **SMA Messausgang Vorlauf** Verbunden mit der Messplatine SMA-Buchse X2.



Messaufbau für die Richtschärfe mit angeschlossener Messplatine. Mit dem Einstellregler R26 wird die Impedanz am Messeingang Vorlauf optimiert.

Messergebnisse

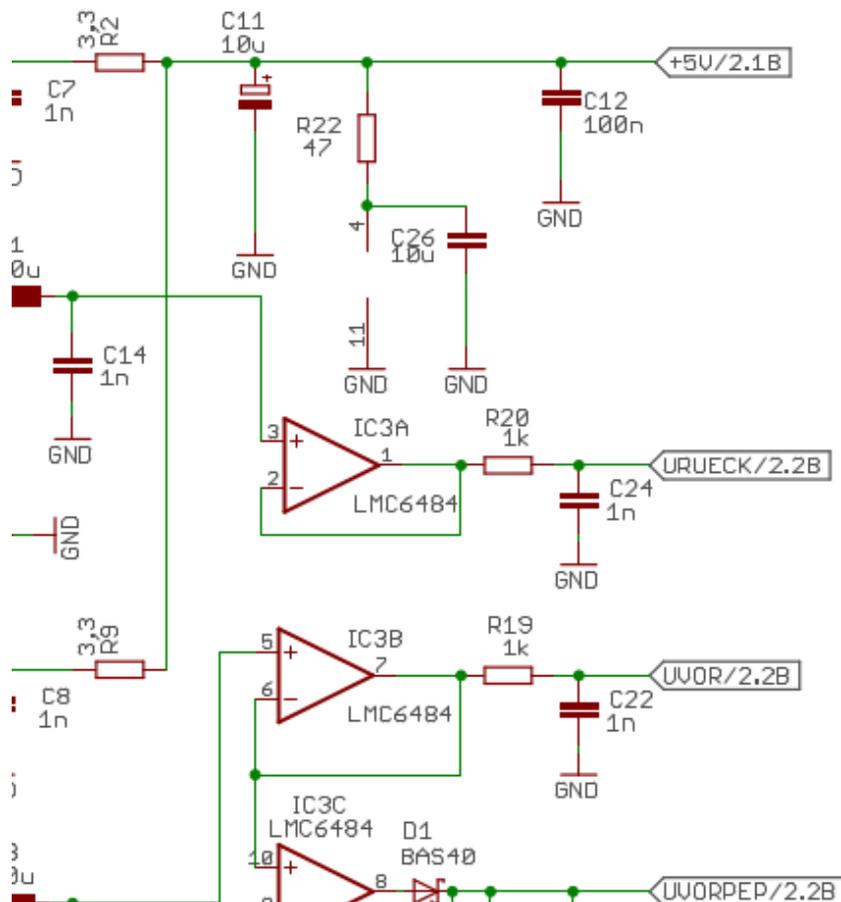


Die Linie bei -26dB stellt die Auskoppeldämpfung des Richtkopplers dar. Die Wobbellinie der Richtschärfe wird noch einmal optimiert, mit angeschlossener Messplatine. Mit dem Einstellregler R26 5k wird auf größte Richtschärfe eingestellt. Die grüne Linie ist die Richtschärfe vor dem Abgleich. Die rote Linie nach Abgleich. Besser geht es kaum.

2.2.6 Änderungen am Operationverstärker LMC6484

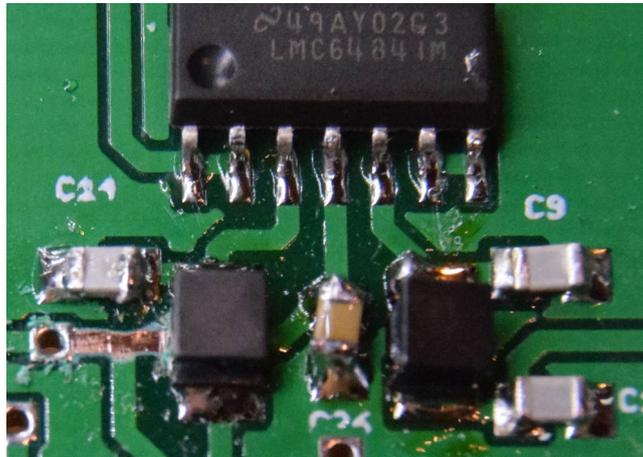
Es hat sich heraus gestellt, dass einige Wattmeter beim Kalibrieren ständig wechselnde Werte anzeigen. Nach genauerer Analyse konnte festgestellt werden, dass am einem oder auch mehreren Ausgängen des OPV Schwingungen im Frequenzbereich von 600 kHz zu sehen sind. Die Schwingneigung kommt von der Beschaltung der Ausgänge mit 100 Ohm und 1 nF gegen Masse.

Änderung von R19, R20, C26 und zusätzlich R22 Beide Widerstände am Ausgang des OPV R19 und R20 müssen von 100 Ohm auf 1 kOhm erhöht werden. Der Kondensator von 1 nF muss bleiben.

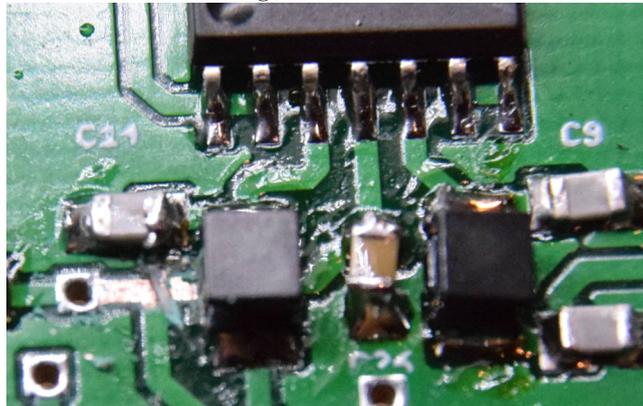


Die beiden Widerstände R19 und R20 werden auf 1 kOhm erhöht. Die Schwingneigung verschwindet dadurch. Ich habe zusätzlich in die Stromversorgung OPV Pin4 einen Widerstand R22 47 Ohm eingefügt. Den Kondensator C26 habe ich von 100 nF auf 10 uF erhöht.

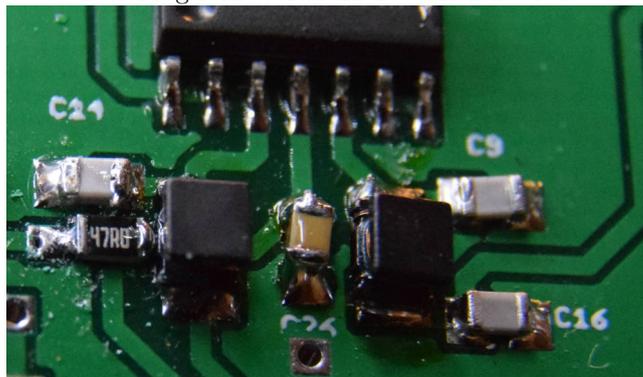
Die folgenden 3 Bilder beschreiben das Einfügen des Widerstandes R22 47 Ohm.



Zuerst kratzen wir mit einem Messer, links von der Drossel L1 100 μ H, vom Leiterzug den Schutzlack ab.



Mit einem Spitzen Gegenstand trennen wir den Leiterzug zu Pin4 auf. Der Leiterzug führt unter L1 100 μ H hindurch.



Der Widerstand R22 47 Ohm wird ganz nahe an L1 100 μ H eingelötet. Das ist nicht ganz einfach. Wir verbessern dadurch noch einmal das stabile Arbeiten des OPV. Eine Entkopplung der SV ist bei einem OPV auch wichtig. Der geänderte C26 10 μ F befindet sich zwischen den beiden 100 μ H Induktivitäten.

Kapitel 3

Schlusswort

Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau).

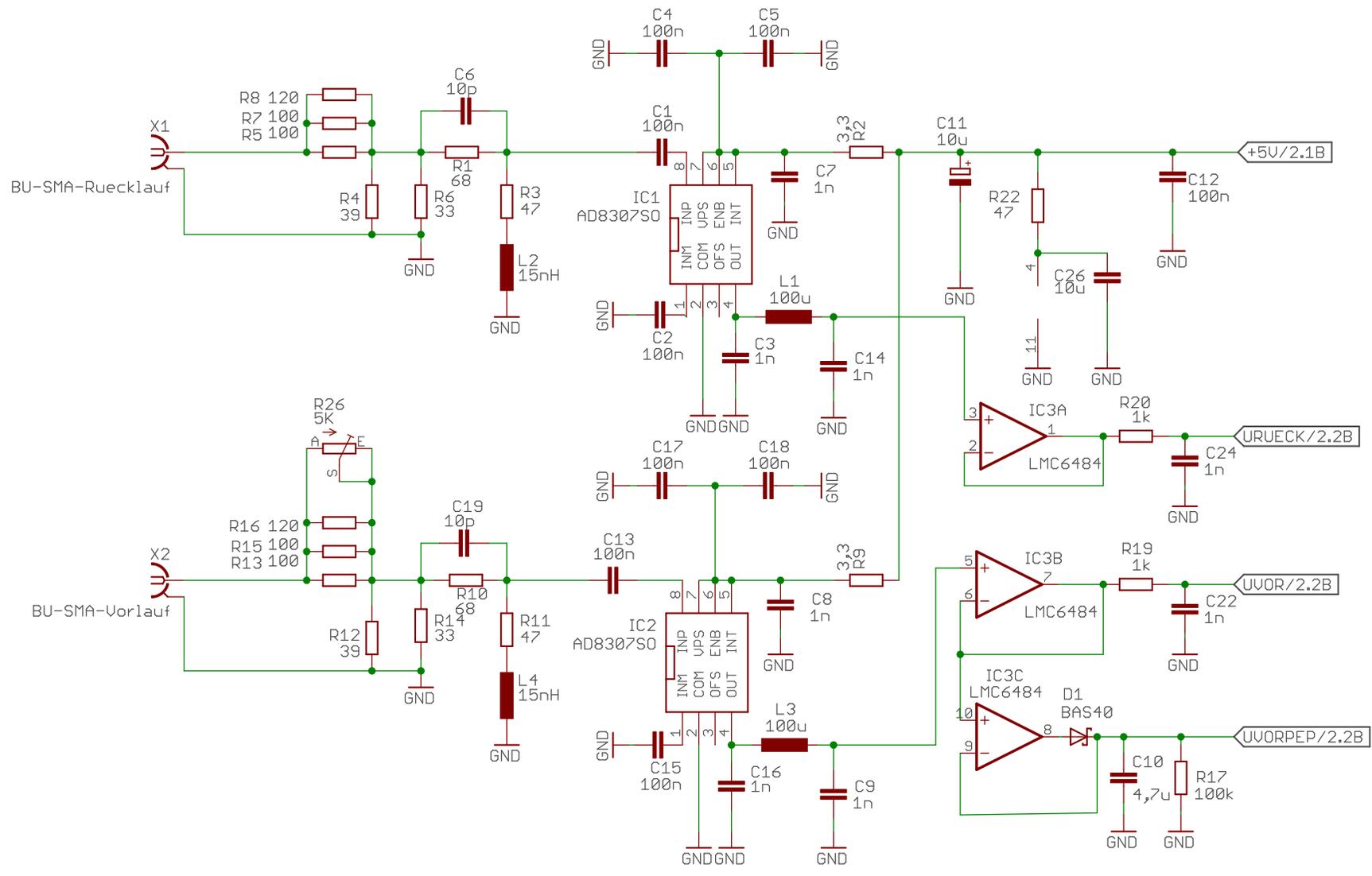
Ich wünsche viel Spaß beim Basteln.

vy 73 Andreas DL4JAL

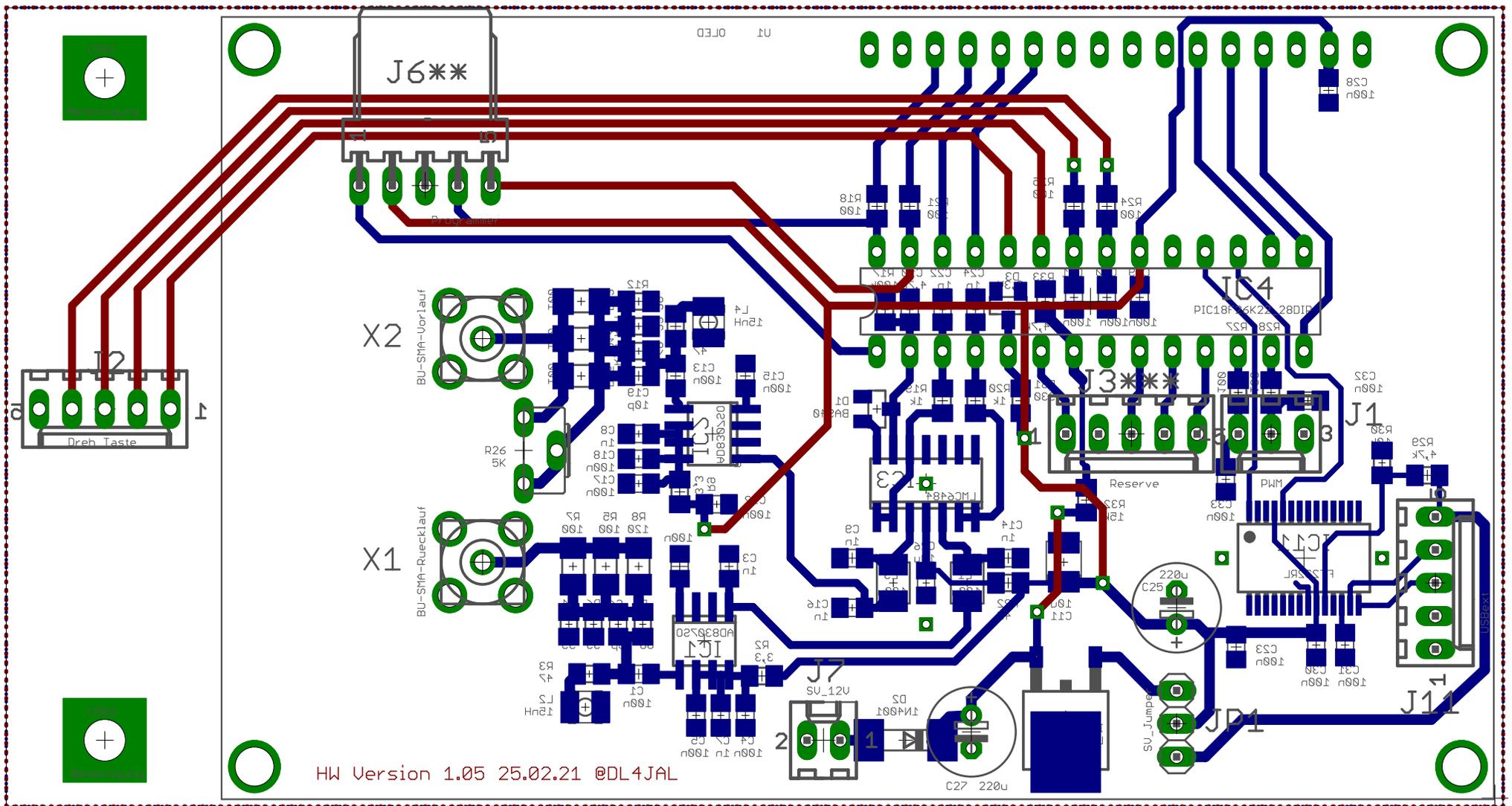
✉ DL4JAL@t-online.de

3.1 PDF-Anhänge

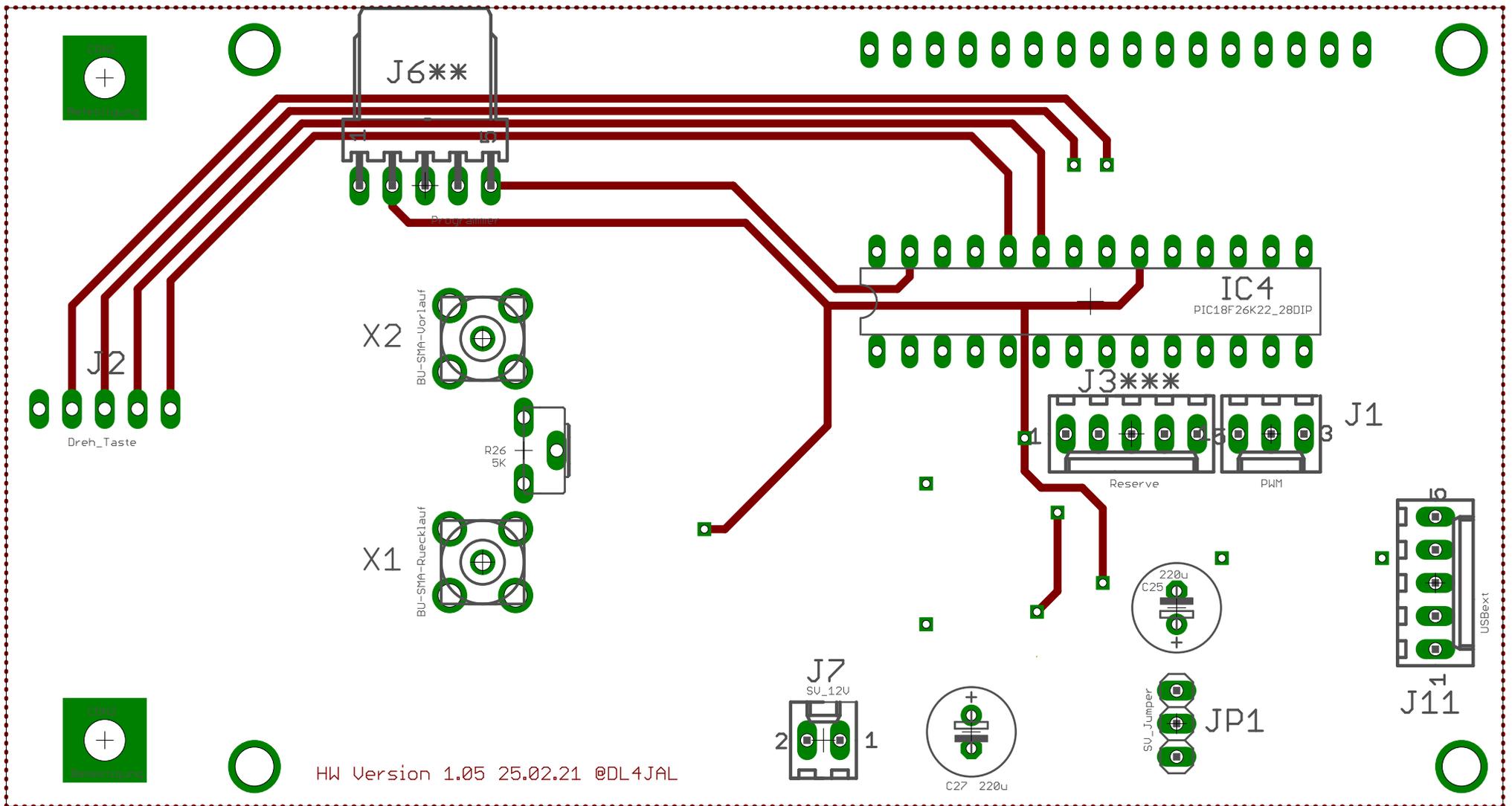
Anschließend zu diesem Dokument habe ich noch zusätzliche PDFs angehängt.

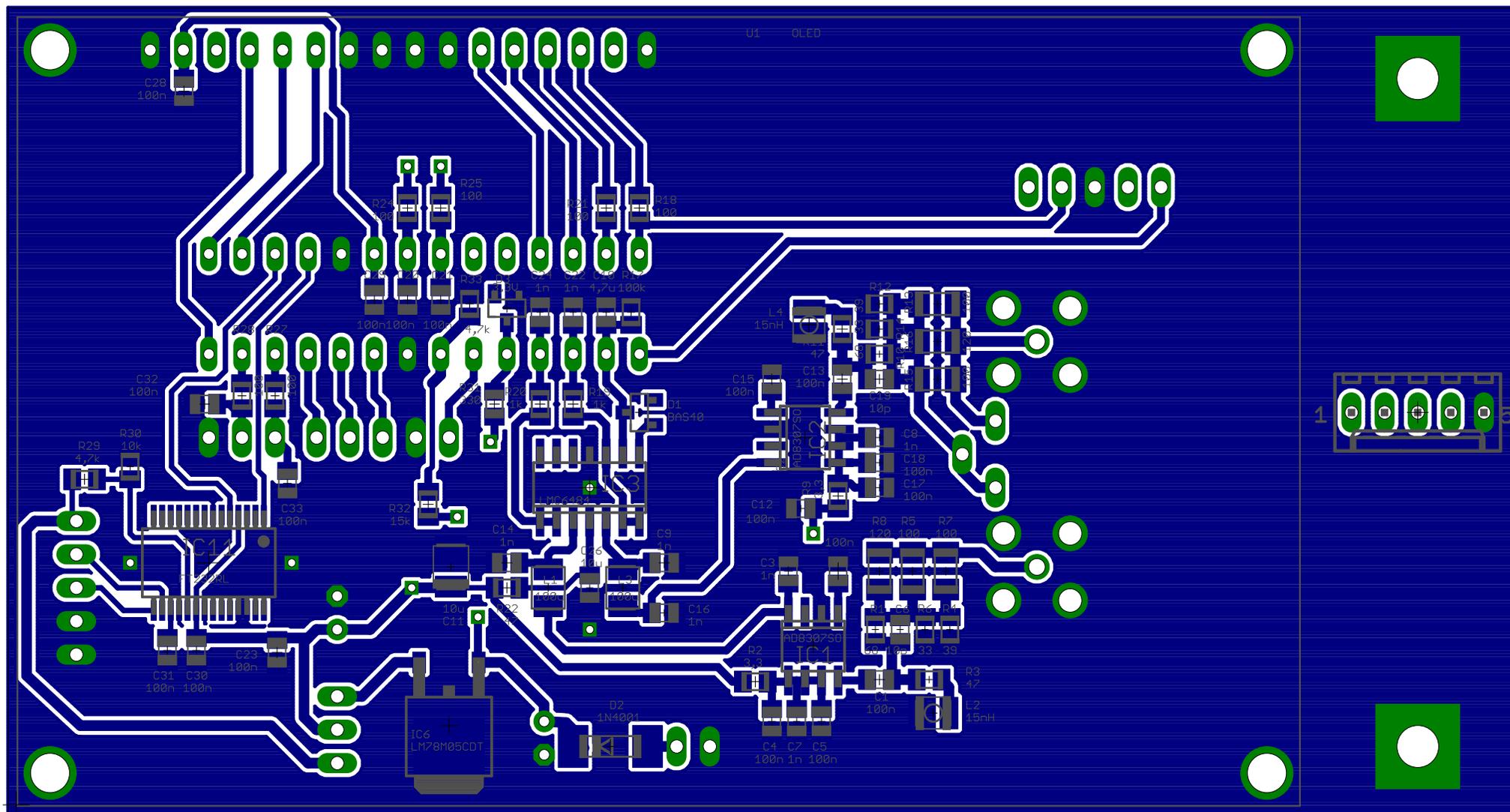


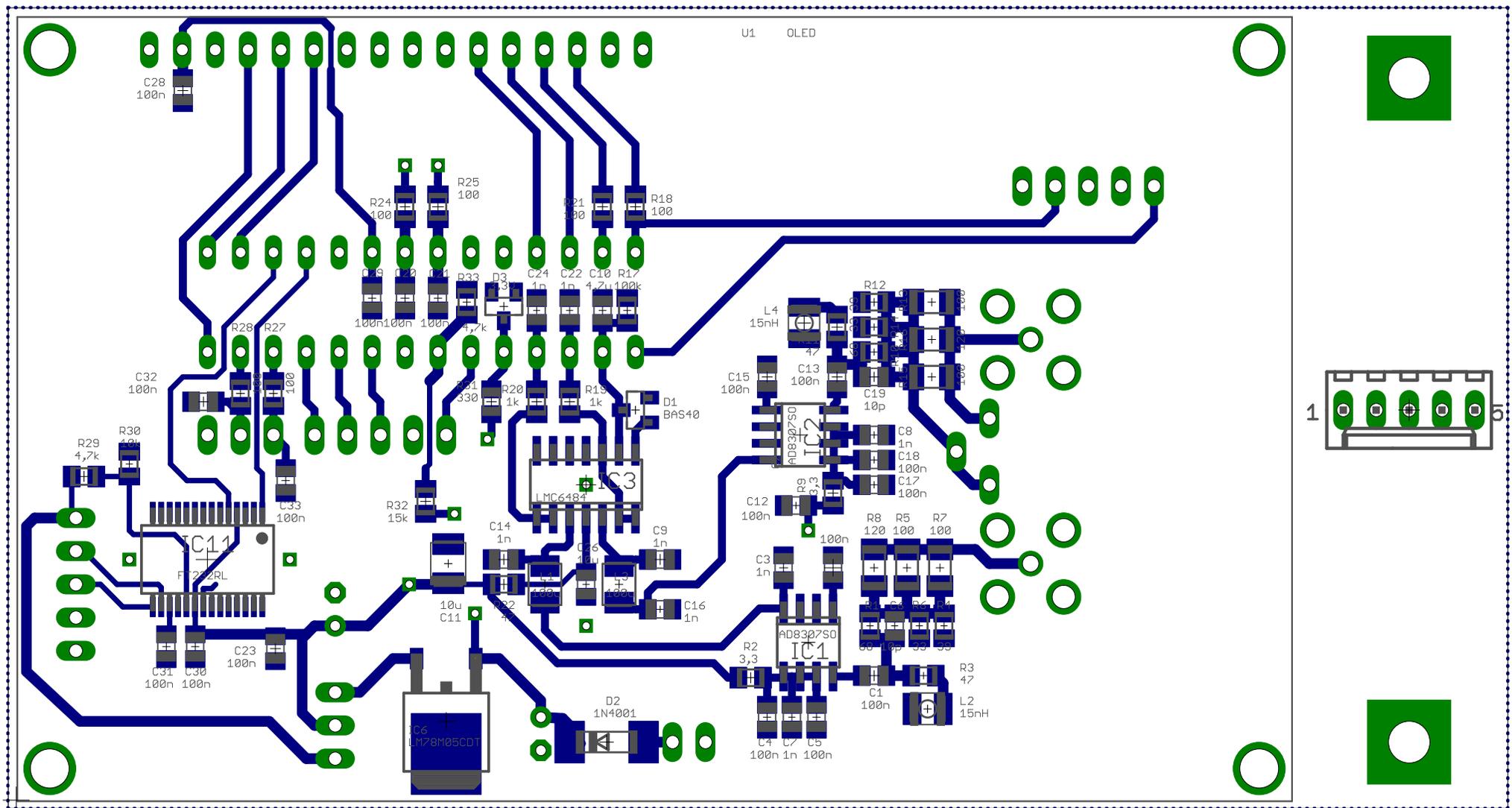
TITLE: swr_ad8307_v1_05	
Document Number:	REV:
Date: 25.02.21 17:54	Sheet: 1/2

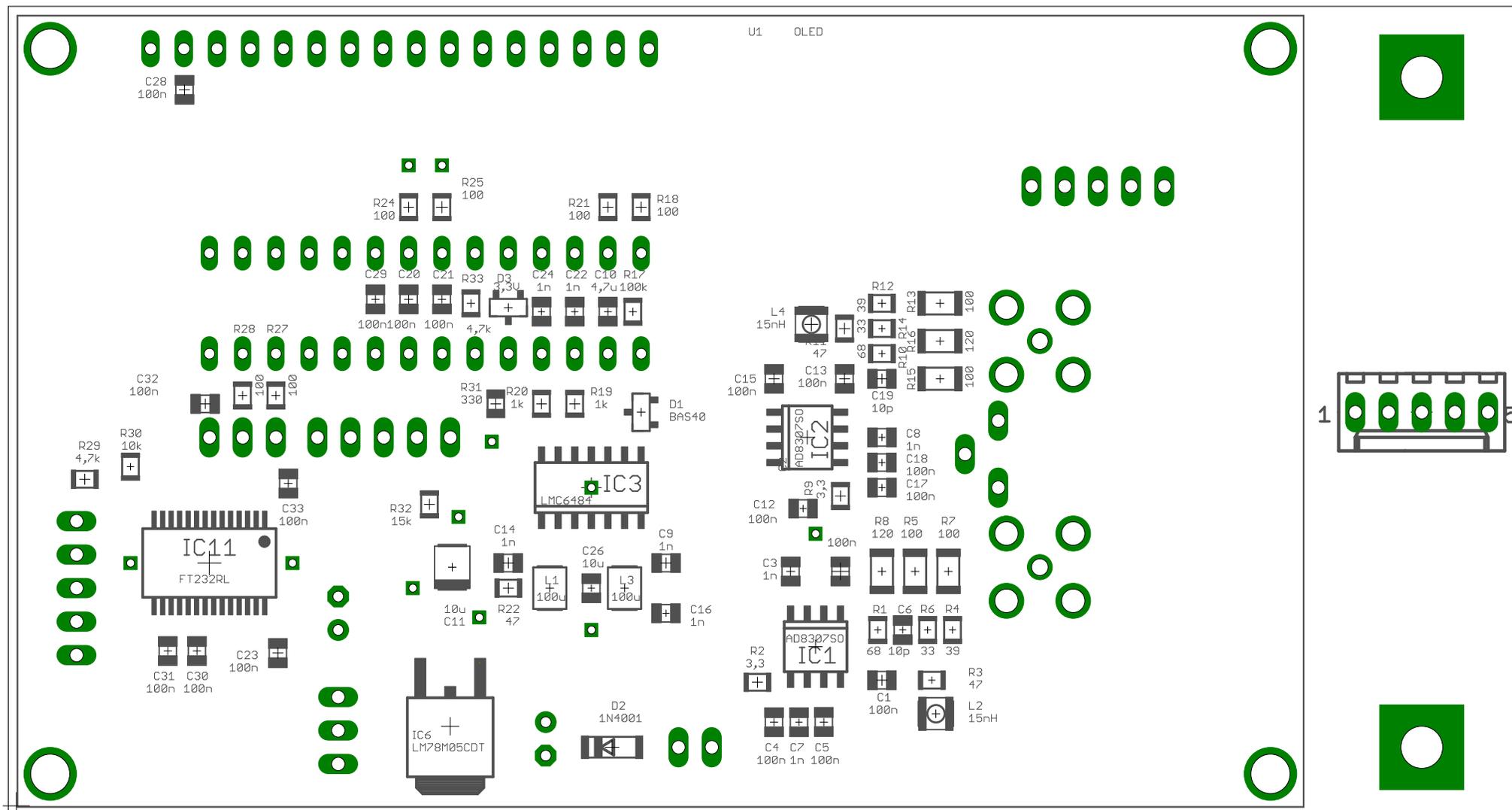


(**) nur bestücken, wenn PIC ISCP programmiert wird
 (***) nicht bestücken Reservepins









swr_ad8307_v1_02_werte

Qty	Value	Package	Parts	Provider	Bestellnr	Einzel	Gesamt
20	100n	C0805	C1, C2, C4, C5, C12, C13, C15, C17, C18, C23, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C20, C21	Reichelt	X7R-G0805 100N	0,02 €	0,40 €
1	4,7u	C0805	C10	Reichelt	KEM X5R0805 4,7U	0,09 €	0,09 €
2	10u	SMC_B	C11, C26	Reichelt	KEM X5R0805 10U	0,17 €	0,34 €
2	220u	E2.5-7	C25, C27	Reichelt	A750 220U 16	0,51 €	1,02 €
8	1n	C0805	C3, C7, C8, C9, C14, C16, C22, C24	Reichelt	NPO-G0805 1,0N	0,02 €	0,16 €
2	10p	C0805	C6, C19	Reichelt	NPO-G0805 10P	0,02 €	0,04 €
2	Befestigung	HOLE3	CON1, CON2				0,00 €
1	BAS40	SOT23	D1	Reichelt	BAS 40 SMD	0,07 €	0,07 €
1	1N4001	SOD106-W	D2	Reichelt	1N 4001 SMD	0,05 €	0,05 €
1	3,3V	SOT23	D3	Reichelt	SMD ZD 3,3	0,05 €	0,05 €
2	AD8307SO	SO8	IC1, IC2	Reichelt	AD 8307 ARZ	15,21 €	30,42 €
1	FT232RL	SSOP28	IC11	Reichelt	FT 232 RL	3,02 €	3,02 €
1	LMC6484	SO14	IC3	Reichelt	LMC 6484 IM	2,83 €	2,83 €
1	PIC18F26K22_28DIP	DIL28-3	IC4	Farnell	1814975	4,00 €	4,00 €
1	Fassung DIL28			Reichelt	GS 28P-S	0,40 €	0,40 €
1	LP2950CDT-5.0	DPACK	IC5	Reichelt	LP 2950 CDT-5.0	1,36 €	1,36 €
1	PWM	6410-03	J1	Reichelt	PSS 254/3G		0,00 €
1	USBxt	6410-05	J11	Reichelt	PSS 254/5G		0,00 €
1	Dreh_Taste	6410-05	J2				0,00 €
1	Reserve	6410-05	J3***	Reichelt	PSS 254/5G		0,00 €
1	Programmer	7395-05	J6**	Reichelt	PSS 254/5G		0,00 €
1	SV_12V	6410-02	J7	Reichelt	PSS 254/2G		0,00 €
1	SV_Jumper	1X03	JP1	Reichelt	PSS 254/3G		0,00 €
2	Passende Stecker zu den Buchsen			Reichelt	PSK 254/2W		0,00 €
2				Reichelt	PSK 254/3W		0,00 €
3				Reichelt	PSK 254/5W		0,00 €
2				Reichelt	PSK KONTAKTE		0,00 €
2	15nH	L2825P	L2, L4	Reichelt	L-0805AS 15N	0,19 €	0,38 €
2	100u	L3230M	L1, L3	Reichelt	LQH3C 100µ	0,17 €	0,34 €
2	68	M0805	R1, R10	Reichelt	SMD-0805 68,0	0,03 €	0,06 €
1	100k	M0805	R17	Reichelt	SMD-0805 100K	0,03 €	0,03 €

swr_ad8307_v1_02_werte

Qty	Value	Package	Parts	Provider	Bestellnr	Einzel	Gesamt
8	100	M0805	R18, R21, R27, R28, R24, R25	Reichelt	SMD-0805 100	0,03 €	0,24 €
2	1k	M0805	R19, R20	Reichelt	SMD-0805 1,0k	0,03 €	0,06 €
2	3,3	M0805	R2, R9	Reichelt	SMD-0805 3,30	0,03 €	0,06 €
1	10k	M0805	R30	Reichelt	RND 0805 1 10K	0,03 €	0,03 €
1	5K	CA6V	R26	Reichelt	PT 6-L 5,0K	0,34 €	0,34 €
2	4,7k	M0805	R29, R33	Reichelt	RND 0805 1 4,7K	0,02 €	0,04 €
3	47	M0805	R3, R11, R22	Reichelt	RND 0805 1 47	0,02 €	0,06 €
1	330	R0805	R31	Reichelt	RND 0805 1 330	0,02 €	0,02 €
1	15k	M0805	R32	Reichelt	RND 0805 1 15K	0,02 €	0,02 €
2	39	M0805	R4, R12	Reichelt	RND 0805 1 39	0,02 €	0,04 €
4	100	M1206	R5, R7, R13, R15	Reichelt	RND 1206 1 100	0,02 €	0,08 €
2	33	M0805	R6, R14	Reichelt	SMD-0805 33,0	0,03 €	0,06 €
2	120	M1206	R8, R16	Reichelt	RND 1206 1 120	0,02 €	0,04 €
1	OLED	LCD4X20_OBEN	U1	Reichelt	EA W204-XLG	33,39 €	33,39 €
1	BU-SMA-Ruecklauf	BU-SMA-V	X1	Reichelt	BKL 0409074	3,31 €	3,31 €
1	BU-SMA-Vorlauf	BU-SMA-V	X2	Reichelt	BKL 0409074	3,31 €	3,31 €
1	Buchsenleiste	Für LP Drehgeber	Taste	Reichelt	SPL 20	0,37 €	0,37 €
1	Steckerleiste			Reichelt	AW 122/20	0,72 €	0,72 €
1	Buchsenleiste	Für das Display		Reichelt	BL 1X20G	0,72 €	0,72 €
1	Steckerleiste			Reichelt	SL 1X36G	0,17 €	0,17 €
2		Distanzhülsen, Metall, 6-Kant, M3, 8mm		Reichelt			0,00 €
4		Distanzhülsen, Metall, 6-Kant, M3, 12mm		Reichelt			0,00 €
1	Drehgeber			Reichelt	STEC12E08	2,07 €	2,07 €
1	Taste			Reichelt	TASTER 1082.8	1,12 €	1,12 €
2		Fertige SMA-Kabel 15cm		Box73	RG316-SMA-15	3,12 €	6,24 €
1	Gehäuse	Bahar Enclosure 150*70*100 mm Metallgehäuse		Amazon	BDA 40004-A2 (W100)	11,29 €	11,29 €
1	USB-Einbaubuchse			Reichelt	USB BW	0,30 €	0,30 €
1	Richtkoppler gehäuse			Reichelt	TEKO 371	2,73 €	2,73 €
2	PL-Buchse rundloch			Reichelt	SO 239 SH	0,95 €	1,90 €
2	SMA-Buchse rundloch		sind vergriffen!!! ev. Leiterplattenbuchse verwenden und einlöten	Reichelt	BKL 0409068 BKL 0409074	3,31 €	6,62 €

swr_ad8307_v1_02_werte

Qty	Value	Package	Parts	Provider	Bestellnr	Einzel	Gesamt
2	Trimmer			Reichelt	TRIMMER 11229	4,36 €	8,72 €
3	Ringkerne			Reichelt	FT 50-43	0,84 €	2,52 €
1	Kupferlackdraht			Reichelt	KUPFER 0,5MM	2,88 €	2,88 €
	RG58 aus der Bastelkiste oder noch besser RG142						0,00 €
							0,00 €
					Gesamt		134,53 €