

1541-rebuild

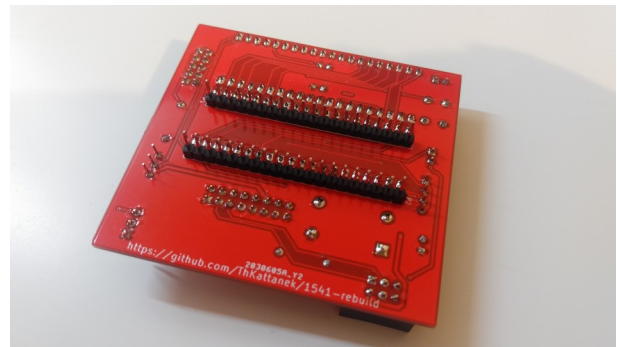
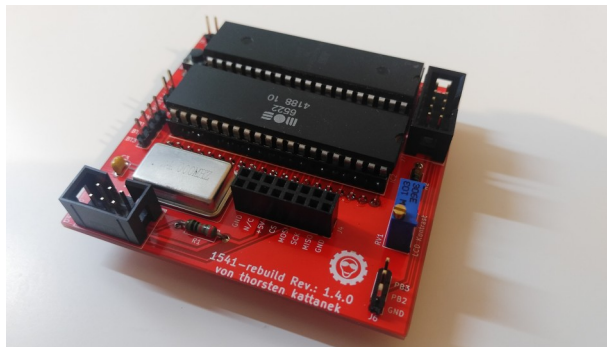
von Thorsten Kattanek
Berlin, 12.07.2020

PCB Rev.: 1.4.0 / Firmware: 1.3.0

Inhaltsverzeichnis

1. Was ist 1541-rebuild.....	2
2. Beschreibung der Internen Prozesse.....	2
2.1 Emulation des Schrittmotors.....	2
2.2 Emulation des Laufwerkmotors.....	3
2.3 Schreib-/ Lesekopf (GCR Daten).....	3
3. Spannungsversorgung.....	3
4. Hardware – Aufbau (PCB Rev. 1.4.0).....	4
4.1 Werkzeuge und Hilfsmittel.....	4
4.2 Aufbau der Platine in Bild und Text.....	4
4.3 LCD anschließen und Kontrast einstellen.....	7
4.4 Eingabeelemente anschließen und Konfigurieren.....	8
4.4.1 Drei Taster als Eingabe nutzen (Button Mode).....	9
4.4.2 Drehencoder als Eingabe nutzen (Encoder Mode).....	9
4.5 SD Karten Slot Modul.....	10
5. Flashen der Firmware (Bsp. unter Linux).....	10
6. 1541-rebuild Bedienungsanleitung.....	11
6.1 SD Karten und Filesystem.....	11
6.2 Info Screen (Startscreen).....	12
6.3 Hauptmenü.....	12
6.3.1 Orientierungshilfe.....	12
6.4 Disk Image Menü.....	12
6.4.1 Insert Image.....	12
6.4.2 Remove Image.....	12
6.4.3 Write Protect.....	12
6.4.4 New Image.....	13
6.4.5 Save Image.....	13
6.5 Settings.....	13
6.5.1 Pin PB2 und Pin PB3.....	13
6.5.2 Restart.....	13
6.6 Info.....	13
7. Quellen.....	13

1. Was ist 1541-rebuild



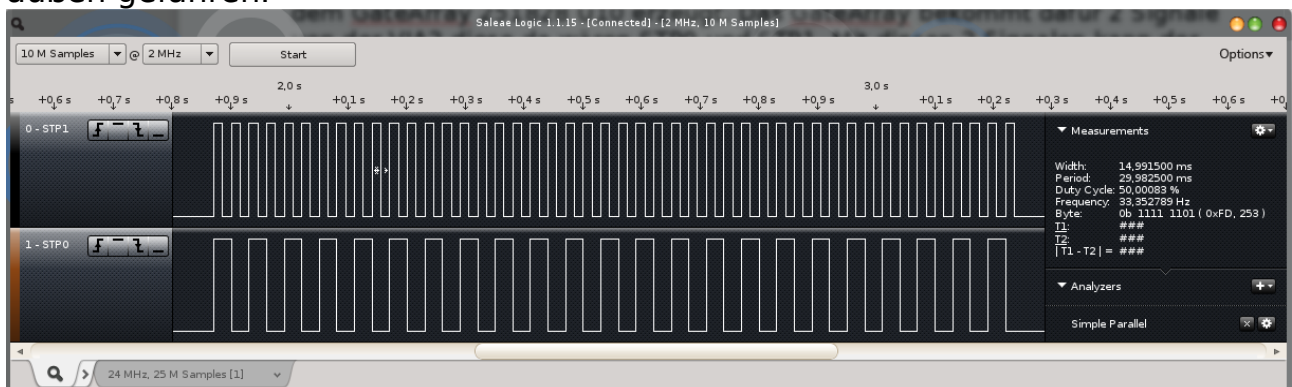
1541-rebuild ersetzt den mechanisch-analogen Teil der Commodore Floppy 1541 und 1541 II durch eine Elektronik. Die Floppy Disk wird in einem Mikrocontroller emuliert. Die Disk Images werden über eine SD Karte geladen. Die Bedienung erfolgt über 3 Taster und ein LCD Display. Als Mikrocontroller kommt ein Atmega1284P zum Einsatz, der mit 24 MHz getaktet wird.

2. Beschreibung der Internen Prozesse

2.1 Emulation des Schrittmotors

Der Schrittmotor ist der Antrieb für den Schreib- Lesekopf der Floppy. Dieser wird auf die zu zugreifende Spur gefahren. Der Schrittmotor hat 4 Anschlüsse welche an die 4 Spulen des Schrittmotors gehen. Durch geeignete Ansteuerung der Spulen kann der Schrittmotor um ein ganz kleinen Winkel, nach links oder rechts gedreht werden. Die vier Steuersignale für den Schrittmotor werden von dem GateArray 251828 U10 erzeugt. Das GateArray bekommt dafür 2 Signale von der VIA2 diese da wären STP0 und STP1. Mit diesen 2 Signalen kann der Lesekopf um genau eine Halbspur vor oder zurück bewegt werden. Diese beiden Signale muss in unserem Fall der µC auswerten um intern die Virtuelle Spur darstellen zu können.

Hier mal die Signale mit einem Logic Analyzer aufgenommen, wenn die Floppy Disk formatiert wird. Der Lesekopf wird dabei an den Anschlag (BUMP) nach außen gefahren.



Die beiden STP Signale sind „verdreht“ am VIA2 angeschlossen. STP1 ist am

PB0 und STP0 ist am PB1 angeschlossen. Wenn wir die Signale mal in einer Tabelle aufnehmen sieht man die Wirkungsweise der Signale.

Step	PB1 (STP0)	PB0 (STP1)	Dezimal
0	1	1	3
1	1	0	2
2	0	1	1
3	0	0	0
4	1	1	3
5	1	0	2

Man sieht hier deutlich das der VIA2 nur die beiden PINS „runter zählen“ muss um den Lesekopf nach außen zu bewegen und zwar immer um eine Halbspur. Zählt die VIA2 hoch fährt der Lesekopf entsprechend nach innen. Steht der Lesekopf nun auf eine „voll“ Spur (Bit 0 der aktuellen Halbspur gelöscht) so müssten sofort die neuen Daten von der aktuellen Spur in das RAM geladen werden. Um das aber zu verhindern und dabei Zeit zu sparen, werden erst neue Daten geladen wenn es 20ms keine Signaländerungen an STP0 und STP1 gegeben hat. Je nach Position der Spur muss die Schreib-/ Lesegeschwindigkeit der GCR Daten neu gesetzt werden. Dazu mehr weiter unten im Kapitel 2.3.

Das ist eigentlich auch schon alles was man wissen muss um die Signale auszuwerten zu können und den internen Spurzeiger zu setzen.

2.2 Emulation des Laufwerkmotors

Der Laufwerksmotor wird gesteuert durch die VIA2 PB2. Ist es High läuft der Motor ist er Low ist er aus. Dieses Signal wird benutzt um das senden der GCR Bytes zu steuern. Ist das Signal High werden aus dem Ringpuffer fleißig die GCR Bytes der aktuellen Spur gesendet. Ist das Signal Low werden nur noch 0 Bytes gesendet. (Keine Flusswechsel da keine Drehung !)

2.3 Schreib-/ Lesekopf (GCR Daten)

Gleich erst mal vorweg. Im momentanen Entwicklungszustand unterstützt die 1541-rebuild nur das lesen von einem Disketten Image (d64, g64). Das schreiben und insbesondere das zurückschreiben in einem Disketten Image auf die SD Karte ist noch nicht vollständig implementiert. Es wurde schon auf Machbarkeit geprüft und G64 Dateien konnten beschrieben werden, jedoch ist das ganze in der aktuellen Firmware (1.2.3) sehr unzuverlässig.

Kommen wir nun zum lesen der Daten von einem GCR

3. Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung erfolgt über ein Steckernetzteil mit 5VDC und 1A.

Leider ist das Originale Floppy Netzteil etwas schwachbrüstig. Die Spannung brach mit der Zusatzschaltung auf 4.7V ein. Wenn ich den Datenport komplett auf High gesetzt habe, brach sie sogar auf 4.2V ein. Somit konnte der 251828 intern die Transistoren nicht mehr komplett durchschalten und der Effekt war eine glühende GateArray.

Momentan läuft bei mir die Schaltung auch mit dem Originalen Floppy Netzteil!

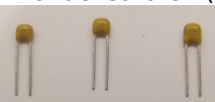
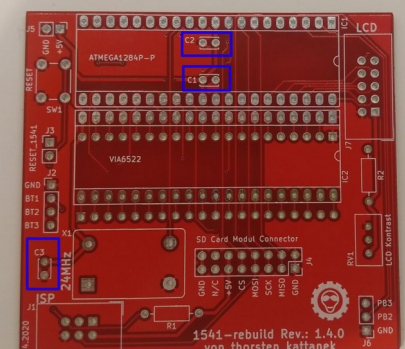

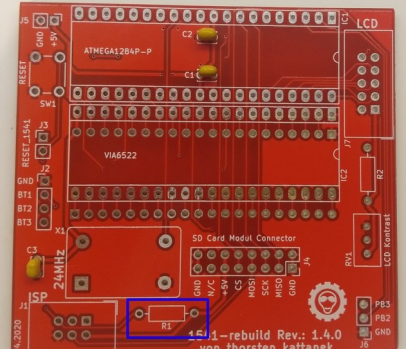

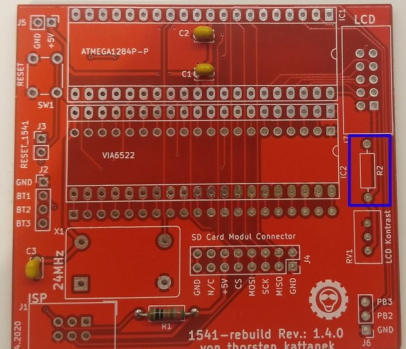
4. Hardware - Aufbau (PCB Rev. 1.4.0)

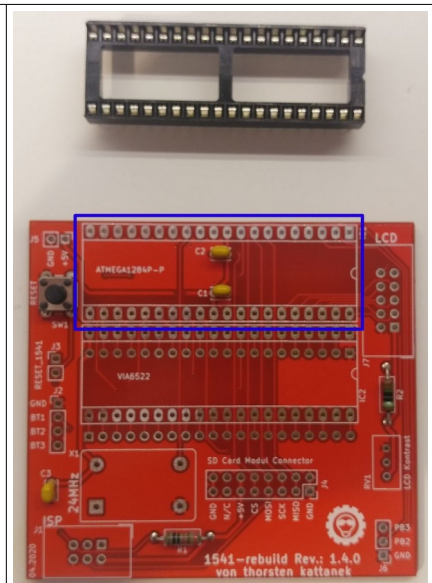
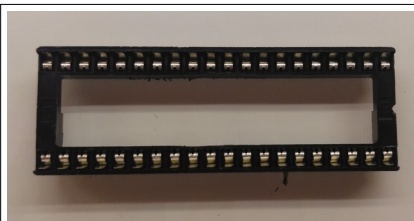
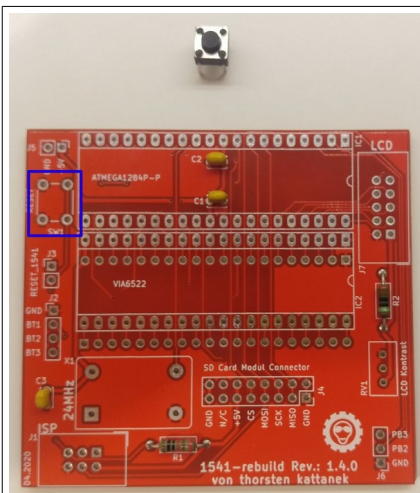
4.1 Werkzeuge und Hilfsmittel

- Lötkolben oder eine Lötstation
- Lötzinn inkl. Flussmittel
- Seitenschneider
- Optional - eine Lupe und eine 3.Hand

4.2 Aufbau der Platine in Bild und Text

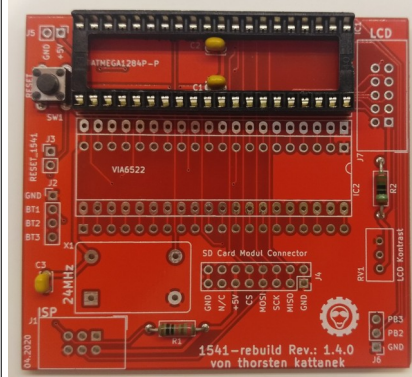
Hier zeige ich euch den Aufbau Schritt für Schritt. Haltet euch an die Reihenfolge der durchnummerierten Bilder, dann solltet ihr das ohne Probleme hinbekommen. Alle Teile werden immer durchgesteckt und von der anderen Seite verlötet. Ich habe bewusst auf SMD Technik verzichtet, um es den Hobbybastler einfacher zu machen.

<p>1 3x 100nF Kondensatoren (C1-C3)</p>  	<p>2 10K Ohm Widerstand (R1)</p>  	<p>3 150 Ohm Widerstand (R2)</p>  
<p>4 Kurzhubtaster (SW1) Hinweis: Die Pins sind nicht Quadratisch angeordnet !</p>	<p>5 (Optional) Bei mir hatte der Sockel genau an der Stelle wo die Kondensatoren sind einen Steg. Den habe ich einfach mit einem Seitenschneider entfernt und mit einer Feile begradigt. Beim Einlöten auf die Kerbe rechts achten !</p>	<p>6a Sockel 2x20 Pin (IC1)</p>



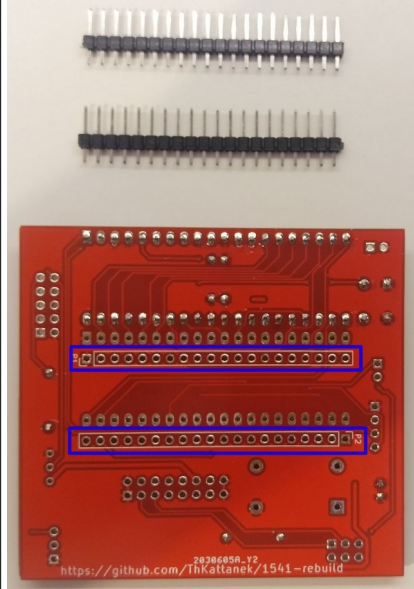
6b

So soll es dann aussehen



7a

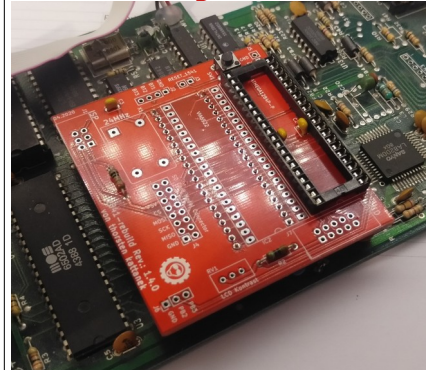
2x Stifleiste 20 Pin (P1,P2)



7b

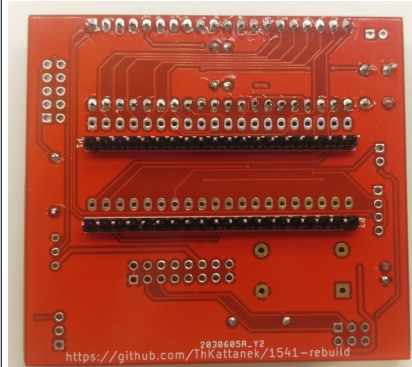
Damit die Stiftleisten nachher auch auf den Sockel der VIA passen, habe ich vor dem einlöten das ganze schon mal auf den Sockel gesetzt und dann die Pins fest gelötet.

Achtung! Das sind die einzigen Bauteile die von der Rückseite eingelötet werden!



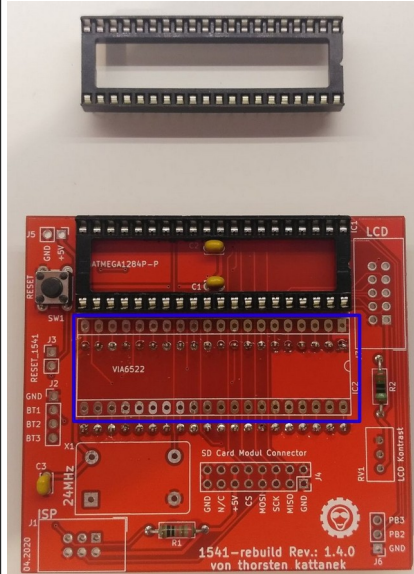
7c

So sollte es dann aussehen.



8

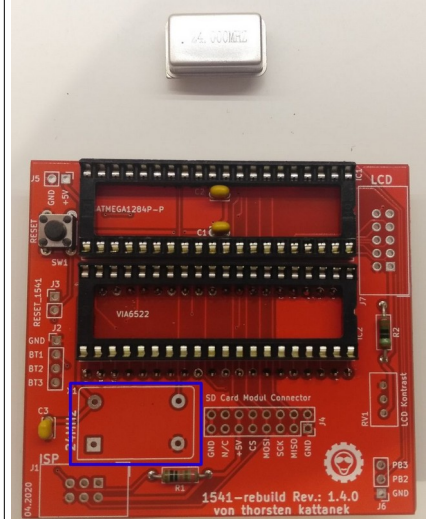
Socket 2x20 Pin (IC2)



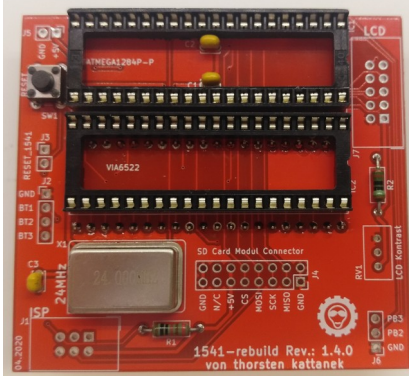
9a

24MHZ Quarzoszillator (X1)

Der Oszillator hat eine Ecke, diese muss links unten sein!



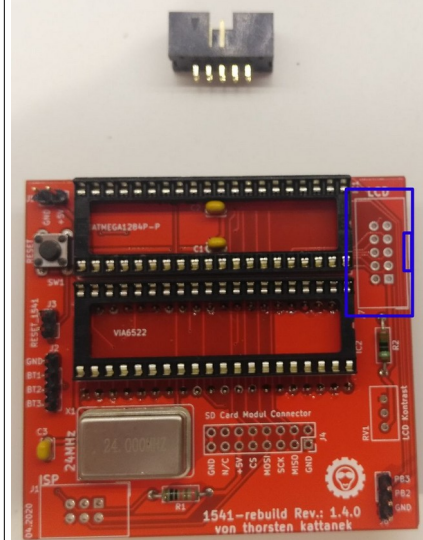
9b
Richtiger Sitz des Oszillators



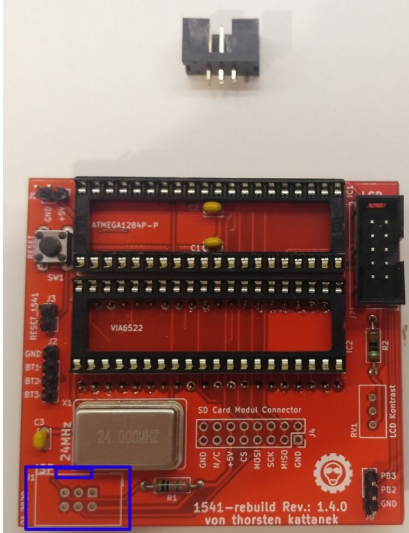
10
Jumper (J2,J3,J5,J6)



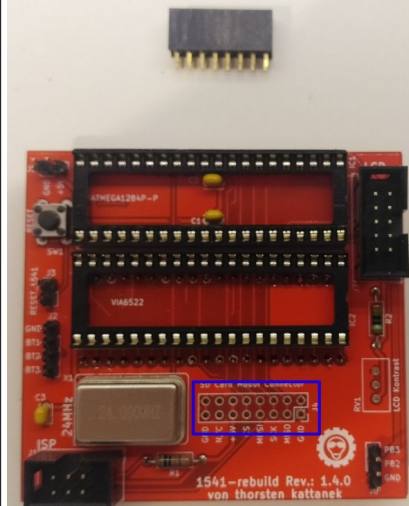
11
LCD Pinheader 2x5 (J7)



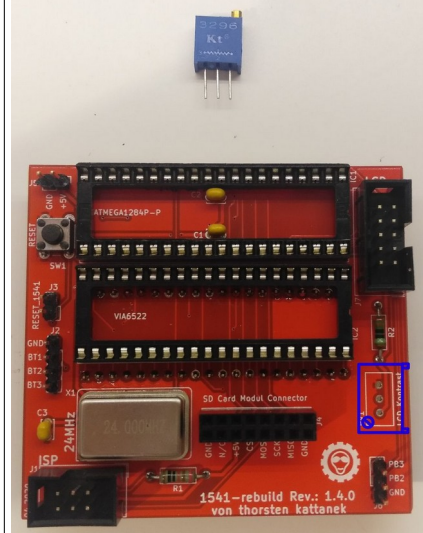
12
ISP PinHeader 2x3 (J1)



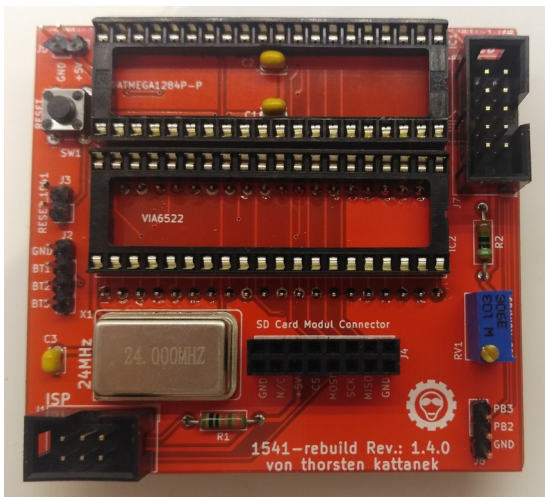
13
SD Card Modul Sockel 2x8
Buchsenleiste (J4)



14
Präzisionspoti 10K Ohm (RV1)

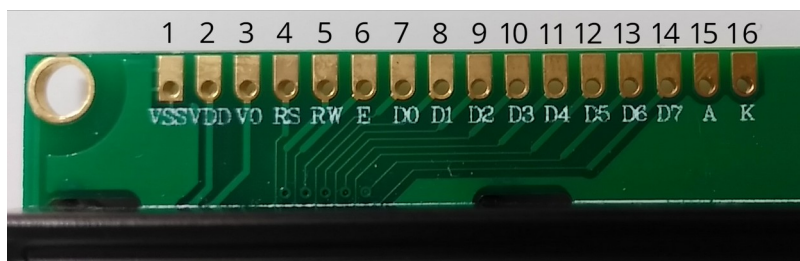


Wenn ihr alles befolgt habt, sollte ihr nun eine Wunderschöne 1541-rebuild vor euch zu liegen haben. In den oberen Sockel kommt der Mikrocontroller (AtMega1284P) und darunter die VIA aus der 1541, wo dann am Ende die 1541-rebuild wieder eingesteckt wird.

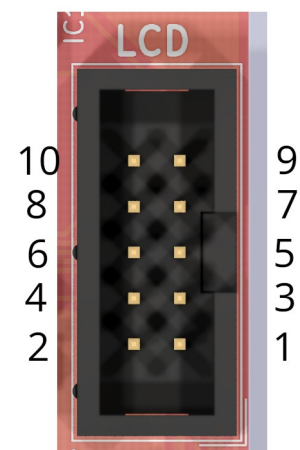


4.3 LCD anschließen und Kontrast einstellen

Das LCD Display wird über den Port J7 angeschlossen. Das ganze kann über ein Flachband Kabel mit 10 Leitungen und einer 10-Poligen Pfostenbuchse erfolgen. Als LCD muss ein 20x4 Display verwendet werden!



LCD Anschluss



Wannenstecker auf 1541-rbuild

Wannenstecker auf 1541-rebuild	LCD Display
Pin 1	Pin 2 (+5V)
Pin 2	Pin 1, 5, 16 (GND)
Pin 3	Pin 11 (D4)
Pin 4	Pin 12 (D5)
Pin 5	Pin 13 (D6)
Pin 6	Pin 14 (D7)
Pin 7	Pin 6 (E)
Pin 8	Pin 4 (RS)
Pin 9	Pin 15 (LED Anode)
Pin 10	Pin 3 (VO)

Kontrast einstellen:

Wichtig ist das nach dem ersten Start der 1541-rebuild der Kontrast des LCD Display eingestellt werden muss! Dafür muss auch der Mikrocontroller programmiert sein. Am besten man dreht das Poti RV1 in einer Richtung bis zum Ende (welche Richtung ist egal). Sollte bis dahin nichts auf dem LCD zu sehen sein, das ganze dann in andere Richtung drehen. Dann sollte auf jeden Fall irgendwann etwas auf dem LCD erscheinen.

Wenn nichts zu sehen ist, liegt es evtl. an einem falsch programmierten Mikrocontroller oder an einem falsch angeschlossenen LCD Display. Die Fuse Bits des Mikrocontrollers könnten auch falsch gesetzt sein. Bitte alle Fehlerquellen untersuchen und gegebenenfalls korrigieren.

4.4 Eingabeelemente anschließen und Konfigurieren

Es ist möglich mit der aktuellen Firmware (ab 1.3.0) zwischen 2 verschiedenen Eingabe Modi zu wechseln. Zum einen den „Button Mode“ und zum anderen den „Encoder Mode“.

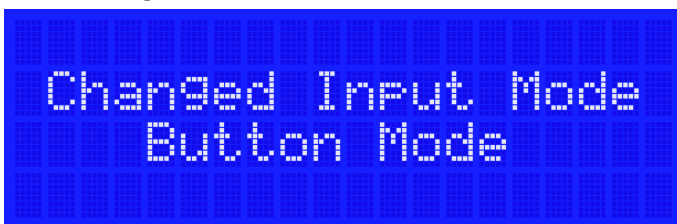
- **Button Mode:** Es werden alle Eingabe über 3 Taster realisiert
- **Encoder Mode:** Es werden alle Eingaben über einen Drehencoder und einem Taster realisiert

Beide Modi benötigen alle Pins der Stiftleiste J2.

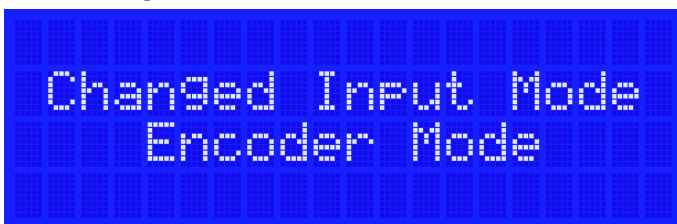
Das wechseln zwischen den beiden Modi wird wie folgt vorgenommen:

Es muss während des Reset der Taster BT3 gedrückt gehalten werden. Also den Taster BT3 drücken und halten und dann die Reset Taste drücken. Auf dem Display erscheint eine Meldung für 3 Sekunden welcher Modus jetzt aktiviert wurde. Diese Einstellung wird im EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert.

LCD Ausgabe → Es wurde der „Button Mode“ aktiviert



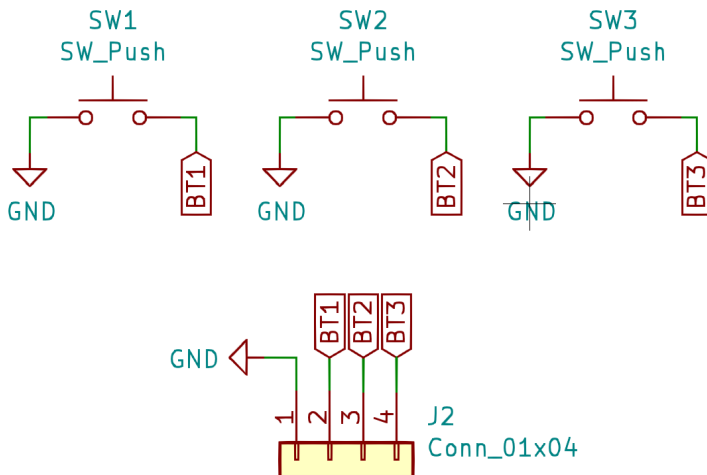
LCD Ausgabe → Es wurde der „Encoder Mode“ aktiviert



➤ **Die Grund Einstellung ist: Button Mode**

4.4.1 Drei Taster als Eingabe nutzen (Button Mode)

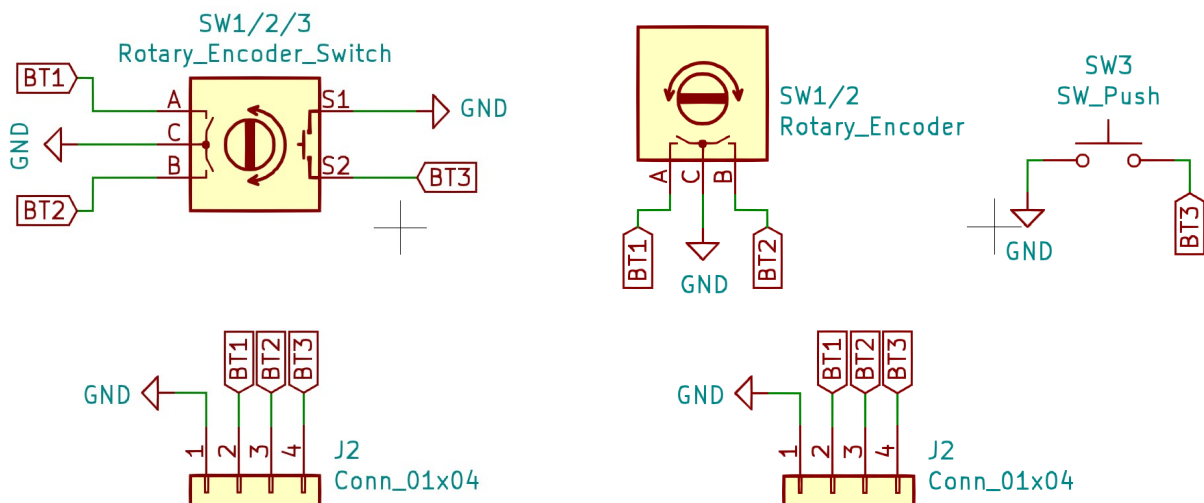
Zur Eingabe werden 3 Taster Benutzt. Diese werden alle wie folgt angeschlossen.



- **Wichtig! Es muss der „Button Mode“ eingestellt werden. Siehe Kapitel 4.4**

4.4.2 Drehencoder als Eingabe nutzen (Encoder Mode)

Wird ein Drehencoder für die Eingabe eingesetzt, so wird das ganze wie folgt angeschlossen. Ich empfehle einen Encoder mit mind. 24 Rastungen)



Encoder incl. Taster

Encoder + externen Taster

[Drehung im Uhrzeigersinn → Cursor nach **oben**]

[Drehung im entgegen des Uhrzeigersinn → Cursor nach **unten**]

BT1 = Signal A

BT2 = Signal B

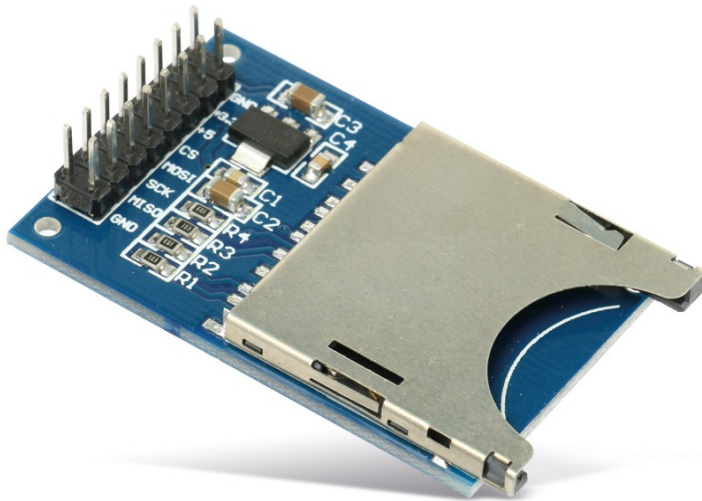
- **Wichtig! Es muss der „Encoder Mode“ eingestellt werden. Siehe Kapitel 4.4**

4.5 SD Karten Slot Modul

Als SD Karten Slot kommt ein fertiges Modul zum Einsatz, welches einfach auf den Sockel J4 aufgesteckt wird oder mittels 6 Verbindungskabel verbunden werden kann um den SD Slot an beliebiger Stelle anbringen zu können.

Eine Bezugsquelle ist z.B. Pollin. Diese Teile sollten aber alle bei den üblichen Verdächtigen zu finden sein (Ebay und co.)

<https://www.pollin.de/p/sd-speicherkartenmodul-810359>



5. Flashen der Firmware (Bsp. unter Linux)

Ich beschreibe hier lediglich die Programmierung des AVR Mikrocontrollers mittels dem Konsolen Tool avrdude. Dieses gibt es für verschiedene Betriebssysteme. Ich benutze als Programmiergerät den Diamex All-AVR Programmer.

<https://www.diamex.de/dxshop/Diamex-AVR-Prog-Programmer-fuer-ISP-PDI-TPI>

Der Diamex ist „AVRISP mkII“ kompatibel und wird auch so avrdude übergeben. Wenn ihr einen anderen Programmer habt müsst ihr in dessen Bedienungsanleitung schauen.

So kann der Atmega1284P geflasht werden:

```
avrdude -u -c avrisp2 -p m1284p -U flash:w:"1541-rebuild.hex":a
```

Die Fuses des Controllers müssen wie folgt gesetzt werden.

- LFUSE: 0xD0
- HFUSE: 0xD3
- EFUSE: 0xFF

```
avrdude -u -c avrisp2 -p m1284p -U lfuse:w:0xD0:m -U hfuse:w:0xD3:m -U efuse:w:0xFF:m
```

Eine GUI für avrdude findet ihr hier: <https://blog.zakkemle.net/avrudess-a-gui-for-avrdude/>

6. 1541-rebuild Bedienungsanleitung

Das rebuild-1541 kann über 3 Buttons oder einem Drehencoder + Button gesteuert. Diese befinden sich auf der Stiftleiste J2.

Button Mode:

BT1 = Hoch / Rechts / +

BT2 = Runter / Links / -

Encoder Mode:

Drehen in Uhrzeigersinn = Hoch / Rechts / +

Drehen entgegen Uhrzeigersinn = Runter / Links / -

- Wie die Modi eingestellt werden, kannst du im Kapitel 4.4 nachlesen

Der BT3 übernimmt 2 Funktionen.

BT3 = Enter - beim loslassen (Zeit vom drücken bis loslassen kleiner 750ms)

BT3 = Zurück / Abbruch - beim loslassen (Zeit vom drücken bis loslassen größer 750ms)

- Also kurzes an tippen des BT3 bedeutet Enter und längeres drücken zurück oder abbrechen. Einfach mal ausprobieren klingt komplizierter als es ist. Daran sollte man sich relativ schnell gewöhnen.

6.1 SD Karten und Filesystem

Es wird die Library von Roland Riegel verwendet, diese sollten folgende SD Karten unterstützen.

- SD, SDHC, miniSD, microSD, microSDHC

Als Filesystem wird FAT16 und FAT32 unterstützt.

- **Hinweis! Es werden Filenamen mit maximal einer Länge von 31 Zeichen unterstützt. (inkl. File Extension)**

Es werden alle Dateien im 1541-rebuild Filebrowser so angezeigt wie sie Physikalisch auf der SD Karte abgelegt sind. Es wird kein sortieren der Dateinamen unterstützt. Möchten Sie aber, das die Dateien auf der SD Karte Alphabetisch geordnet sind, müssen sie das Filesystem der SD Karte auf einem PC sortieren lassen.

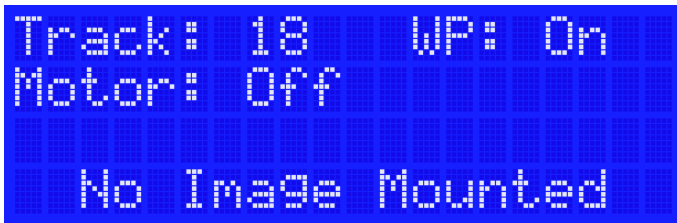
Für Linux gibt es das Tool „fatsort“ welches für mich gute Dienste Leistet.

Beispiel Aufruf aus der Konsole raus:

```
sudo fatsort -n /dev/sdb1      (Es wird die Partition 1 des Datenträgers sdb sortiert)
```

6.2 Info Screen (Startscreen)

Nach dem Einschalten begrüßt einm das 1541-rebuild mit der aktuellen Firmware Versionsnummer und wartet gegebenenfalls auf das einlegen einer SD Karte. Danach befindet man sich im Info Screen.



- Track – Zeigt an, auf welcher Spur sich die 1541-rebuild gerade befindet.
 - WP – Zeigt an ob der Schreibschutz (Write Protect) aktiviert ist oder nicht.
 - „No Image Mounted“ zeigt an das gerade kein Disketten Image eingelegt ist. An dieser Stelle steht sonst der Dateiname des eingelegten Image.
- **Drückt man die Entertaste im Info Screen länger als 3 Sekunden So wird ein Neustart (Reset) der 1541-rebuild durch geführt!**

6.3 Hauptmenü

In das Hauptmenü gelangt man durch das drücken der Enter Taste im Infoscreen. Oder durch den Menüpunkt „Back“ in einem Untermenü.

6.3.1 Orientierungshilfe

In allen Menüs werden durch kleine Pfeile in den Ecken Rechts/Oben und Rechts/Unten, angezeigt ob es eventuell noch weitere Menüpunkte in der jeweiligen angezeigten Richtung gibt. Da das LCD nur 4 Zeilen besitzt kann nicht immer alles auf einmal Dargestellt werden. Deshalb diese kleine Orientierungshilfe.

6.4 Disk Image Menü

6.4.1 Insert Image

Hier gelangt man in den Filebrowser um ein Disk Image von der SD Karte auszuwählen. Wurde ein Image ausgewählt so gelangt man sofort wieder in den Info Screen.

6.4.2 Remove Image

Ein eingelegtes Disk Image wird wieder ausgeworfen und das System springt automatisch wieder zum Info Screen.

6.4.3 Write Protect

Write Protect wird immer automatisch beim einlegen (Insert Image) oder beim

entfernen (Remove Image) eingeschaltet. So wird ein versehentlich ungewolltes schreiben auf dem aktuellen eingelegten Image verhindert. Möchte man auf ein Image (momentan nur bei G64 Images) Schreibzugriff haben, so kann man das hier einstellen. Durch drücken des Enter Buttons, wird zwischen On und Off hin und her geschalten.

Write Protect On → Schreibschutz aktiviert

Write Protect Off → Schreibzugriff möglich

Bei meinen Tests habe ich raus gefunden das ein Formatieren mittels „Cyberpux Retro Replay“ auch bei aktivierten Schreibschutz funktioniert! Vorsicht Bitte hier!

6.4.4 New Image

Noch nicht implementiert!

6.4.5 Save Image

Noch nicht implementiert!

6.5 Settings

6.5.1 Pin PB2 und Pin PB3

Es können über diese Pins, externe Schaltungen mit 5V geschaltet werden. Jedoch ist zu beachten das ein Port Pin maximal 20mA treiben darf und der gesamte Port nicht mehr als 100mA! (lt. Datenblatt ATmega 1284P)

Hinweis!

- Pin PB2/3 **Off** → PB2/3 ist Hi-Z
- Pin PB2/3 **On** → PB2/3 Source 5V

6.5.2 Restart

Hier wird das 1541-rebuild System neu gestartet (Reset).

6.6 Info

7. Quellen

- Die Floppy 1541 von Karsten Schramm
- Datenblatt Atmega 1284P
- SD Karten Library von Roland Riegel <http://www.roland-riegel.de/sd-reader/>