
Raspberry Pi Extension Board Version 1 (2018)

Inhalt

Vorwort	1
Motivation für ein Extension Board	1
Konzept für das Extension Board	2
Besonderheit durch die Erweiterung	2
Module auf dem Extension Board.....	2
Temperatursensor.....	2
PWM Leistungsstufe.....	3
D/A Wandler.....	3
A/D Wandler.....	3
Externer Anschluss zum SPI BUS	3
Programmierung des Extension Board.....	3
Inbetriebnahme.....	4
Port Expander MCP23S17	4
Temperatursensor TC77	4
PWM Leistungsstufe.....	4
D/A Wandler.....	4
Stückliste	4
Belegung von Steckern, Jumpern und Messpunkten.....	5
JP1 5V Connector.....	5
JP2 ext. A/D Eingang.....	5
JP3, JP4, JP5 MCP23S17 Address selector ...	5
JP6, JP7 ext. A/D Eingang PGA.....	5
JP8 ext. SPI Connector	5
JP9 PWM Select	5
JP10 ext. Connector /CSxB	5
JP11 /CSxA4	5
X2-1 bis X3-2 PWM Last Anschluss.....	5
X4-1 bis X6-2 ext. A/D Wandler Eingang	6
Literaturverzeichnis.....	6
Schaltplan	7
Bestückungsplan.....	8

Vorwort

Der Raspberry Pi eignet sich sehr gut für vielfältige Einsatzzwecke. Er ist ein voll funktionsfähiger Computer der in der Regel mit einem Linux Betriebssystem betrieben wird.

Seine Nachteile gegenüber einem Microcontroller sind:

- Keine spezielle HW für Sensoren und zur Steuerung von analogen und digitalen Input und Output Kanälen.
- Interrupts können nicht wie Hardware nah programmiert werden, diese werden durch das OS geblockt

Hingegen hat er auch Vorteile:

- Seine unterschiedlichen BUS Systeme ermöglichen es eine Vielzahl von Systemen zu bedienen und darauf zurückzugreifen. I²C und SPI, LAN
- Durch das OS Linux können vielfache Programmiersprachen zum Einsatz kommen
- Es gibt nur geringe Einschränkungen was die Programmgröße angeht
- Die leistungsfähige CPU mit mehreren Kernen kann auch komplexe Programme abarbeiten
- Der mögliche Anschluss von Tastatur, Maus und Monitor
- Der Kontakt zur Außenwelt kann auf einfache Weise über das Internet inkl. aller Services erfolgen. LAN, WLAN, Bluetooth. Damit steht der Weg frei für IOT Programmierung
- Vielzahl von Programmen die für Linux zur Verfügung stehen

Motivation für ein Extension Board

Angeregt durch den Solarcontroller auf PIC Basis ist eine weitere Evolution nur möglich mit einer leistungsfähigeren CPU, mehr Speicher RAM und ROM, sowie der Möglichkeit Kontakt mit der Außenwelt

Raspberry Pi Extension Board Version 1 (2018)

aufzunehmen. Ablage von Messdaten auf einem Filesystem ohne fremde Hilfe durch das System gesteuert. Eine neue leistungsfähige und erweiterbare Version eines Solarcontrollers zu bauen ist das Hauptziel dieses Projekts.

Durch die Art der Konzeption kann dieses Extension Board jedoch auch gut für andere Aufgaben eingesetzt werden.

Konzept für das Extension Board

Durch das Extension Board sollen die Nachteile eines Raspberry Pi gegenüber einem Microcontroller kompensiert und das gesamte System dadurch leistungsfähiger gemacht werden. Im Fokus stehen analoge und digitale Ein- Ausgänge gesteuert über den zentralen SPI Bus des Raspberry Pi. Zur Unterstützung für spezielle Aufgaben kann ein Microcontroller angeschlossen und eingebunden werden.

Der SPI Bus nimmt dabei eine wichtige und zentrale Rolle wahr. Er steuert alle Systeme die Sensoren oder Ein- Ausgänge zur Verfügung stellen. Ein Schwachpunkt dabei ist, der SPI Bus des Raspberry Pi hat nur zwei CS Kanäle.

Zu diesem Zweck ist ein MCP23S17 auf dem Board. Seine Funktion ist primär die Erweiterung des SPI Bus auf weitere Kanäle. Damit stehen über das Extension Board bis zu 16 Geräte am SPI Bus zur Verfügung. Gleichzeitig kann über die HW – Auswahl am MCP23S17 bis zu 7 solcher Bausteine (Extension Boards) selektiert werden. Damit ergibt sich eine theoretische Anzahl von 7×16 Systemen die am SPI Bus betrieben werden können.

In der Praxis ist dieser Wert eher nicht realistisch. Auch sind je Board bereits fest eingestellte Geräte am Bus vorgesehen.

Besonderheit durch die Erweiterung

Die beiden /CS Kanäle des Raspberry Pi werden in besonderer Weise verwendet um Geräte anzusprechen. Dabei gilt folgendes:

- Der MCP23S17 ist mit /CS0 verbunden
- Bevor ein Gerät angesprochen wird muss über den MCP23S17 manuell (im Programm) der /CS Kanal des anzusprechenden Geräts gesetzt werden
- Die Kommunikation zu dem Gerät erfolgt dann an /CS1. Eine ODER Verknüpfung auf HW Basis mit jedem Ausgang des MCP23S17 und dem /CS1 Kanal sorgt dafür, dass sich der /CSx Kanal im zeitlichen Verlauf entsprechend verhält
- Nachdem die Kommunikation abgeschlossen ist, wird der /CSx Kanal am MCP23S17 wieder zurückgesetzt. Danach ist die Kommunikation abgeschlossen

Module auf dem Extension Board

Auf dem Extension Board sind bereits einige Module fest verbaut. Dieses ist angelehnt an die primäre Funktion des Solarcontrollers. Zu diesen Modulen gehören:

- A/D Wandler für Akkuspannung, Solarspannung
- PWM Leistungsstufe mit einer max. Schaltleistung von 100V/ 40A
- D/A Wandler zur Erzeugung von Referenzspannungen
- Ein Programmable Gain Amplifier (PGA) mit einem 8 Kanal A/D Wandler. Der Ausgang des PGA ist mit ADC7 des A/D Wandlers verbunden.
- Ein Temperatursensor on Board zur Bestimmung der Systemtemperatur
- Externer Anschluss für SPI Geräte wie z.B. Displays DOG-M

Temperatursensor

Der Temperatursensor TC77 ist mit dem Ausgang 0 des MCP23S17 verbunden (CSxA0). Dieses entspricht ID0 des Extension Boards. Eine HW seitige Konfiguration ist nicht notwendig.

Raspberry Pi Extension Board Version 1 (2018)

PWM Leistungsstufe

Die PWM Leistungsstufe ist angelehnt an den Solarcontroller SC1-V4 und hat sich dort bereits bewährt. Es handelt sich dabei um einen P-Kanal MOS-FET der über einen NPN-Transistor angetrieben wird. Der Treiber dient der Entkopplung zum MOS-FET und stellt sicher das der Leistungsteil sauber schalten kann ohne Rückwirkungen auf die PWM Erzeugerstufe.

Zum Betrieb sind HW-Konfigurationen notwendig. Die PWM Stufe kann über den PWM Kanal des Raspberry PI, durch einen GPIO des Raspberry PI oder einen externen PWM Ausgang getrieben werden. Dazu sind die entsprechenden Jumper zu setzen.

Theoretisch ist die Schaltleistung durch den verbauten MOS-FET begrenzt und durch die Leiterbahnführung. Es sind zwar kurze Wege bis zu den Klemmen im Leistungsteil doch dieses wird auch genau die Schwachstelle sein. Der MOS-FET hat eine max. Spannung von 100V und einen Schaltstrom von 40A, jedoch ist die Platine und auch die Anschluss Klemmen nicht für diese Dimension ausgelegt. In der Praxis sollte aber ein Wert zwischen 15 und 25 Ampere möglich sein.

☝ Die PWM Leistungsstufe benötigt kein Zugang zum SPI Bus.

D/A Wandler

Der D/A Wandler ist ein 10-Bit Wandler zur Erzeugung der Referenz Spannung für die A/D Wandler. Es ist ein Wandler der 2 Kanäle bedient. Der erste Kanal wird für den MCP2308 verwendet und der zweite Kanal für den MCP6S26, den PGA.

Der PGA ist auf dem Board um Spannungen zu messen die kleiner sind und wo der MCP3208 an seine Grenzen kommt. Der programmierbare Instrumentenverstärker ermöglicht mit höheren Auflösungen an Sensoren zu messen.

A/D Wandler

Der A/D Wandler ist ein 10Bit Wandler mit 8 Kanälen. Die Kanäle ADC0 und ADC1 sind fest verdrahtet mit der PWM Leistungsstufe. Sie messen die Eingangsspannung U_{PWM} und die Ausgangsspannung $U_{PWM-out}$. Die Referenzspannungsquelle wird mit dem D/A Wandler eingestellt. Die Kanäle ADC2 bis ADC6 sind für externe Messungen vorgesehen. Eingang ADC7 ist mit dem Ausgang des Instrumentenverstärkers verbunden.

☝ An den Eingängen AD2 bis ADC6 befinden sich keine Schutzschaltungen oder Spannungsteiler vor den Eingängen

Externer Anschluss zum SPI BUS

Über einen externen Anschluss (JP8) können bis zu drei weitere Geräte mit dem Extension Board betrieben werden. Ein Beispiel ist ein Display wie das DOG-M 162. Die /CS Kanäle sind /CSxA5, /CSxA6 und /CSxA7.

Programmierung des Extension Board

Bewährt hat sich die Verwendung von C++ im Zusammenhang mit der IDE Code Blocks für die Programmierung.

Beide Umgebungen sind Bestandteil der Linux Distribution und lassen sich einfach installieren.

Der Zugriff auf die SPI Schnittstelle erfolgt bevorzugt über wiringPI. WiringPI ist gut dokumentiert und ist ebenfalls einfach innerhalb der Linux Distribution zu installieren.

Um Code Blocks unter Windows zur Anzeige zu bringen empfiehlt es Xming und Putty einzusetzen. Nach dem Anmelden am Raspberry Pi über Putty und X11 forwarding ist ein arbeiten an einem Windows Rechner sehr gut möglich.

Zur Ablage der Source Codes sollte ein Samba Share eingerichtet werden. Dieses kann dann

Raspberry Pi Extension Board Version 1 (2018)

auch von Windows erreicht werden und kann auch für weitere Zwecke wie Datensicherung genutzt werden.

Inbetriebnahme

Nach der Bestückung (ICs noch nicht in die Sockel eingesetzt) sollte als erstes einmal die Verbindung zum Raspberry Pi hergestellt werden. Darüber bekommt das Extension Board auch die Spannungsversorgung. Sobald die Verbindung besteht und die Sicherungen eingesetzt sind sollten die beiden LEDs für 3.3V und 5V leuchten.

👉 Jetzt an den IC Sockeln die Spannungen messen und prüfen ob die Versorgungsspannungen korrekt sind und anliegen. Den TC77 nicht vergessen. Dieser kann nun auch wenn alles passt eingelötet werden. Die Spannungen sollten zwischen 3.2V und 3.3V liegen. Keinesfalls darf hier 5V anliegen.

Wenn dieses Extension Board das letzte Board auf dem Bus zum Raspberry Pi ist, können jetzt die Abschluss Widerstände eingeschaltet werden. Das erfolgt über Lötbrücken S2, S3, S4. Damit ist der SPI BUS terminiert.

Port Expander MCP23S17

JP3, JP4, JP5 wird jeweils eine Brücke auf 1-2 gesteckt. Damit wird die HW Adresse des Bausteins auf 0 gesetzt. Mit dem Testprogramm wird jetzt jeder Port von Kanal A und B getestet.

Temperatursensor TC77

Mit dem Test Programm sollte jetzt bereits die Temperatur des TC77 angezeigt werden. Eine Konfiguration ist nicht notwendig.

PWM Leistungsstufe

Als nächstes ist die PWM Stufe zu prüfen. An der Klemme X2-1 und X2-2 wird eine Spannung ca. 12 Volt angelegt. Der Transistor T2 sollte gesperrt sein und der MOS-FET Q2 müsste zwischen Source und Drain durchgeschaltet haben. An der Lötbrücke SJ2-1 ist gegen GND nun die Spannung von ca. 12

Volt zu messen. Wird am Eingang der Treiberstufe (JP9.2-4-6-8) ein positives Signal angelegt müsste die Spannung an SJ2-1 auf 0V gehen.

👉 Die PWM Treiberstufe ist invertierend

In der Mitte des Spannungsteilers R17/R18 und R19/R20 muss ein 11tel der Spannung gegen GND (U_{PWM}) anliegen. 1.09V bei $U_{PWM}=12V$

Wenn die Spannungen und Funktion stimmen kann die Lötbrücke SJ1 geschlossen werden. Damit ist der Ausgang der Treiberstufe auf die Klemme X3-1 und X3-2 geschaltet.

D/A Wandler

Jetzt wird IC3 bestückt und mit der Software wird die Spannung für V_{OUTA} und V_{OUTB} eingestellt. Mit dem Multimeter diese Spannungen prüfen.

👉 Die Spannungen können in 2mV/Bit Schritten eingestellt werden.

Stückliste

Part	Value
D1, D2, D3, D4	1N4148
X2, X3, X4, X5, X6	AK500/2
F1, F2	0,125A
JP1, JP6, JP7, JP11	JP1E
JP3, JP4, JP5	JP2E
JP8, JP9	JP4Q
JP2, JP10	JP5Q
R1, R14, R15, R16, R2, R4, R5	100R
R3, R17, R19	100k
C1	100n
R18, R20, R35	10k
R34	120R
LED1, LED2	LED5mm
IC4, IC5	4071
R33	470R
IC3	MCP4812
T2	BC548
Q2	IRF9530
IC2	MCP23S17
U\$1	MCP3208
U\$2	MCP6S28

Raspberry Pi Extension Board Version 1 (2018)

Part	Value
IC1	TC77

Belegung von Steckern, Jumpern und Messpunkten

JP1 5V Connector

Pin	Name, Belegung (JP3)
1	GND
2	VSS (+5V)

JP2 ext. A/D Eingang

Pin	Name, Belegung
1	AD0
2	AD1
3	AD2
4	AD3
5	AD4
6	AD5
7	AD6
8	AD7
9	VDD (+3.3V)
10	GND

JP3, JP4, JP5 MCP23S17 Address selector

Pin	Name, Belegung (JP3)
1	GND
2	A0
3	VDD (+3.3V)

Pin	Name, Belegung (JP4)
1	GND
2	A1
3	VDD (+3.3V)

Pin	Name, Belegung (JP5)
1	GND
2	A2
3	VDD (+3.3V)

JP6, JP7 ext. A/D Eingang PGA

Pin	Name, Belegung (JP6)
1	AD0
2	GND

Pin	Name, Belegung (JP7)
1	AD1
2	GND

JP8 ext. SPI Connector

Pin	Name, Belegung
1	MOSI
2	MISO
3	CLK
4	/CSxA7
5	VDD (+3.3V)
6	/CSxA6
7	GND
8	/CSxA5

JP9 PWM Select

Pin	Name, Belegung
1	HWPWM1
2	GND
3	SOFTPWM1
4	GND
5	SOFTPWM2
6	GND
7	SOFTPWM3
8	GND

JP10 ext. Connector /CSxB

Pin	Name, Belegung
1	GPB0
2	GPB1
3	GPB2
4	GPB3
5	GPB4
6	GPB5
7	GPB6
8	GPB7
9	VDD (+3.3V)
10	GND

JP11 /CSxA4

Pin	Name, Belegung
1	/CSXA4
2	GND

X2-1 bis X3-2 PWM Last Anschluss

Bei diesen Anschlüssen handelt es sich um Schraubklemmanschlüsse bis 1,5mm².

Pin	Name, Belegung
X2-1	ADC2
X2-2	ADC3
X3-1	ADC4
X3-2	ADC5

Raspberry Pi Extension Board Version 1 (2018)

X4-1 bis X6-2 ext. A/D Wandler Eingang

Bei diesen Anschlüssen handelt es sich um Schraubklemmanschlüsse bis 1,5mm².

Pin	Name, Belegung
X4-1	ADC2
X4-2	ADC3
X5-1	ADC4
X5-2	ADC5
X6-1	ADC6
X6-2	GND

Literaturverzeichnis

Code Blocks. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
<http://www.codeblocks.org/>

IOT (Internet der Dinge). (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
https://de.wikipedia.org/wiki/Internet_der_Dinge

MCP23S17. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/20001952C.pdf>

MCP3208. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21298c.pdf>

MCP4812. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/20002249B.pdf>

MCP6S28. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21117B.pdf>

Putty. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
<https://de.wikipedia.org/wiki/PuTTY>

Raspberry Pi Model 3B. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

SPI BUS. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
https://de.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface

TC77. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/20092a.pdf>

wiring pi. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller: <http://wiringpi.com/>

Xming. (2018, 01 10). Retrieved from Georg Keller:
<https://sourceforge.net/projects/xming/>

Raspberry Pi Extension Board Version 1 (2018)

Schaltplan

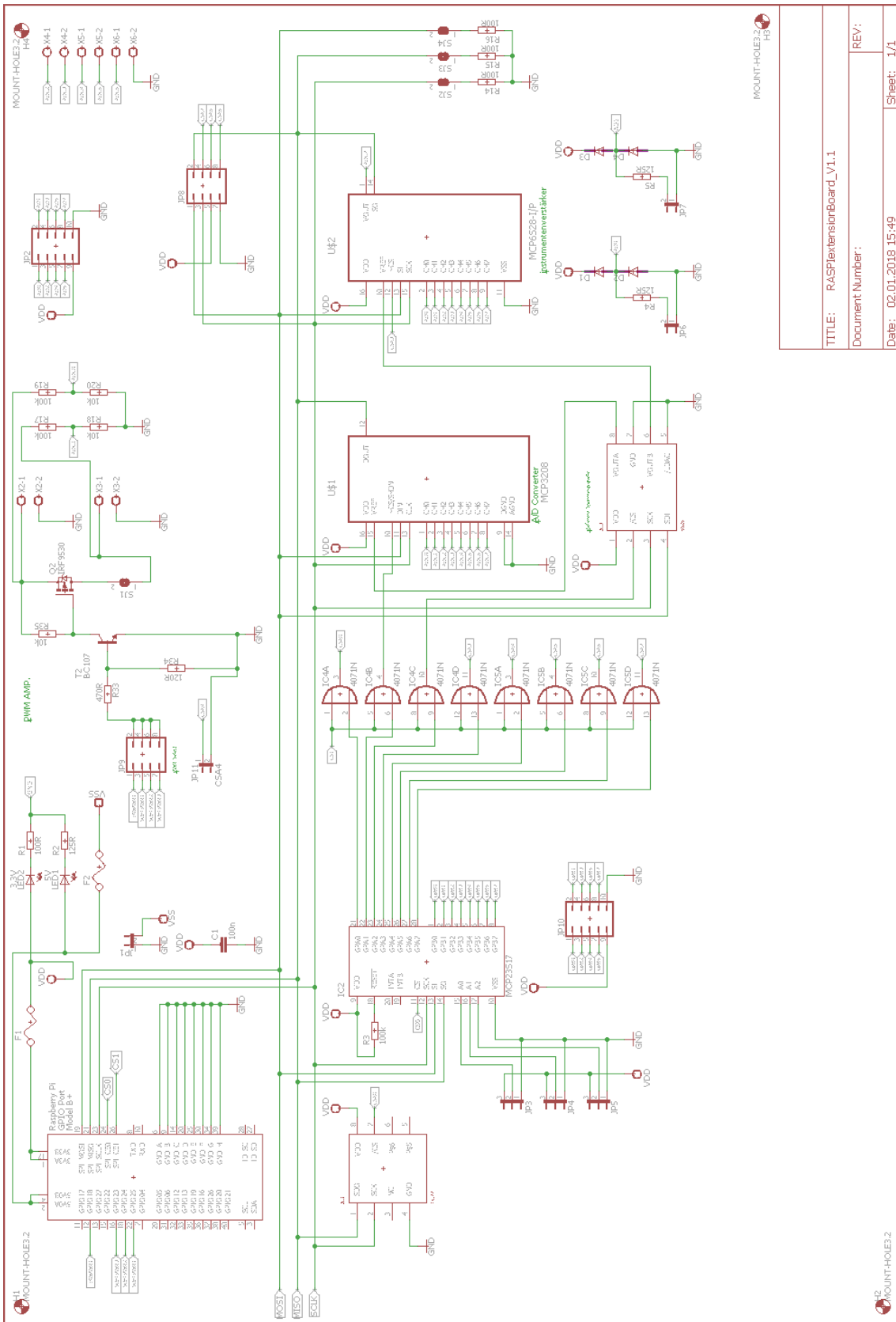


Abbildung 1

TITLE: RASPIextensionBoard_V1.1	REV: /
Document Number:	Sheet: 1/1
Date: 02.01.2018 15:49	

Raspberry Pi Extension Board Version 1 (2018)

Bestückungsplan

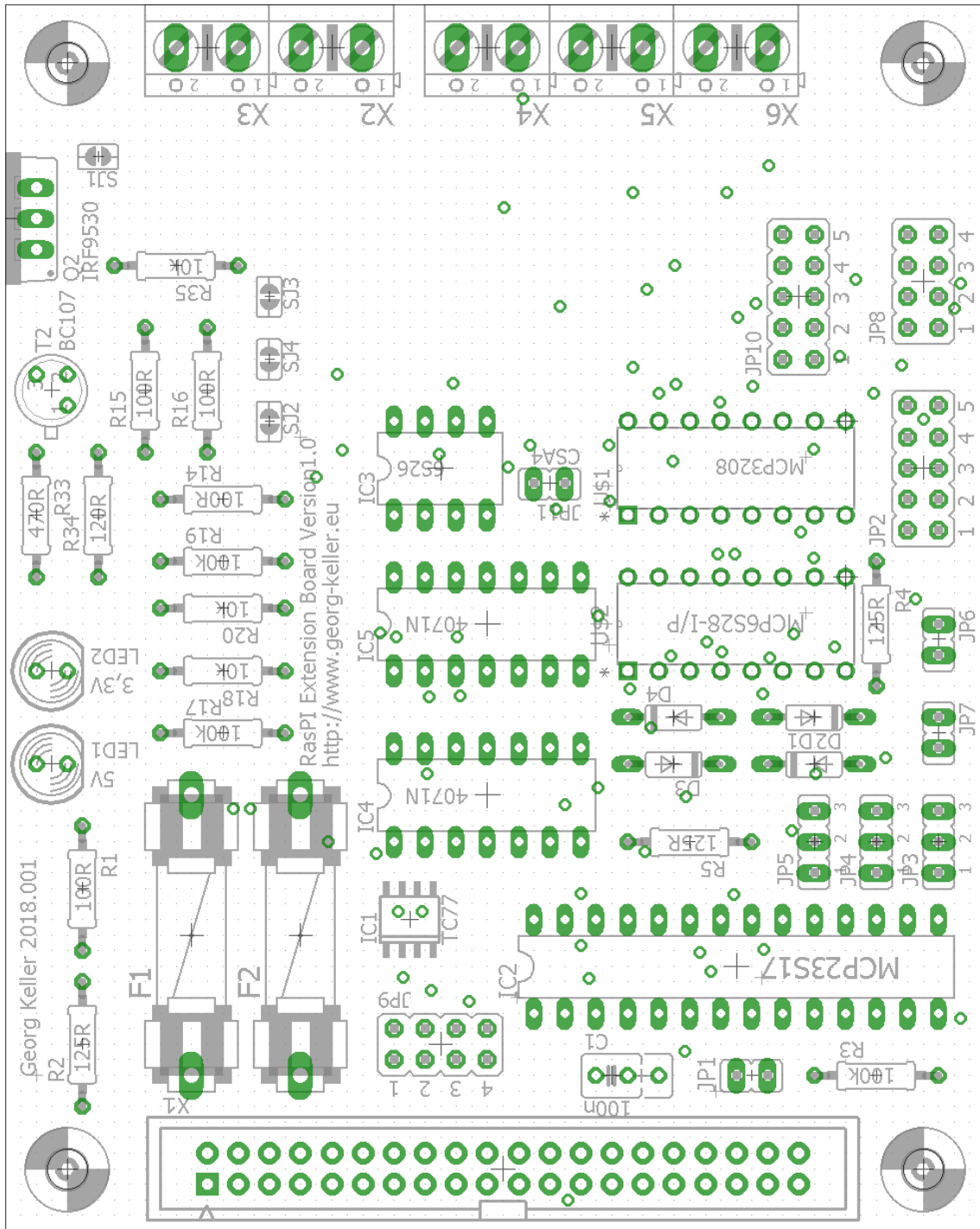


Abbildung 2