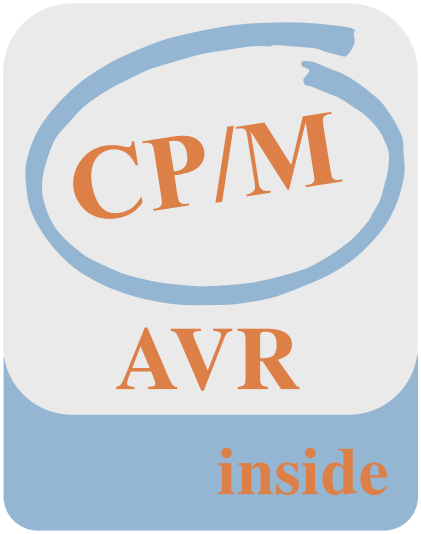
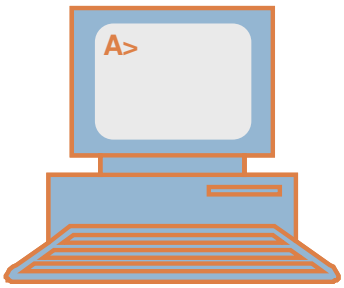
AETERNUM

AVR CP/M



Joe G.

Dokumentation



ÄNDERUNGSVERZEICHNIS

Änderung			geänderte Kapitel	Beschreibung	Autor	neuer Zustand
Nr.	Datum	Version				
1	13.11.2018	V01.00		Startversion	Joe G.	OK
2	27.02.2019	V01.01	Bestückung	Bestückung USB-Schnittstelle	Joe G.	OK
3	01.03.2019	V01.02	Bestückung	CP/M-System	Joe G.	OK
4	08.03.2019	V01.03	Anhang A	Steckverbinder	Joe G.	OK
5	27.03.2019	V01.04	Bestückung	Korrekturen	Joe G.	OK
6	01.04.2019	V01.05	Seriell	serielle Schnittstelle	Joe G.	OK

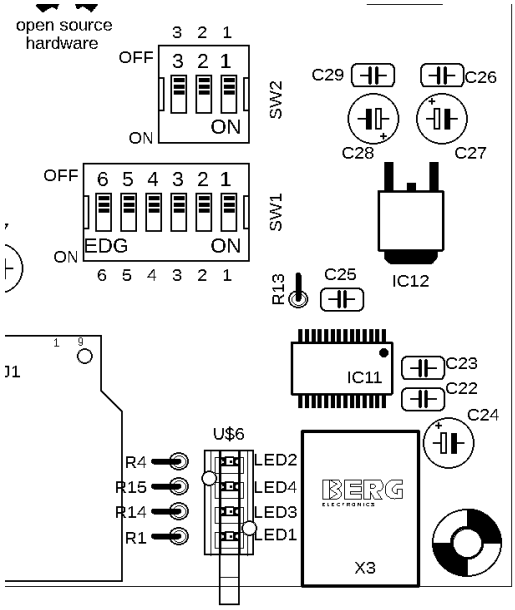
Inhaltsverzeichnis

Aeternum

1. BESTÜCKUNG

1.1 USB-Schnittstelle

Wir bestücken zuerst die Bauteile für die USB-Kommunikation auf der Oberseite der Platine. Die entsprechende Orientierung liefert Bild 1.



Wir beginnen mit den LEDS:

[ ]	LED1	grün	SMD 0603
[ ]	LED2	gelb	SMD 0603
[ ]	LED3	rot	SMD 0603
[ ]	LED4	grün	SMD 0603

Achtung, auf die richtige Polarität der LED's achten! Die Anode zeigt in Richtung der Widerstände.

Es folgt der USB-Seriell-Wandler und die USB-B Buchse:

[ ]	IC11	FT232RL	SSOP28
[ ]	X3	USB-B	

Bild 1: USB-Kommunikation

Nach der Bestückung des USB-Seriell-Wandlers und der USB-Buchse kann schon die Grundfunktion des Wandlers überprüft werden. Dazu ist die USB-B Buchse (X3) mit dem PC zu verbinden. Nun wird (im Windows Betriebssystem) automatisch der dazu notwendige Treiber (virtueller COM-Port) installiert. Anschließend ist bei korrekter Installation im Gerätemanager unter ***Anschlüsse (COM & LPT)*** der zugeordnete COM-Port aufgeführt. Ist das nicht der Fall, oder erscheint dort ein fehlerhafter COM-Port, sind die Lötverbindungen des FT232RL nochmals zu überprüfen. Bei einer fehlerfreien Installation des virtuellen COM-Ports werden die folgenden Bauelemente bestückt:

[ ]	R1	270 Ohm	THT
[ ]	R14	390 Ohm	THT
[ ]	R15	270 Ohm	THT

Die Widerstände sind so bemessen, dass bei einer Betriebsspannung von 3.3V unabhängig von der Flussspannung der LED immer ein Strom von 4.4mA fließt. Da die 3.3V noch nicht erzeugt werden, sind die LED's noch ohne Funktion. Anschließen folgen die Bauelemente:

[ ]	C22	10n	THT
[ ]	C23	100n	THT
[ ]	C24	10u	THT
[ ]	C25	100n	THT
[ ]	R13	10 kOhm	THT
[ ]	IC12	LP2950CDT-3.3	DPACK
[ ]	C26	100n	THT
[ ]	C27	10u	THT
[ ]	C28	10u	THT
[ ]	C29	100n	THT

Wird jetzt die USB-Buchse (X3) mit dem PC verbunden, muss LED1 dauerhaft grün leuchten (Betriebsspannungskontrolle). LED3 (rot) und LED4 (grün) blinken beim Anstecken des USB-Kabels kurz auf. Damit ist ein erster Bestückungsschritt abgeschlossen und die korrekte Funktion der USB-Verbindung kann überprüft werden. Zu diesem Zwecke wurden alles seriellen Verbindungen über eine Schaltmatrix konfigurierbar gestaltet (Bild 2).

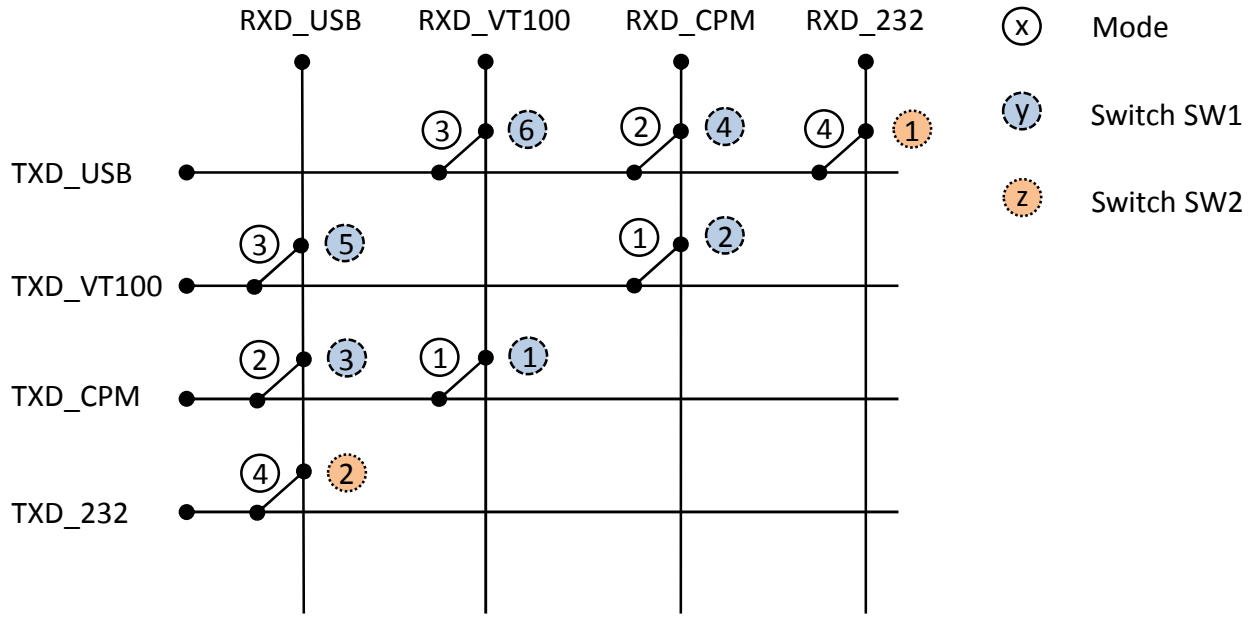


Bild 2: Schaltmatrix

Um die TXD_USB Leitung mit der RXD_USB Leitung zu verbinden (USB Loop) sind also die Schalter 2, 4 und 5 von SW1 auf ON zu stellen (Bild 3). Dazu wird SW1 [ ] bestückt.

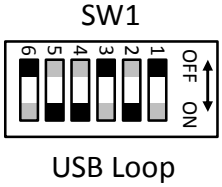


Bild 3: Schalterstellung für USB Loop

Nun kann mit einem Terminalprogram (z.B. HTerm) die Kommunikation mit der USB-Schnittstelle überprüft werden. Unabhängig von der eingestellten Baudrate müssen alle gesendeten Zeichen auch im Empfangsfenster wieder angezeigt werden (Echo). Wird vom PC ein Zeichen gesendet, so ist die TXD Leitung des FT232RL aktiv. Das wird durch LED3 (rot) signalisiert. Da durch die Schleife (TXD_USB verbunden mit RXD_USB) das Zeichen gleichzeitig an RXD anliegt, ist auch LED4 (grün) aktiv. Nun können alle Schalter von SW1 wieder in die Stellung OFF geschaltet werden. Der erste Schritt der Inbetriebnahme ist geschafft!

1.2 CP/M-System

Im nächsten Schritt nehmen wir das eigentliche CP/M System in Betrieb. Da bis auf die SMD-Bauelemente alle IC's gesockelt sind, bestücken wir zunächst die zugehörigen IC-Fassungen (Bild 4).

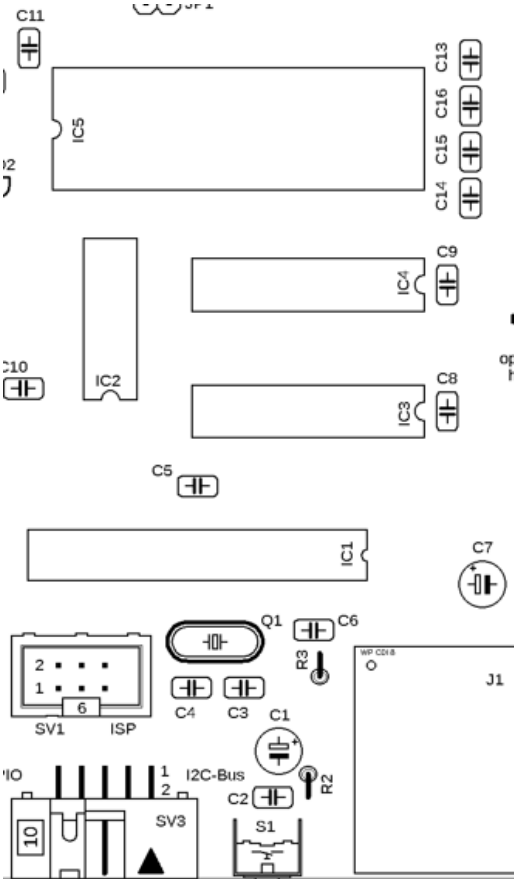


Bild 4: CP/M System

[ ]	IC1	28 polig schmal	THT
[ ]	IC2	14 polig	THT
[ ]	IC3, IC4	20 polig	THT
[ ]	IC5	32 polig	THT
[ ]	SV1	6 polig male	THT

Dabei ist auf die richtige Einbaurichtung zu achten. Pin1 ist immer mit einer Kerbe in der IC Fassung gekennzeichnet. Die Fassungen bleiben zunächst leer, d.h. die entsprechenden IC's werden erst später gesteckt. Nun folgen die passiven Bauelemente zur Abblockung der Stromversorgung, der Takterzeugung und der RESET-Logik.

[ ]	C2,C5,C6,C8,C9,C10,C11	100n	THT
[ ]	C1	10u	THT
[ ]	C7	4.7u	THT
[ ]	R2,R3	10k	THT
[ ]	R4	240	THT
[ ]	C3,C4	27p	THT

Im letzten Schritt wird der [ ] Quarz Q1 mit 20 MHz bestückt. Bei der Bestückung des Quarzes ist darauf zu achten, dass er nicht vollflächig auf der Leiterplatte aufliegt. Zwischen Quarz und Leiterplatte wird im Normalfall eine Isolierscheibe gelegt. Im Behelfsfall kann der Quarz auch mit einem geringen Abstand zur Leiterplatte montiert werden. Sind die Bestückungsschritte korrekt ausgeführt, kommen wir zur sukzessiven Inbetriebnahme des CP/M Systems. Dazu wird der [ ] ATmega328P in die Fassung IC1 gesteckt. Achtung, auf korrekte Lage achten! Die Kerbe des ATmega muss mit der Kerbe der IC Fassung übereinstimmen. Da sich auf dem Prozessor noch keine Software befindet, wird diese über die ISP-Schnittstelle (SV1) in den

Flash-Speicher des ATmega gebracht. Die dazu notwendige Datei ***avrcpm.hex*** befindet sich im Verzeichnis ***/System/AVR.*** Weiterhin ist eine korrekte Fuse Konfiguration des ATmega notwendig.

Fuse Configuration

Hierbei ist das Fuse High Byte, das Fuse Low Byte und das Extended Fuse Byte richtig zu konfigurieren.

Fuse High Byte

Fuse High Byte	Bit	Set	Description	Default Value
RSTDISBL	7	1	External reset disable	1 (unprogrammed) RSTDISBL disabled
DWEN	6	1	debugWIRE Enable	0 (programmed) debugWIRE enabled
SPIEN	5	0	Enable Serial Program and Data Downloading	0 (programmed) SPI prog. Enabled
WDTON	4	1	Watchdog Timer always on	1 (unprogrammed)
EESAVE	3	1	EEPROM memory is preserved through the Chip Erase	1 (unprogrammed) EEPROM not preserved
BOOTSZ1	2	0	Select Boot Size	0 (programmed)
BOOTSZ0	1	0	Select Boot Size	0 (programmed)
BOOTRST	0	1	Select Reset Vector	1 (unprogrammed)

Fuse **High Byte** erhält den Wert: **0xD9**

Fuse Low Byte

Fuse High Byte	Bit	Set	Description	Default Value
CKDIV8	7	1	Divide clock by 8	0 (programmed)
CKOUT	6	1	Clock output	1 (unprogrammed)
SUT1	5	1	Select start-up time	1 (unprogrammed)
SUT0	4	0	Select start-up time	0 (programmed)
CKSEL3	3	0	Select Clock source	0 (programmed)
CKSEL2	2	1	Select Clock source	0 (programmed)
CKSEL1	1	1	Select Clock source	1 (unprogrammed)
CKSEL0	0	1	Select Clock source	0 (programmed)

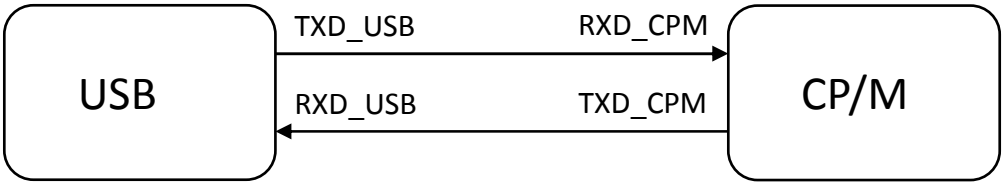
Fuse **Low Byte** erhält den Wert: **0xE7**

Extended Fuse

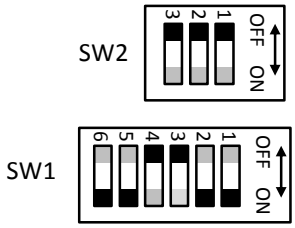
Fuse High Byte	Bit	Set	Description	Default Value
BODLEVEL2	2	1	Brown-out Detector trigger level	1 (unprogrammed)
BODLEVEL1	1	1	Brown-out Detector trigger level	1 (unprogrammed)
BODLEVEL0	0	1	Brown-out Detector trigger level	1 (unprogrammed)

Extended Fuse Byte erhält den Wert: **0xFF**
Um zu kontrollieren, ob der Prozessor korrekt arbeitet, leiten wir noch die serielle Schnittstelle des ATmega 328p (TD_CPM und RXD_CPM) auf die USB-Schnittstelle um (Mode 2). Somit können alle Ausgaben über ein Terminalprogram verfolgt werden. Dieses ist natürlich entsprechend zu konfigurieren:

Port:	virtueller COM-Port des zuvor installierten USB-Treibers
Baud Rate:	115200
Data:	8 Bit
Parity:	none
Stop:	1 Bit
Flow control:	none



Mode 2



Schalterstellungen für Mode 2

Arbeitet die Software korrekt, erscheint im Terminal nach einem kurzen Resetimpuls von S1 (CP/M Reset) die folgende Ausschrift:

```
CPM on an AVR, v3.5 r241M
Testing RAM: fill...wait...reread...
Addr xx yy
0100 01 00 -------X --------
0101 00 01 -------- -------X
0102 03 02 -------X --------
…
…
…
010C 0D 0C -------X --------
010D 0C 0D -------- -------X
010E 0F 0E -------X --------
010F 0E 0F -------- -------X System halted!
```

Das System überprüft im ersten Schritt die korrekte Funktionsweise des angeschlossenen DRAM. Dazu wird er mit einem Bitmuster beschrieben und wieder ausgelesen. Da im derzeitigen Zustand noch kein DRAM

angeschlossen ist, schlägt dieser Test natürlich fehl. Wie wir an der Terminalausgabe jedoch erkennen können, arbeitet der ATmega korrekt. Somit kann der fehlende DRAM [ ] IC5 bestückt werden. Weiterhin werden noch die Adress- und Datenmultiplexer [ ] IC3 und IC4, sowie die Auswahllogik [ ] IC2 benötigt. Auch hier ist besonders darauf zu achten, dass alles IC's in der korrekten Richtung in die Fassungen gesteckt werden. Selbstverständlich ist vor der Bestückung die Spannungsversorgung zu trennen. Wird nun erneut der Reset-Taster S1 betätigt, muss der RAM-Test erfolgreich absolviert werden:

```
CPM on an AVR, v3.5 r241M
Testing RAM: fill...wait...reread...
Initing mmc...
No bootable CP/M disk found! Please change
MMC/SD-Card.
```

Wie die Terminalausgabe zeigt, wird zunächst der DRAM geschrieben und nach einer kurzen Wartepause wieder gelesen. Stimmen Ein- und Ausgabe im RAM-Test überein, folgt die Initialisierung der SD-Card und der eigentliche Bootvorgang des CP/M-Systems. Da wir noch keine SD-Card installiert haben, muss dieser Test natürlich fehlschlagen. Der SD-Card Halter [ ] wird an der Position J1 (Bild 4) bestückt. Anschließend muß ein bootfähiges CP/M Image ***CPMDSK_A.IMG*** auf eine SD-Card kopiert werden. Vorgefertigte CP/M Image befinden sich im Verzeichnis ***/System/CPM.*** Anschließend wird wiederum ein der RESET-Taster S1 betätigt.

```
CPM on an AVR, v3.5 r241M
Testing RAM: fill...wait...reread...
Initing mmc...

A: FAT16 File-Image 'A' at: 8451, size: 256KB.
Partinit done.
Ok, Z80-CPU is live!

ipl
62k cp/m vers 2.2

A>
```

Mit dieser Terminalausgabe ist ein weiter Inbetriebnahmeschritt erfolgreich absolviert! Das CP/M System bootet korrekt von der SD-Card und kann für die folgenden Erweiterungen genutzt werden.

1.3 I2C-Baugruppen

I²C, für englisch Inter-Integrated Circuit, ist ein 1982 von Philips Semiconductors entwickelter serieller Datenbus. Er wird im CP/M-System geräteintern für die Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Baugruppen genutzt (Bild 5), also zwischen dem Prozessor (ATmega) und Peripherie-ICs. Atmel führte aus li-

zenzrechtlichen Gründen die heute auch von einigen anderen Herstellern verwendete Bezeichnung TWI (Two-Wire-Interface) ein, technisch sind TWI und I²C aber identisch.

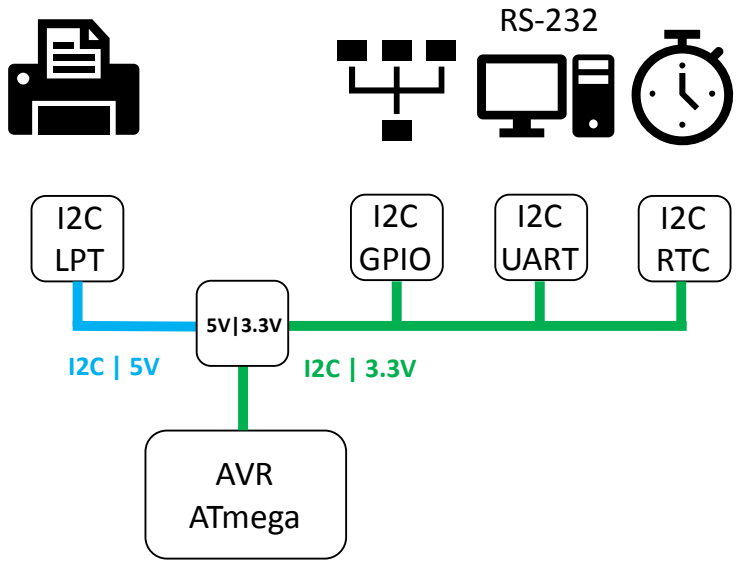


Bild 5: I2C Baugruppen des CP/M-Systems

Wie Bild 5 zeigt, arbeitet das Bus-System mit zwei unterschiedlichen Spannungen (3.3V und 5V). Die Pegelanpassung zwischen diesen beiden unterschiedlichen Busspannungen wird durch einen Pegelwandler (IC10) realisiert. Zusätzlich benötigt der I2C-Bus für jeden Spannungsstrang eine Terminierung der Busleitungen (R9 – R12). Für die Inbetriebnahme des I2C-Busses bestücken wir also den erforderlichen Pegelwandler und die Bus Terminierungen.

[ ]	IC10	PCA9517	SO-08
[ ]	R9,R10,R11,R12	10k	THT

Als erstes Bus-Gerät kann nun die Real-Time-Clock (RTC) in Betrieb genommen werden. Dazu müssen wir die zugehörigen Bauelemente sowie die 3V Stützbatteriefassung auf der Leiterplatte bestücken.

[ ]	IC6	PCF8583P	DIL8
[ ]	Q2	32.768 kHz	TC26H
[ ]	C12	6-20pf	Trimmer
[ ]	D1,D2	BAT43	THT
[ ]	G1	CR2032VKZH	THT

Wie schon bei den vorherigen DIL-Bauelementen ist beim RTC auf die korrekte Steckrichtung in der IC-Fassung zu achten. Die variable Kapazität (Trimmer C12) stellen wir auf eine Mittelstellung. In die Fassung der Stützbatterie wird abschließend eine 3V Zelle (CR2032) gesteckt. Auch hier muss unbedingt auf die richtige Polarität geachtet werden. Dazu ist an den Stirnseiten der Fassung jeweils eine Polaritätskennzeichung (+) / (-) angebracht. Nach dieser Bestückung booten wir das System wie gewohnt über den RESET-Taster S1. Zur Identifikation vorhandener I2C-Busgeräte dient das Programm ***I2CSCAN.COM*** welches sich schon auf

dem bootfähigen CP/M Image ***CPMDSK_A.IMG*** befindet. Dieses wird einfach im Terminal gestartet und scannt den internen I2C-Bus nach vorhandenen I2C-Geräten.

```
A>i2cscan
Scanning I2C bus for devices...
*** Device found at slave address 50h = 80d (8-bit: A0h = 160d)
Done.

A>
```

Die Terminalausgabe zeigt uns an, dass ein I2C-Gerät unter der Slave-Adresse hex 0x50 gefunden wurde. Diese Adresse ist hardwareseitig dem RTC-IC PCF8583P zugeordnet. Jetzt muss nur noch die Echtzeituhr in das CP/M-System integriert werden. Das erfolgt mit dem Programm ***LDTIM.COM***, welches sich ebenfalls schon im Bootimage befindet.

```
ZSDOS Time Stamp Loader, Ver 1.1
  Copyright (C) 1988  by H.F.Bower /
C.W.Cotrill


 ...loaded at D8F8H
 Clock is : AVRCPM Clock            0.2

A>
```

Damit ist die Uhr einsatzbereit. Im Initialisierungszustand ist die Uhrzeit und das Datum natürlich noch nicht korrekt gestellt. Mit dem Programm TD.COM kann Uhrzeit und Datum verändert und dann der RTC übergeben werden.

```
A>td
 Mar 01, 2019  09:56:24
A>
```

Damit ist das erste I2C Gerät für unser CP/M-System erfolgreich installiert.

Für E/A Experimente sind am 3.3V-Bus 8 GPIO-Pins auf den Steckverbinder SV2 herausgeführt. Diese können extern, unter Beachtung der Anschlussbedingungen, für eigene Erweiterungen verwendet werden. Ein zweiter Steckverbinder (SV3) beinhaltet zusätzlich die Versorgungsspannungen 3.3V und 5V sowie den I2C-Bus mit den jeweiligen Logikpegeln. Dazu sind die Steckverbinder SV2 und SV3 [ ] zu bestücken sowie IC9 in die zugehörige IC-Fassung zu stecken. Zu beachten sind zwei unterschiedliche Ausführungen des 8-Bit

I/O Busexpanders. Während der PCF8574 unter der Slave-Adresse hex 0x20 angesprochen wird, wird der PCF8574A unter der Adresse hex 0x38 adressiert. Da das IC gesockelt ist, kann wahlweise die passende Variante verwendet werden. Nach einem erneuten I2C-Bus-Scan muss der Busexpander in der Liste der Slave Devices auftauchen.

```
A>i2cscan
Scanning I2C bus for devices...
*** Device found at slave address 38h = 56d (8-bit: 70h = 112d)
*** Device found at slave address 50h = 80d (8-bit: A0h = 160d)
Done.

A>
```

Als letztes internes 3.3V I2C-Bus-Gerät wird ein Wandlerbaustein verwendet, der den seriellen I2C-Bus in einen seriellen RS232-Bus konvertiert. Dazu sind die folgenden SMD-Bauelemente zu bestücken.

[ ]	IC8	SC16IS740	TSSOP16
[ ]	Q3	14.7456 MHz	SMD-5x3
[ ]	C17,C18	18pf	0603
[ ]	R6,R8	1 k	0805

Wie schon den Bauteilbezeichnungen entnommen werden kann, handelt es sich bei diesen Bauelementen ausschließlich um SMD Bauelemente. Mit etwas Übung können jedoch auch diese Bauelemente gut per Hand bestückt werden. Nach korrekter Bestückung meldet sich der Schnittstellenwandler unter der Slave-Adresse hex 0x48.

```
A>i2cscan
Scanning I2C bus for devices...
*** Device found at slave address 38h = 56d (8-bit: 70h = 112d)
*** Device found at slave address 48h = 72d (8-bit: 90h = 144d)
*** Device found at slave address 50h = 80d (8-bit: A0h = 160d)
Done.

A>
```

Mit diesem Schritt ist die Bestückung des I2C-Busses auf der 3.3V Seite abgeschlossen. Wie Bild 5 zeigt, ist die Druckerschnittstelle auf der 5V Seite des I2C-Busses angeschlossen. Weiterhin benötigt ein Drucker zur korrekten Ansteuerung im Parallelbetrieb mehr als 8-Bit. Aus diesem Grunde wird ein 16-Bit I/O Expander (U1) eingesetzt. Dieser muss nur korrekt in die entsprechende IC-Fassung gesteckt werden, um seine Funktion aufzunehmen. Ein erneuter Scan des I2C-Busses bestätigt die Funktion der Centronics-Schnittstelle unter der Adresse hex 0x27. Abschließend bestücken wir den Pegelwandler IC7, die Kapazitäten C13-C16, den Widerstand R5 sowie die Steckverbinder X1 und X2.

```
A>i2cscan
Scanning I2C bus for devices...
*** Device found at slave address 27h = 39d (8-bit: 4Eh = 78d)
*** Device found at slave address 38h = 56d (8-bit: 70h = 112d)
*** Device found at slave address 48h = 72d (8-bit: 90h = 144d)
*** Device found at slave address 50h = 80d (8-bit: A0h = 160d)
Done.

A>
```

Um die Funktionsweise der seriellen Schnittstelle überprüfen zu können, benötigen wir ein Nullmodemkabel und ein zweites Terminal. Dieses wird mit der RS232-Schnittstelle unter den folgenden Parametern verbunden:

Port:	COM-Port des zweiten Terminals
Baud Rate:	9600
Data:	8 Bit
Parity:	none
Stop:	1 Bit
Flow control:	none

Über die *logischen* und *physikalischen* E/A-Einheiten des CP/M-Systems kann die Konsole auf die RS232-Schnittstelle umgelenkt werden. Nähere Erläuterungen dazu finden sich unter dem Abschnitt Ein-/Ausgabe-Einheiten. Für einen vorläufigen Test der gerade bestückten Hardware wird die Konsole wie folgt umgelenkt:

```
A>STAT CON:=CRT:
```

Terminal 1 ist nun wirkungslos und das CP/M-System kann nur noch über Terminal 2 bedient werden. Das wiederum zeigt die korrekte Funktion der RS232-Schnittstelle an. Selbstverständlich kann von Terminal 2 wieder zurück auf Terminal 1 geschaltet werden.

```
A>STAT CON:=TTY:
```

Somit ist der ursprüngliche Zustand hergestellt. Damit ist der Aufbau des CP/M-Systems erfolgreich abgeschlossen und die letzte Baugruppe, das VT100-Terminal kann in Angriff genommen werden.

1.4 VT100-Terminal

Das VT100 Video Terminal ist ein Computerterminal, welches 1978 von der Digital Equipment Corporation (DEC) aus dem VT52 entwickelt wurde. Es hat sich im laufe der Jahre zum de facto Standard für Terminals entwickelt. Noch heute unterstützen zahlreiche Terminal-Emulatoren diesen Standard. Erst im Jahre 1983 wurde das VT100 von einem verbesserten Standard wie dem VT220 ersetzt.

Die Hardware des ersten VT100 Terminals basierte auf einem Industrie-Standard-Mikroprozessor, dem Intel 8080. Optional gab es zusätzliche Anschlüsse für einen Drucker oder für eine Grafikerweiterung. Auf seinem 12 Zoll Monochrom-Bildschirm konnte das Terminal 24 Zeilen zu 80 Zeichen oder alternativ 14 Zeilen zu 132 Zeichen darstellen. Die Ausgabe über eine Semigrafik wurde durch Sonderzeichen und ANSI-Escape-Sequenzen ermöglicht. Das Terminal verfügte über eine erweiterte Schreibmaschinen-Tastatur (83 Tasten, QWERTY-Belegung) mit einigen Funktionstasten. Weiterhin existierten Folgeprodukte mit unterschiedlicher Hardwareausstattung. Erwähnenswert ist hier z. B. das VT180 (Codename "Robin"). Es beinhaltete zusätzlich noch einen Zilog Z80 Mikroprozessor und konnte direkt CP/M ausführen.

Hardware-Plattform

Das hier bestückte VT100-Terminal baut auf einem Parallax Propeller (P8X32A) auf und emuliert die ursprünglichen VT100 Terminalcodes. Der verwendete Mikrocontroller beinhaltet 8 unabhängig arbeitende 32-Bit-RISC CPU Kerne. Sie übernehmen dabei die Funktionen:

- Videodarstellung (VGA-Text-Mode)
- PS/2-Tastaturcontroller
- UART
- GPIO

Wie aus Bild 5 ersichtlich, kann der Controller über eine Logik immer nur auf einen externen seriellen Kanal zugreifen. Dabei dient die Programmierschnittstelle eigentlich nur der Programmierung und der Inbetriebnahme. Im tatsächlichen Terminalbetrieb wird der serielle Kanal des Terminals auf das CP/M-System geschaltet.

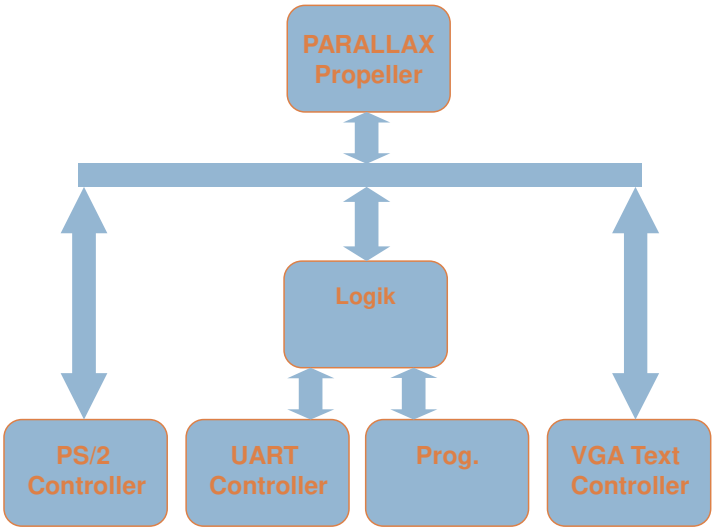


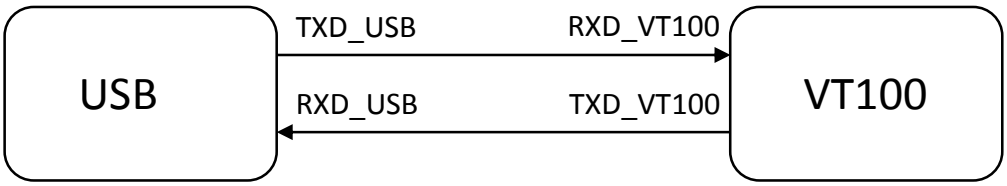
Bild 5: Baugruppen des VT100-Terminals

Der Aufbau der VT-100 Baugruppe gestaltet sich relativ einfach. Der Parallax Propeller P8X32A (IC 13) benötig zur Inbetriebnahme nur einen Takt und einen Speicher. Der 5 MHz Takt wird über Quarz erzeugt

und der Speicher, ein EEPROM, wird seriell während des Bootvorganges ausgelesen. Wir bestücken die dazu notwendigen Bauelemente. IC13 und IC14 werden wieder gesockelt.

[ ]	Q5	5 MHz	HC-49U
[ ]	R29,R30	10 kOhm	THT
[ ]	C35	100n	THT
[ ]	C36	10u	THT
[ ]	IC13	P8X32A	THT
[ ]	IC14	24L256P	THT
[ ]	SP1	RMP-14SP	THT

Prinzipiell ist die Propeller CPU nun lauffähig. Allerdings benötigt sie noch ein Programm im EEPROM. Glücklicherweise benötigen wir zum Programmieren kein gesondertes Programmiergerät, sondern der Propeller ist während des Bootvorganges selbst in der Lage das Programm in den EEPROM zu schreiben. Dazu hört er nach einem Reset an seiner seriellen Schnittstelle ob ein Programm zum Laden bereitsteht. Zum Programmieren müssen wir also die serielle Schnittstelle des Propellers mit der USB-Schnittstelle verbinden. Das erfolgt über die Schalter SW1 und SW2. Diese müssen in den Mode 3 versetzt werden.



Mode 3

Schalterstellungen für Mode 3

Weiterhin muss kurz vor der Programmierung ein automatischer RESET-Impuls durch den PC ausgelöst werden. Dazu bestücken wir die Bauelemente:

[ ]	C33	10n	THT
[ ]	R20	10 kOhm	THT
[ ]	Q4	BC817	SMD
[ ]	S2	RESET	THT

Nun starten wir die Entwicklungsumgebung Propeller Tool v1.3.2 (Download unter: https://www.parallax.com/downloads/propeller-tool-software-windows-spin-assembly). Unter dem Menü-

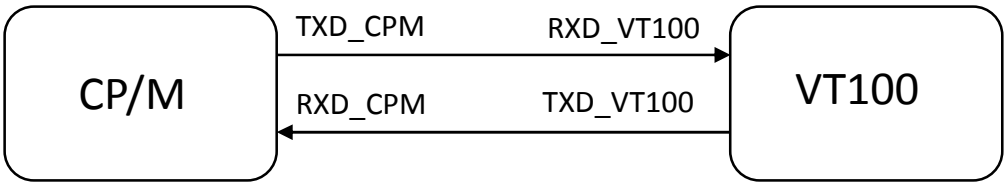
punkt **Run/Indentify Hardware** oder der Taste **F7** kann ein Scann ausgelöst werden. Bei korrekter Bestückung meldet sich die Software mit der Identifikation unseres Propeller IC's an der entsprechenden COM-Schnittstelle. Nun kann die schon kompilierte VT100 Software auf die CPU übertragen werden. Die dazu notwendige Datei ***VT100_VGA_color.binary*** befindet sich im Verzeichnis ***/System/Prop***. Der Quelltext ist im Verzeichnis ***/propeller*** abgelegt. Da noch kein Monitor und keine Tastatur angeschlossen sind, sehen wir noch keine VT100 Ausgaben. Dazu bestücken wir die fehlenden restlichen Bauelemente:

[ ]	R21,R23,R25,R27,R28	240 Ohm	THT
[ ]	R22,R24,R26	470 Ohm	THT
[ ]	X5	DB15-female	THT
[ ]	X6	Mini-DIN 6	THT
[ ]	R31,R32	100 Ohm	THT
[ ]	R33,R34	10 kOhm	THT

Jetzt können ein VGA-Monitor und ein PS2-Keyboard an unser System angeschlossen werden. Betätigen wir nun den RESET-Taster S2 (VT100) ertönt ein kurzer Signalton und das VT100-Terminal meldet sich mit einer Startmeldung auf dem Bildschirm. In der derzeitigen **Mode 3** Einstellung landen all unsere Tastatureingaben noch auf unserem Terminal, welche an der USB-Schnittstelle angeschlossen ist. Wir sehen also keine Tastatureingaben auf dem VGA-Monitor – fast keine. Die Eingabe von **Alt+Ende** zeigt einen der verfügbaren Zeichensätze an. Eine Eingabe von **Strg+Druck** wechselt in das Setup-Menu des VT100-Terminals. Mit **F7** kann der Font umgeschaltet werden. Das Umschalten der Baud-Rate mit **F2** sollte später vermeiden werden, da wir sonst die Verbindung zum CP/M verlieren.
In einem letzten Schritt komplettieren wir noch die Soundausgabe mit dem Bauelementen:

[ ]	R18,R19	270 Ohm	THT
[ ]	R17,R18	150 Ohm	THT
[ ]	C30,C31	10u	THT
[ ]	C32,C34	33n	THT
[ ]	X4	PG203J	THT

Um das VT100-Terminal mit dem CP/M zu verbinden, müssen wir in den Normal-Mode (Mode 1) wechseln.



Mode 1

Schalterstellungen für Mode 1

Nun betätigen wir den RESET-Taster S1 (CP/M) und erhalten auf unserem VT-100 Terminal die folgende Ausgabe:

```
CPM on an AVR, v3.5 r241M
Testing RAM: fill...wait...reread...
Initing mmc...

A: FAT16 File-Image 'A' at: 8451, size: 256KB.
Partinit done.
Ok, Z80-CPU is live!

ipl
62k cp/m vers 2.2

A>
```

Herzlichen Glückwunsch!

Wir haben soeben unser CP/M-System erfolgreich in Betrieb genommen.

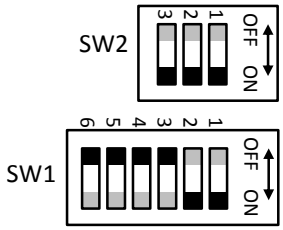
1.5 Serielle Schnittstelle

Das CP/M-System verfügt zur Kommunikation mit externen Geräten zwei serielle Schnittstellen. Eine der Schnittstellen dient zur internen Kommunikation mit dem VT100-Terminal und steht somit nur eingeschränkt (siehe Modeswitch) dem Nutzer zur Verfügung. Die zweite serielle Schnittstelle kann jedoch vollständig für eigene Anwendungen genutzt werden. Ein Inbetriebnahmetest erfolgte ja schon im Kapitel I2C (RS232-Bus). Dieser Test beschränkte sich jedoch nur auf die Funktionalität des I2C/Seriell-Wandlers. Zur korrekten Funktion der RS232-Schnittstelle gehört auch die Inbetriebnahme der Pegelwandlers IC7 (MAX3222). Dieser Baustein passt den internen 3.3V Pegel auf den für eine RS232-Schnittstelle gültigen Spannungspegel an. Für die Datenleitungen (TxD und RxD) wird eine negative Logik verwendet, wobei eine Spannung zwischen −3 V und −15 V eine logische 1 und eine Spannung zwischen +3 V und +15 V eine logische 0 darstellt. Signalpegel zwischen −3 V und +3 V gelten als undefiniert.

Nach der Bestückung von IC7 [ ] und C13-C15 [ ] sowie R5, [ ] kann der 9polige Steckverbinder X1 bestückt werden. Damit ist auch die serielle Schnittstelle funktionsfähig. Für einen Funktionstest verbindet man

X1 über ein Nullmodemkabel mit einem Terminal. Jetzt können Daten zwischen dem CP/M-System und einem weiteren Gerät ausgetauscht oder andere Peripheriebaugruppen angeschossen werden. Da viele PC's heutzutage keine RS232-Schnittstelle mehr besitzen, werden zur Pegel- und Buskonvertierung USB/seriell-Wandler eingesetzt. Dieser Wandler ist jedoch schon in unserem System vorhanden (wir haben ihn schon für die Inbetriebnahme genutzt) und somit kann er auch gleich für unsere RS232-Schnittstelle eingesetzt werden. Weiterhin müssen die Verbindungen zwischen dem CP/M-System und dem VT100-Terminal bestehen bleiben, hier wollen wir ja nichts ändern.

Mode 4



Schalterstellungen für Mode 4

Gleichzeitig wird der Schnittstellenwandler IC7 mit SW2 deaktiviert, so dass keine Datenkollision zwischen der USB-Schnittstelle und der RS232-Schnittstelle auftreten kann. Einen vollständigen Überblich über alle Schaltmodi zeigt Anhang B.

2. EIN / AUSGABE - EINHEITEN

CP/M verfügt über vier *logische* E/A-Einheiten. Eine *logische* E/A-Einheit entspricht dabei einem symbolischen Namen für eine Gruppe von E/A-Einheiten, die alle von CP/M bedient werden können. Diese Gruppen sind:

CON: für „Console“ oder ein Terminal das Bildschirm und Tastatur besitzt (Eingabe/Ausgabe)
RDR: Eingabe vom Lochstreifenleser
PUN: Ausgabe auf Lochstreifenstanzer
LST: für „List“ Geräte wie z.B. Drucker

Über das I/O-Byte, kann jedem der *logischen* E/A-Einheiten eine tatsächliche *physikalische* vorhandene E/A-Einheit zugewiesen werden. Das I/O-Byte befindet sich im Arbeitsspeicher auf Adresse 0003h und ist folgendermaßen aufgebaut:

Tab. 1: Aufbau des I/O-Byte

LST		PUN		RDR		CON	
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
x	x	x	x	x	x	x	x

Jedes Feld (zwei Bit) kann somit einen Wert zwischen 0 und 3 einnehmen und bestimmt dadurch die Zuordnung zu einer bestimmten, tatsächlich existierenden, *physikalischen* E/A-Einheit. CP/M erlaubt die folgenden *physikalische* Einheiten:

TTY: Teletype device (slow speed console)
CRT: Cathode ray tube device (high speed console)
BAT: Batch processing (console is current RDR:, output goes to current LST: device)
UC1: User-defined console
PTR: Paper tape reader (high speed reader)
UR1: User-defined reader #1
UR2: User-defined reader #2
PTP: Paper tape punch (high speed punch)
UP1: User-defined punch #1
UP2: User-defined punch #2
LPT: Line printer
UL1: User-defined list device #1

Welche E/A-Einheiten tatsächlich implementiert sind, hängt von der jeweiligen Hardware des eigenen Computers ab. Im aktuellen System existiert die folgende Zuordnung zu den *physikalischen* E/A-Einheiten:

TTY: AVR-UART Console (input and output)
CRT: I2C-UART Console (input and output)

BAT:	AVR-UART	Console	(input and output)
UC1:	AVR-UART	Console	(input and output)
TTY:	AVR-UART	Reader	(input only)
PTR:	I2C-UART	Reader	(input only)
UR1:	AVR-UART	Reader	(input only)
UR2:	AVR-UART	Reader	(input only)
TTY:	AVR-UART	Punch	(output only)
PTP:	I2C-UART	Punch	(output only)
UP1:	I2C-GPIO	Punch	(output only)
UP2:	AVR-UART	Punch	(output only)
TTY:	AVR-UART	Printer	(output only)
CRT:	I2C-UART	Printer	(output only)
LPT:	I2C-GPIO	Printer	(output only)
UL1:	AVR-UART	Printer	(output only)

Über den **STAT-Befehl** (status) kann der Zustand des eigenen Systems abgefragt und auch verändert werden. Die Abfrage zeigt, dass die Console (Bildschirmausgabe und Tastatureingabe) über die AVR-UART-

```
A>stat dev:
CON: is TTY:
RDR: is PTR:
PUN: is PTP:
LST: is LPT:
```

Schnittstelle (**TTY**) bedient wird. **RDR** und **PUN** werden nicht bedient, da **PTR** keinem *physikalischen* Gerät zugeordnet ist. Weiterhin können mit dem **STAT-Befehl** alle möglichen Zuordnungen des I/O-Bytes abgefragt werden.

```
A>stat val:

Temp R/O Disk: d:=R/O
Set Indicator: d:filename.typ $R/O $R/W $SYS
$DIR
Disk Status  : DSK: d:DSK:
User Status  : USR:
Iobyte Assign:
CON: = TTY: CRT: BAT: UC1:
RDR: = TTY: PTR: UR1: UR2:
PUN: = TTY: PTP: UP1: UP2:
LST: = TTY: CRT: LPT: UL1:
```

So kann der Console z.B. die tatsächlich vorhandene **CRT**-Einheit (I2C-UART) zugeordnet werden. Alle Tastatureingaben und Bildschirmausgaben erfolgen ab dem Zeitpunkt der Zuordnung über die I2C-UART Schnittstelle.

```
A>STAT CON:=CRT:
```

Ist die **CRT**-Einheit nicht korrekt angeschlossen oder arbeitet fehlerhaft, so kann das CP/M-System nicht mehr über die Tastatur bedient werden. Bei korrekter Arbeitsweise lässt sich jedoch die nun geänderte Gerätezuordnung überprüfen.

```
A>STAT DEV:
CON: is CRT:
RDR: is PTR:
PUN: is PTP:
LST: is LPT:
```

Ein entsprechend umgekehrter Befehl schaltet die Console wieder auf die ursprüngliche E/A-Einheit zurück (AVR-UART).

```
A>STAT CON:=TTY:
```

CP/M bietet auch die Möglichkeit die *physikalischen* Geräte direkt anzusprechen. Dazu werden die Gerätenamen direkt angesprochen.

```
A>PIP TTY:=readme.txt
```

Der Inhalt der Datei „readme.txt“ wird unabhängig von der jeweiligen Zuordnung des I/O-Byte direkt auf **TTY** (AVR-UART) gesendet. Der Befehl

```
A>PIP LPT:=readme.txt
```

sendet die Datei „readme.txt“ direkt, unter Umgehung des I/O-Byte, an den Drucker (**LPT**).

QUELLENANGABEN

[1] http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR_Bootloader_FastBoot_von_Peter_Dannegger
[2] http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR_Bootloader_FastBoot_von_Peter_Dannegger/Tutorial_ATtiny13
[3] http://www.leo-andres.de/2012/09/updateloader-benutzeroberflache-fur-avr-bootloader/
[4] http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Components/General/SDSpec.pdf
[5] http://elm-chan.org/fsw/ff/en/filename.html
[6] https://github.com/Boregard/FBoot-Linux
[7] http://www.nxp.com/documents/application_note/AN10911.pdf
[8] https://www.sdcard.org/downloads/pls/simplified_specs/

ANHANG A

A1 Steckverbinder

X1 – RS232

Data Terminal Equipment (DTE)

Name	Funktion	Pin (DB-9) male	DTE	connect
DCD	(Data) Carrier Detect	1	IN	-
RxD	Receive Data	2	IN	x
TxD	Transmit Data	3	OUT	x
DTR	Data Terminal Ready	4	OUT	-
GND	Ground	5	-	x
DSR	Data Set Ready	6	IN	-
RTS	Request to Send	7	OUT	x
CTS	Clear to Send	8	IN	x
RI	Ring Indicator	9	IN	JP1
	Common Ground	NC	-	x

X2 – Centronics

Data Terminal Equipment (DTE)

Name	Funktion	Pin (DB-25) female	DTE	connect
/STR	/Strobe	1	OUT	x
D0	Data 0	2	OUT	x
D1	Data 1	3	OUT	x
D2	Data 2	4	OUT	x
D3	Data 3	5	OUT	x
D4	Data 4	6	OUT	x
D5	Data 5	7	OUT	x
D6	Data 6	8	OUT	x
D7	Data 7	9	OUT	x
ACK	Acknowledge	10	IN	-
BUSY	BUSY (bereit für Datenübernahme)	11	IN	x
PE	PE (Paper End)	12	IN	x
SEL	Select	13	IN	-
/AUTOFD	Autofeed	14	OUT	-
/ERROR	Error	15	IN	-
/INT	Druckerreset	16	OUT	-
/SELIN	Select in	17	IN	-
GND	Ground	18-25	-	x

SV1 – ISP

ISP Programer

Name	Funktion	Pin (H-10) male	DTE	connect
MISO	Master In <- Slave Out	1	IO	x
3.3V	Power Supply (3.3V)	2	IO	x
SCK	Serial Clock	3	IO	x
MOSI	Master Out -> Slave In	4	IO	x
RST	Reset	5	IO	x
GND	Ground	6	-	x

SV2 – GPIO (8-Bit)

I2C Busexpander

Name	Funktion	Pin (H-10) male	DTE	connect
3.3V	Power Supply (3.3V)	1	OUT	x
D0	GPIO 0	2	IO	x
D1	GPIO 1	3	IO	x
D2	GPIO 2	4	IO	x
D3	GPIO 3	5	IO	x
D4	GPIO 4	6	IO	x
D5	GPIO 5	7	IO	x
D6	GPIO 6	8	IO	x
D7	GPIO 7	9	IO	x
GND	Ground	10	-	x

SV3 – I2C Bus

I2C Bus

Name	Funktion	Pin (H-10) male	DTE	connect
SCLA	SCL (5V)	1	IO	x
SCLB	SCL (3.3V)	2	IO	x
SDAA	SDA (5V)	3	IO	x
SDAB	SDA (3.3V)	4	IO	x
GND	Ground	5	IO	x
GND	Ground	6	IO	x
NC	NC	7	IO	x
NC	NC	8	IO	x
5V	Power Supply (5V)	9	OUT	x
3.3V	Power Supply (3.3V)	10	OUT	x

ANHANG B

Schaltmodi der Konfigurationsmatrix