

HF mWatt-Meter

neue Version 4.0

Messbereich 10Hz bis 2,7GHz

Mit verschiedenen Messköpfen

(c) DL4JAL

31. Oktober 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Hardware	4
2.1	Grundgerät	4
2.1.1	Schaltungsbeschreibung	4
2.1.2	Anschlüsse auf der Baugruppe „mcsteuerung“	5
2.1.3	Die ICs auf der Baugruppe „mcsteuerung“, Oberseite	8
2.1.4	Die ICs auf der Baugruppe „mcsteuerung“, Unterseite	9
2.2	Bedienplatine	10
2.2.1	Anschlüsse auf der Baugruppe „bedienung“	10
2.2.2	Das Display „EA OLEDM204“	11
2.2.3	Der Drehgeber, 24 Impulse, rastend, mit Taste	11
2.2.4	Die Einzeltaste	11
2.3	Messköpfe	12
2.3.1	Messkopf mit AD8362	12
2.3.2	Messkopf mit AD8307 HF	12
2.3.3	Messkopf mit AD8307 NF/Audio	12
2.3.4	Messkopf AD8361 linear	13
2.3.5	Messkopf Stecker	13
3	Schlusswort	15
4	Angehangene PDF-Dateien	16

Abbildungsverzeichnis

Kapitel 1

Vorwort

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

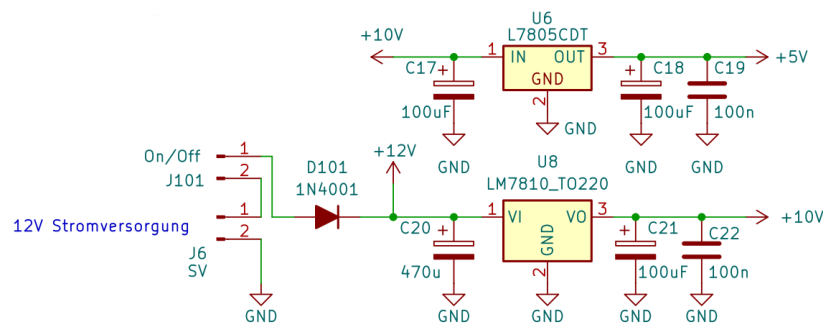
Kapitel 2

Hardware

2.1 Grundgerät

2.1.1 Schaltungsbeschreibung

Als zentrale Recheneinheit verwende ich einen PIC18F26K80. Dieser PIC hat 28 PINs und ist ausreichend für unsere Zwecke. Als Anzeige verwende ich eine OLED-Display mit 20 Zeichen x 4 Zeilen. Bedient wird das mW-Meter mit einem Drehgeber mit Tastenfunktion und einer Einzeltaste.



Beginnen wir mit der Stromversorgung 12 Volt. An J6 werden die 12 Volt an-
gesteckt. J101 ist für den EIN/AUS Schalter gedacht. Die Diode D101 dient
als Verpolungsschutz. Anschließend kommt der 10 Volt Spannungsregler. 10
Volt sind die Rohspannung für die OPVs LTC1050 CS8 und einem weiteren
Spannungsregler 5 Volt. Die Messspannung vom Messkopf wird mir einem OPV
LTC1050 gepuffert (U4) und auf 2 Messstrecken verteilt. Eine Messstrecke ist für
die Mittelwertbildung „RMS“ OPV (U5) und die andere Messstrecke erfasst die
Spitzenwerte der HF-Hüllkurve „PEP“ mit OPV (U9). Für beide Messstrecken
sind getrennte ADC-Eingänge am PIC18F26K80 vorgesehen. Die 5 Volt sind
für den PIC, OLED, ext. Eeprom und den IC ADR4533 (Referenzspannungs-
quelle 3,3 Volt). Die Referenzspannung für den A/D Wandler im PIC18F26K80
wird am PIC Pin 5 „Vref+“ eingespeist. Mit den Präzisions-OVPs und dem
Referenz-IC wird die Grundlage für geringe Toleranzen und eine möglichst hohe
Messgenauigkeit gelegt.

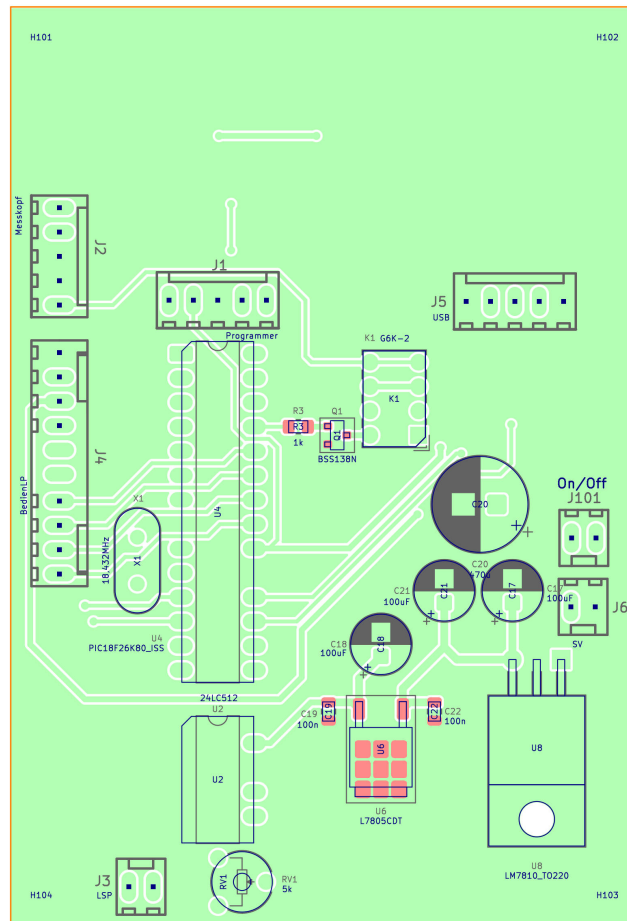
Für den Anschluss an einen PC verwende ich einen USB-Anschluss mit dem IC FT232RL. Da ich alles in Assembler programmiere ist dieses IC am einfachsten für die Ankopplung. Ich brauche nur die Baudrate einstellen und los geht es.

Als akustische Tonausgabe habe ich einen kleinen Lautsprecher vorgesehen, der von einem SMD-Mosfet getrieben wird. Als großer externer Datenspeicher ist ein Eeprom 24LC512 mit 512 kBit angeschlossen. In diesem Eeprom können bis zu 64 kByte Daten abgelegt werden. Zur Nutzung dieses ICs kommen wir noch einmal der Beschreibung der Software.

Das Relais auf der Platine schaltet die 5 Volt Stromversorgung ab, wenn kein Messkopf gesteckt ist.

2.1.2 Anschlüsse auf der Baugruppe „mcsteuerung“

Es folgt die Beschreibung der Stecker auf der „mcsteuerung“.



J1 Programmer, 5 polig

J1 dient der Programmierung des PIC18F26K80 in der Platine mit einer ICSP-Verbindung.

- 1 RB7, PGD
- 2 RB6, PGC
- 3 GND Masse
- 4 +5 Volt
- 5 MCLR

J2 Messkopf, 5 polig

Hier wird die 4-polige Verbindung zur 3,5mm Klinkenbuchse angesteckt.

- 1 +5 Volt, geschaltet vom Relais.
- 2 GND, Masse.
- 3 GND, Masse.
- 4 Selektion der Messkopfnummer per Spannungsteiler.
- 5 Die Messspannung von der Messkopflatine.

J3 Lautsprecher, 2 polig

Das ist der Anschluss des hochohmigen Lautsprechers. Der Lautsprecher darf nicht niederohmig sein. Das würde Q2 „BSS138“ nicht lange aushalten.

- 1 Lautsprecher Pol 1
- 2 Lautsprecher Pol 2

J4 BedienLP, 10 polig

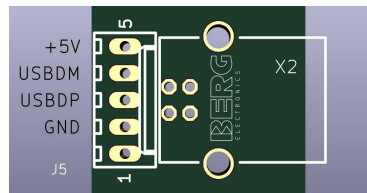
Steckverbindung von der „mcsteuerung“ zur „bedienung“. Die Verbindung ist 1 zu 1.

J4 mcsteuerung	Beschreibung	J101 bedienung
Pin1	Drehimpulse des Drehgebers	Pin1
Pin2	Drehrichtung des Drehgebers	Pin2
Pin3	Taste des Drehgebers	Pin3
Pin4	Einzeltaste	Pin4
Pin5	CLK der SPI Verbindung zum OLED-Display	Pin5
Pin6	MOSI der SPI Verbindung zum OLED-Display	Pin6
Pin7	Reset des OLED-Displays	Pin7
Pin8	+12 Volt für das OLED-Display	Pin8
Pin9	+5 Volt für das OLED-Display	Pin9
Pin10	GND, Masse, 0 Volt	Pin10

J5 USB, 5 polig

Dieser Stecker führt zur kleinen Platine mit der USB-Buchse. Es werden nur 4 Drähte benötigt. Die Verbindung ist leider nicht 1 zu 1, also aufpassen!

J5 mcsteuerung	Beschreibung	USB-Platine
Pin1	GND, Masse	Pin1
Pin2	USBDP	Pin3
Pin3	USBDM	Pin4
Pin4	+ 5 Volt	Pin5
Pin5	GND, Masse	Pin2



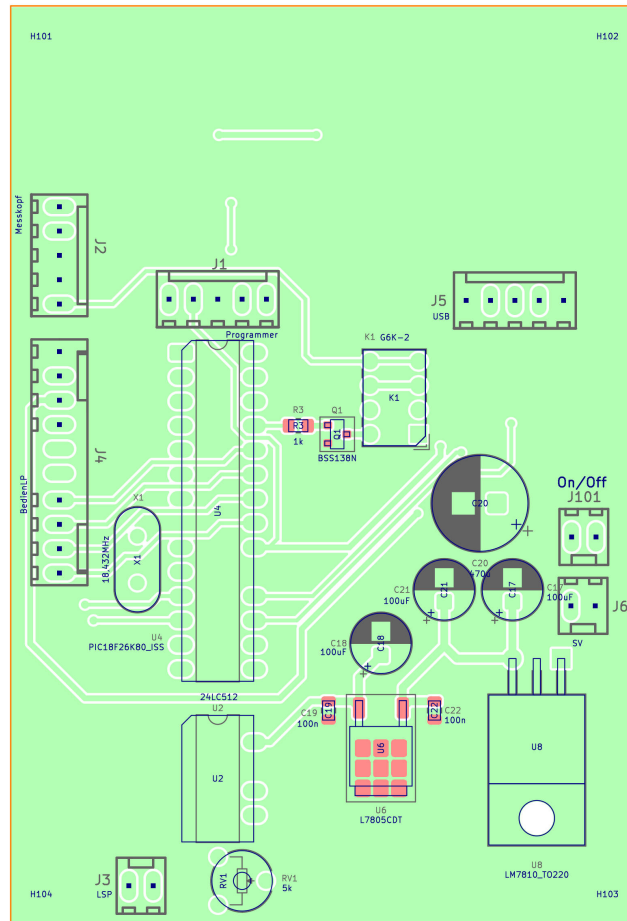
Hier die kleine Platine mit der USB-Buchse aus Kicad 3D-Model.

J6 Lautsprecher

Stecker für den Lautsprecheranschluss.

- Pol 1
- Pol 2

2.1.3 Die ICs auf der Baugruppe „mcsteuerung“, Oberseite



U2, 24LC512

Das ist der Massenspeicher (64 kByte) für die Aufzeichnungsfunktion. Ich kann im mWatt-Meter eine Funktion aktivieren die alle paar Sekunden die Messwerte aufzeichnet.

U4, PIC18F26K80

Das ist der Mikrocontroller der alle Funktionen des mWatt-Meters steuert. Diese PIC hat eine A/D-Wandlerbreite von 12 Bit. Das ermöglicht genauere Messungen.

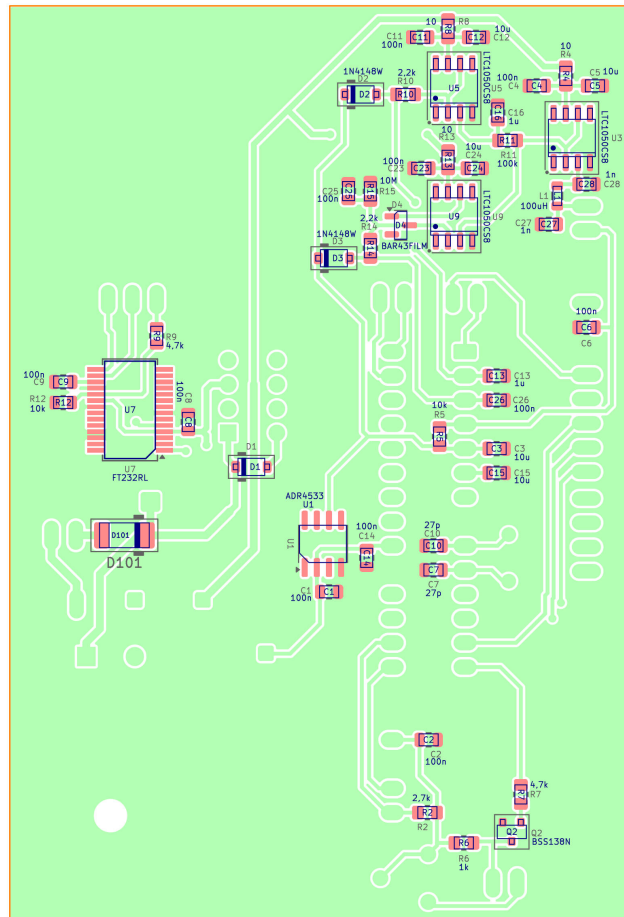
U6, L7805CDT

Dieser Spannungsregel reduziert die stabilisierten 10 Volt auf 5 Volt herunter.

U8, LM7810

Dieser Spannungsregel erzeugt aus den 12 Volt die stabilisierten 10 Volt.

2.1.4 Die ICs auf der Baugruppe „mcsteuerung“, Unterseite



U1, ADR4533

Der ADR4533 ist die hoch genaue Referenzspannungsquelle von 3,3 Volt für die A/D-Wandler im PIC18F26K80.

U3, U5, U9 LTC1050

Das sind die Operationsverstärker für die Auswertung der Messspannungen.

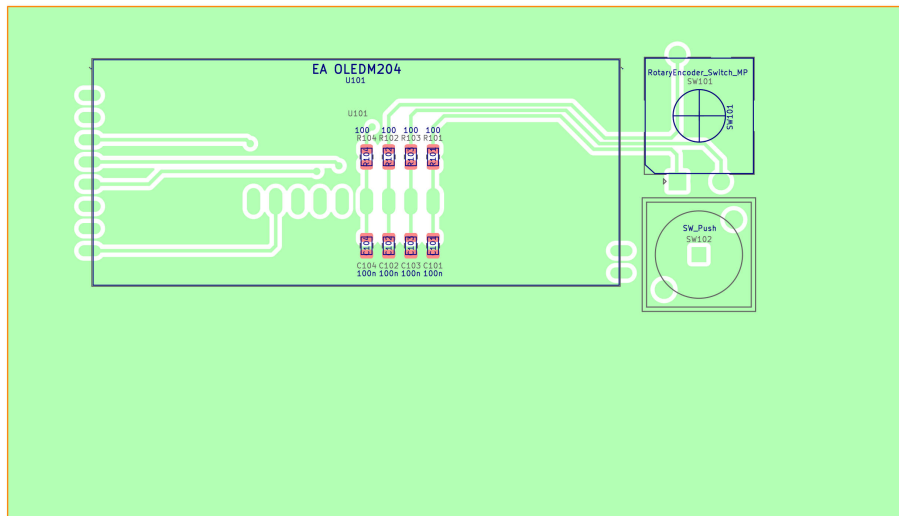
U7 FT232RL

Die neue Bezeichnung des ICs ist „FT232RNL“. Ich weiß nicht warum das so ist. Dieser IC setzt die serielle Schnittstelle des PIC18F26K80 in passende USB-PC-

Daten um. Der „FT232RNL“ wird automatisch von den Betriebssystemen erkannt. Damit habe ich keine Probleme mit meinem PC-Programm. Ganz gleich ob Linux oder Windows.

2.2 Bedienplatine

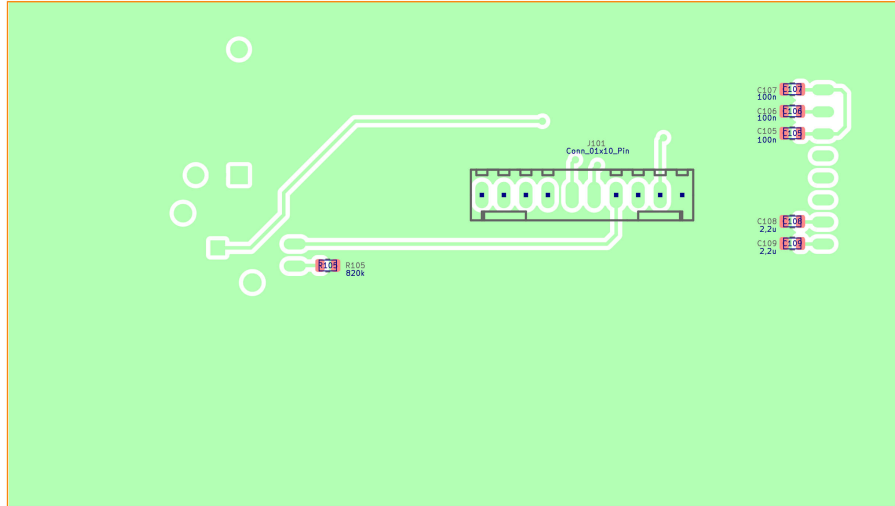
Auf der Bedienplatine befindet sich der Drehgeber mit Tastenfunktion, die Einzeltaste und das OLED-Display „EA OLEDM204“. Ich habe die Platine etwas größer gestaltet und keine Befestigungslöcher vorgesehen, damit jeder das selbst besser an sein Gehäuse anpassen kann.



2.2.1 Anschlüsse auf der Baugruppe „bedienung“

Auf dieser Platine ist nur ein 10-poliger Stecker. Der wird mit dem Stecker auf der „mcsteuerung“ 1 zu 1 verbunden.

J101, 10 polig



J4 mcsteuerung	Beschreibung	J101 bedienung
Pin1	Drehimpulse des Drehgebers	Pin1
Pin2	Drehrichtung des Drehgebers	Pin2
Pin3	Taste des Drehgebers	Pin3
Pin4	Einzeltaste	Pin4
Pin5	CLK der SPI Verbindung zum OLED-Display	Pin5
Pin6	MOSI der SPI Verbindung zum OLED-Display	Pin6
Pin7	Reset des OLED-Displays	Pin7
Pin8	+12 Volt für das OLED-Display	Pin8
Pin9	+5 Volt für das OLED-Display	Pin9
Pin10	GND, Masse, 0 Volt	Pin10

2.2.2 Das Display „EA OLEDM204“

Für die Anzeige habe ich diese Display ausgewählt. Es ist etwas teurer aber dafür kleiner und aus allen Richtungen gut lesbar. Angesteuert wird das OLED mit seriellen SPI Daten. Die Übertragungsrate ist sehr schnell. Das Display funktioniert hervorragend.

2.2.3 Der Drehgeber, 24 Impulse, rastend, mit Taste

Zur Bedienung habe ich den mechanischen Drehgeber eingebaut. Damit lässt sich das Messgerät sehr gut bedienen.

2.2.4 Die Einzeltaste

Nur der Drehgeber reicht nicht für eine gute Bedienbarkeit. Deshalb habe ich noch eine Einzeltaste vorgesehen.

2.3 Messköpfe

Am Grundgerät können verschiedene Messköpfe angeschlossen werden. Es funktionieren im Prinzip alle Messköpfe mit einer logarithmischen Funktion oder linearen Funktion. Ich habe in der Firmware 10 Messköpfe vorgesehen. Zur Zeit habe ich 4 verschieden Messköpfe, die anschließbar sind. Die Schaltbilder zu den Messköpfen hänge ich an diese PDF hinten an. Die Beschreibung der Messköpfe folgt jetzt.

2.3.1 Messkopf mit AD8362

Die Daten zum AD8362 sind in [1] zu finden. Dieser logarithmische Messkopf liefert die genauesten Messergebnisse. Der genaue Anzeigebereich beträgt etwa -40dBm bis +5dBm. Beachtlich ist der große Frequenzbereich dieses ICs. In der vorliegenden Beschaltung werden genaue Pegel von 1MHz bis etwa 2,4GHz angezeigt. Die Angaben im Datenblatt geben an, dass der AD8362 bis 2,7GHz noch gut funktioniert. Ich habe das mWatt-Meter zum optimalen Ausrichten meines Fernseh-Satellitenspiegel verwendet. Aus dem LNB kommen Frequenzen von 950MHz bis 2150MHz. Mit der Tonausgabe war das Ausrichten ein „Kinderspiel“. Die Beschreibung dazu folgt in der PDF der Software-Beschreibung.

2.3.2 Messkopf mit AD8307 HF

Die Daten zum AD8307 sind in [1] zu finden. Die Eingangsbeschaltung ist auf maximale Empfindlichkeit ausgelegt mit einen Messbereich von -80dBm bis +10dBm. Eine genaue Anzeige ist im Frequenzbereich 1MHz bis 15MHz zu erwarten. Aber im Kurzwellenbereich lässt sich dieser Messkopf auch gut einsetzen. Die Messwerte fallen gegen 30MHz um etwa 1dB ab. Um das auszugleichen habe für jeden Messkopf eine Korrekturtabelle hinterlegt. Wird im mWatt-Meter die Messfrequenz mit angegeben, holt sich die Firmware die passende Korrekturwerte aus der Tabelle. Frequenzzwischenwerte werden durch interpolieren ermittelt.

2.3.3 Messkopf mit AD8307 NF/Audio

Der AD8307 funktioniert laut Datenblatt [1] bis in den NF-Bereich. Dafür ist aber eine andere Beschaltung notwendig. Die ist in diesem Messkopf realisiert. Die Eingangsimpedanz ist auch nicht 50Ohm sondern etwa 1kOhm. Deshalb muss beim Kalibrieren anders vorgegangen werden. Dazu später noch Ausführungen. Im ersten Punkt beim Kalibrieren muss die Auswahl „AD8307 NF“ getroffen werden. Wurde dieser Typ gewählt, sind die Pegelangaben nicht dBm sondern dBV. Beim Anstecken des Messkopfes wird dieser Messkopftyp erkannt und die Berechnungen des Eingangspegel erfolgen nach dBV. 0dBV sind hierbei genau 1V effektiv. Zusätzlich werden noch „Volt“ errechnet. Die Ausgabe der Spannung Spitze-Spitze (Vss) ist auch möglich. Beim Kalibrieren müssen wir auch aufpassen, da dBV etwas anderes ist als dBm. Dazu mache ich in der Software-Beschreibung im Kapitel „Kalibrieren“ noch nähere Angaben.

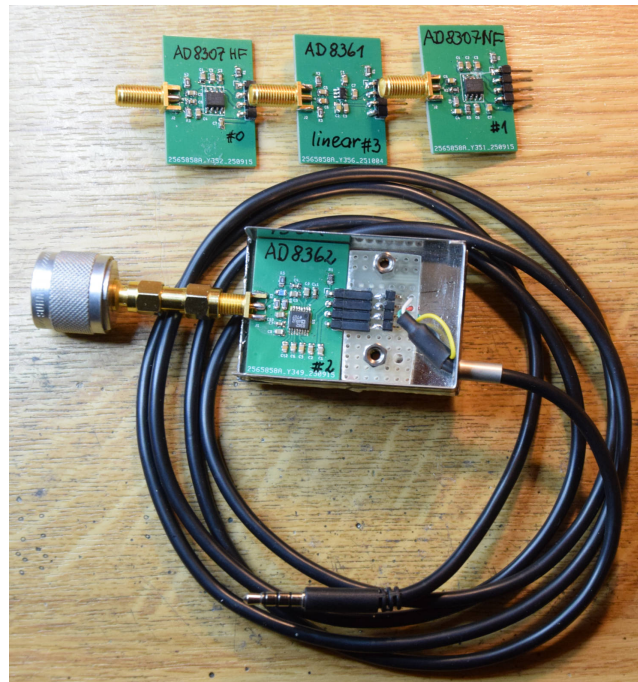
2.3.4 Messkopf AD8361 linear

Die Daten zum AD8361 sind in [1] zu finden. Der AD8361 ist kein logarithmisches Mess-IC. Die Ausgangsgleichspannung steigt linear mit der angelegten HF-Spannung an. Dadurch ist der dynamische Messbereich nicht sehr groß. Etwa 20dB Dynamik ist erreichbar. Der Vorteil dieses Messkopfes liegt aber in der großen Messauflösung im Bereich der maximalen Aussteuerung. Mit der neuen Software ist es möglich die lineare Messfunktion in dBm-Werte umzurechnen. Dazu wird die Logarithmus-Funktion der Gleitpunktarithmetik verwendet. Bei diesen Messkopf sind beim Kalibrieren die beiden Pegel (0dBm und -6dBm) fest vorgegeben. Ich benutze diesen Messkopf für Vergleichsmessungen im 0,00 dBm-Bereich. Zum Beispiel zum genauen Kalibrieren eines „Kalibriergenerators 0,00dBm“.

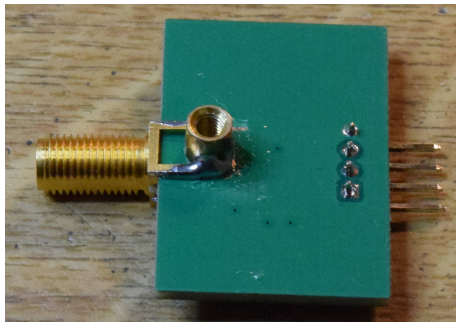
2.3.5 Messkopf Stecker

Für die Verbindung vom Grundgerät zum Messkopf verwende ich handelsübliches 3-poliges Diodenkabel. Ich habe ein vorgefertigtes Kabel mit 2x 3,5mm Klinkenstecker 3m lang, (Reichelt: DELOCK 83437) bestellt und in der Mitte zerschnitten. So habe ich 2 Kabel mit einer Länge von 1,5 m für die Anfertigung von 2 Messkopfhalterungen.

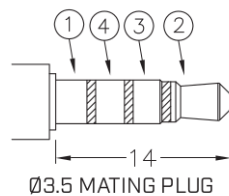
Das Kabel 3 m mit Klinkenstecker 3,5 mm 4-polig habe ich von Digikey (Digikey: 839-10-03211-ND).



Das Messkabel mit dem Aufnahmekopf für die Messplatinen. An den Messplatine habe ich SMA-Buchsen angelötet. Im Bild ist ein Adapter auf N-Stecker angeschraubt.



Auf der Unterseite ist ein 5 mm langer Messing-Sechskant angelötet für eine Befestigung im Aufnahmekopf. Die elektrische Verbindung erfolgt über eine 4-polig Stecker/Buchsen-Leiste.



Model No.	SJ1-43502PM
Schematic	
PIN	
1	sleeve
2	tip
3	ring 1
4	ring 2

Ich habe die Klinkenbuchse so beschaltet dass an der Spitze die 5 Volt anliegen.

- 1 Masse, GND
- 2 +5 Volt, vom Relais geschaltet
- 3 Spannungsteiler für Erkennung der Messkopfnnummer
- 4 Messspannung der Messplatine

Die Beschreibung meiner Beschaltung der Klinkenbuchse 3,5 mm.



(Digikey: CP-SJ1-43502PM-ND).

Das Gehäuse für die Aufnahme der Messplatine (Schubert-Gehäuse: 12B).

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

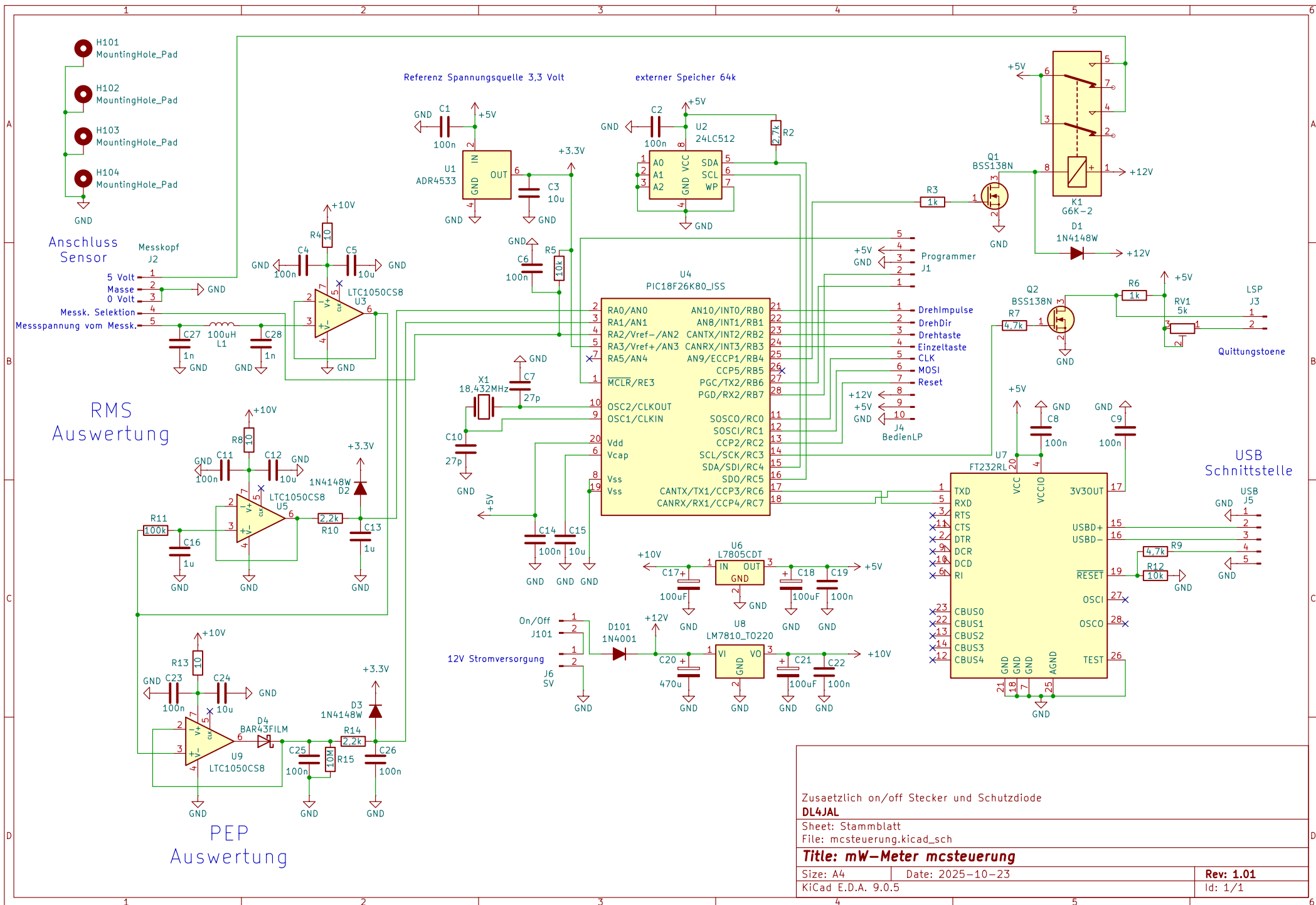
Kapitel 4

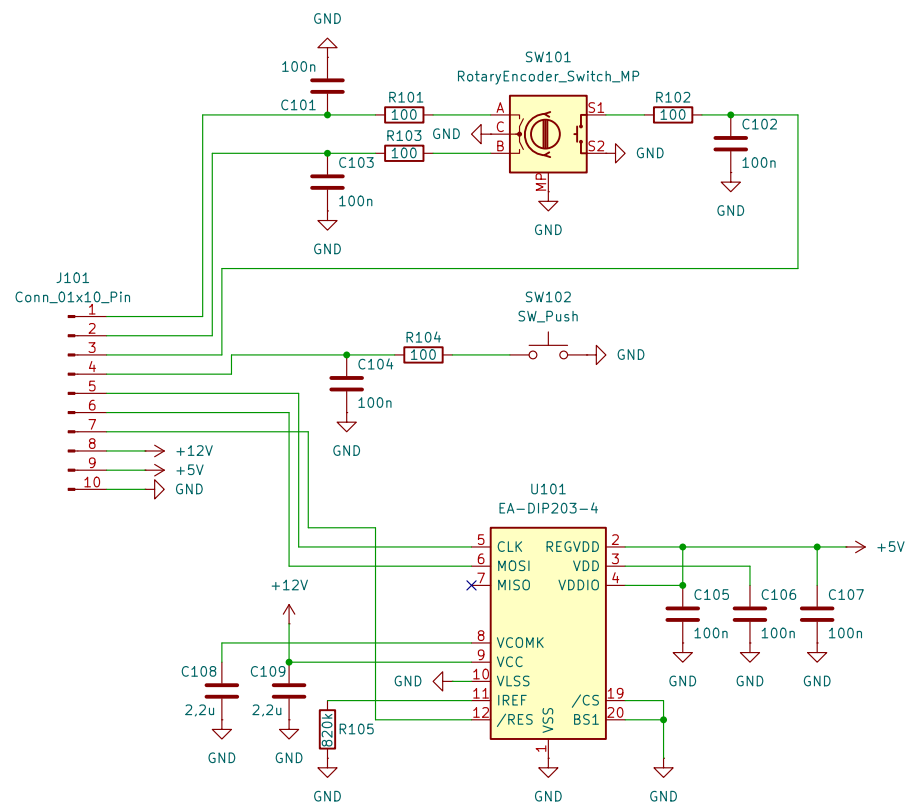
Angehangene PDF-Dateien

Es folgen noch die Schaltbilder.

Literaturverzeichnis

- [1] <http://www.analog.com>





DL4JAL

Sheet: Stammblatt
File: bedienung.kicad_sch

Title:

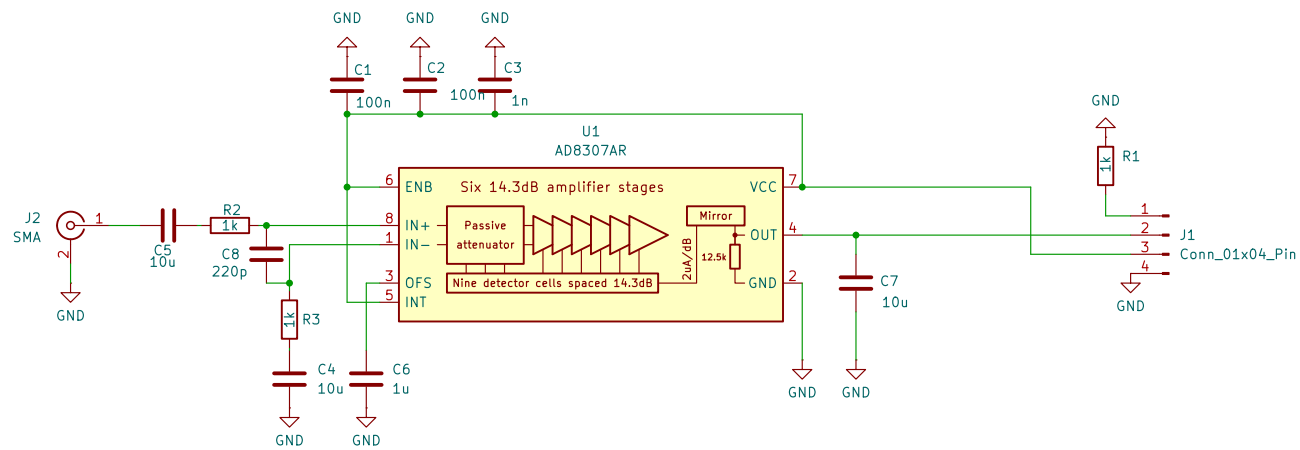
Size: A4
KiCad E.D.A. 9.0.5

Date:

Rev:

Id: 1/1

Rev:
Id: 1/1



DL4JAL

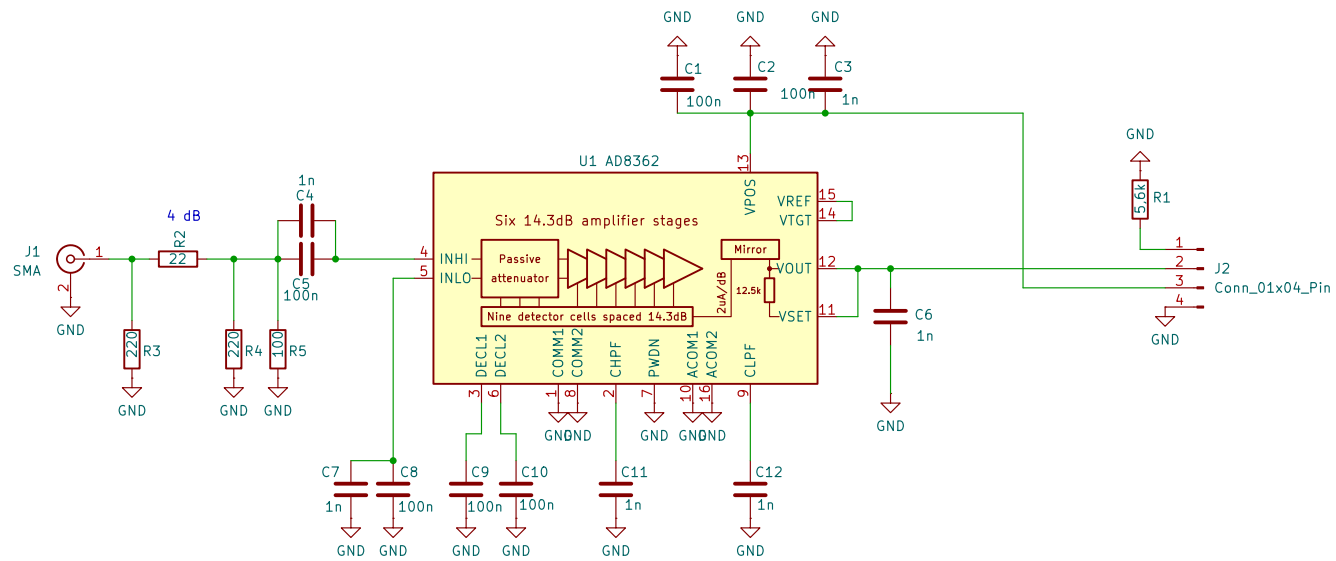
Sheet: Stammblatt
File: mk_ad8307_nf.kicad_sch

Title:

Size: A4
KiCad E.D.A. 9.0.5

Date:

Rev:
Id: 1/1



DL4JAL

Sheet: Stammblatt
File: mk_ad8362.kicad_sch

Title:

Size: A4
KiCad E.D.A. 9.0.5

Date:

Rev:
Id: 1/1

Id: 1/1