

Dipl.-Ing. Michael Zimmermann  
Buchenstr. 15  
42699 Solingen  
☎ 0212 46267  
🌐 <http://www.kruemelsoft.privat.t-online.de>  
✉ [BwMichelstadt@t-online.de](mailto:BwMichelstadt@t-online.de)

**Michelstadt (Bw)**

## DISPA

Hardware Version 1  
Software Version 2.2

© 2020 – heute Michael Zimmermann



### Wichtige Hinweise

Die hier beschriebenen elektrischen Schaltungen sind nur für den Einsatz auf Modelleisenbahnanlagen vorgesehen. Der Autor dieser Anleitung übernimmt keine Haftung für Aufbau und Funktion von diesen Schaltungen bei unsachgemäßer Verwendung sowie für beliebige Schäden, die aus oder in Folge Aufbau oder Betrieb dieser Schaltungen entstehen.

Für Hinweis auf Fehler oder Ergänzungen ist der Autor dankbar.

*Ein Nachbau ist nur zum Eigenbedarf zulässig, die kommerzielle Nutzung Bedarf der schriftlichen Zustimmung des Autors.*

## Inhalt

1	DISPA.....	3
2	Anschluss und Bedienung.....	4
2.1	Anschluss .. ....	4
2.2	... und Bedienung.....	4
2.3	FREDI-Diagnose .. ....	5
3	Hardware.....	7
4	Software .. ....	7
4.1	Versionsgeschichte.....	8
5	Schaltpläne und Stücklisten.....	9
5.1	Prozessorplatine („LN-Universal“) .. ....	10
5.1.1	Stückliste Prozessorplatine .. ....	11
5.2	Konstantstromquelle .. ....	13
5.2.1	Stückliste Konstantstromquelle .. ....	13
5.3	LCD-Anzeige-Einheit .. ....	14
5.3.1	Stückliste LCD-Anzeige-Einheit .. ....	15
5.4	I <sup>2</sup> C-OLED-Anzeige-Einheit .. ....	16
5.4.1	Stückliste I <sup>2</sup> C-OLED-Anzeige-Einheit .. ....	17
5.5	Tastatur-Anschluss .. ....	19
5.5.1	Stückliste Tastatur-Anschluss .. ....	20

All Schematic and Board are licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License, see <<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode>>.

This program is free software: you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program. If not, see <<http://www.gnu.org/licenses/>>.

## 1 DISPA

Fahrzeuge müssen einem Handregler (FRED/FREDI usw.) zugewiesen werden, damit dieser sie steuern kann. Zuweisung?

Zuweisung (neudeutsch: Dispatchen) bedeutet, dass die gewünschte Lokadresse in der Zentrale zum 'Übernehmen' markiert wird. Der nächste Handregler, der die Übernahmetasten(kombination) betätigt, erhält dann diese Lok zugewiesen (heißt: die Zentrale merkt sich dann, welcher Regler für diese Lok zuständig ist, und leitet die Befehle dieses Reglers an die entsprechende Lok weiter).

Im FREMO gab es dazu früher eine Box (**FR**emos **A**Nehmliche **Z**uordnungsbox), die aber nicht mehr existiert.

Aktuell wird im FREMO in der Regel jeder Lok am Fahrtag vor dem eigentlichen Betrieb ein Handregler zugewiesen.

Mittlerweile existieren in unserer Modulgruppe so viele DCC-fähige Lokomotiven, dass es nicht möglich ist, für jede Lok einen eigenen Handregler zu haben.

Daraufhin hatte ich einen neuen **Frantz** auf PIC-Basis entwickelt.

Und die Zeit schreitet voran...

In der FREMO-Zeitschrift Hp1 (Heft 2/2011 Seite 22) wurde **DISPA** von Heiko Herholz vorgestellt – ein neuer **Frantz** auf ATTEL-Basis, einfach zu bedienen.

Die Zuordnung der Handregler zu den Lokomotiven erfolgt nach wie vor direkt über die Zentrale – oder eben mit dem neuen **DISPA**.

Und was ist dann mit dem **Frantz**? Der kann natürlich weiterhin verwendet werden. **DISPA** dagegen bietet weniger Möglichkeiten (werden die **Frantz** -Möglichkeiten überhaupt benötigt?), ist dafür jedoch intuitiver (einfacher) zu bedienen. Ein Pluspunkt für **DISPA** ...

## 2 Anschluss und Bedienung

### 2.1 Anschluss ...

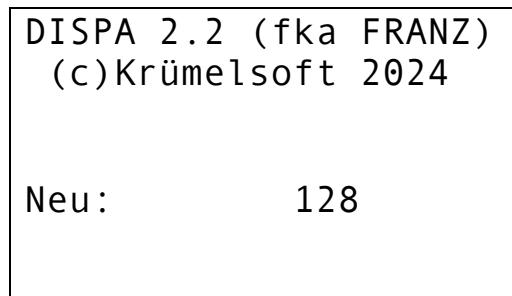
**DISPA** ist ein StandAlone-Gerät:

- autark, weil er eine eigene Spannungsversorgung (9V-Blockbatterie) hat
- und wird nicht mit dem LocoNET® verbunden.

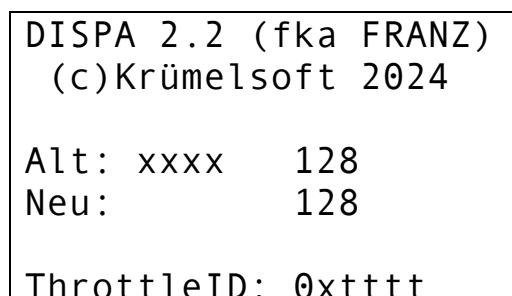
### 2.2... und Bedienung

Die Bedienung von **DISPA** ist denkbar einfach:

Nach dem Einschalten erscheint auf dem Display<sup>1</sup> die folgende Information:



Ist vor dem Einschalten bereits ein zugewiesener Handregler angeschlossen, so gibt es weitere Informationen<sup>2</sup>:



Spätestens nach dem Einschalten wird dann ein Handregler angeschlossen. Hat dieser bereits ein Fahrzeug zugeordnet, so ist das Fahrzeug zunächst an die Zentrale (hier der **DISPA**) zurückzugeben<sup>3</sup>.

Die weiteren Schritte sind einfach:

- gewünschte Lok-Adresse mit der Tastatur eingeben,  
diese wird hinter dem Text Neu angezeigt
  - o mit \* kann die Eingabe gelöscht werden
  - o mit # kann die Fahrstufe (Voreinstellung: 128) geändert werden
- mit dem Handregler die eingegebene Adresse übernehmen<sup>3</sup>
- fertig 😊

<sup>1</sup> Es wird die Anzeige auf dem OLED dargestellt,  
die Anzeige auf einem LCD enthält nur die Zeilen zu „Alt...“ und „Neu...“

<sup>2</sup> xxxx = alte Adresse auf dem Handregler, tttt = Handregler-Kennung im Hex-Format

<sup>3</sup> Für die allgemeine Bedienung der Handregler wird auf die zugehörige Dokumentation verwiesen

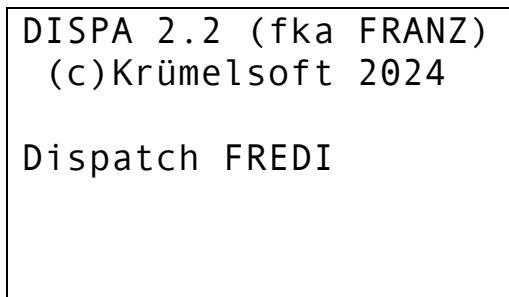
## 2.3 FREDI-Diagnose

FREDIs ab Software-Version 1.8 haben interne Konfigurationswerte (SVs)<sup>4</sup> die mit geeigneter Hard- und Software ausgelesen und geändert werden können. JMRI ist beispielsweise eine geeignete Software. Die ist aber nicht immer zur Hand...

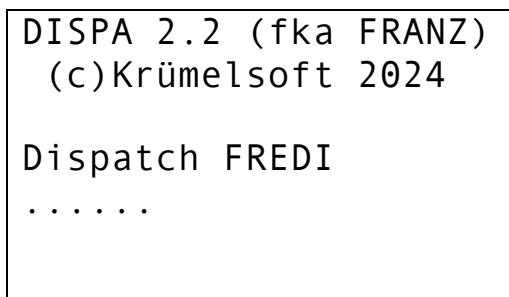
Mit der neuen **DISPA**-Software Version 2.1 ist es möglich, zu Diagnosezwecken diese SVs auszulesen und anzuzeigen<sup>5</sup>. Diese Funktion ist in Version 2.1 verfügbar, wenn der **DISPA** über ein OLED verfügt, und ab Version 2.2 auch mit LCD<sup>6</sup> verfügbar.

Zur Nutzung der Funktion ist

- die Taste \* zu betätigen und
- anschließend der **DISPA** einzuschalten und
- dann die Taste \* mindestens für zwei Sekunden gedrückt zu halten (bis die Anzeige wie folgt aussieht):



- jetzt ist der FREDI innerhalb von 15 Sekunden einzustecken und zu Dispatchen<sup>7</sup>
- das Auslesefortschritt der SVs ist durch laufende Punkte erkennbar:



- scheitert das Auslesen erscheint der Text Communication Error
- mit der Taste \* kann der FREDI-Diagnose-Modus beendet werden, **DISPA** kehrt dann zum Dispatch-Modus zurück.

<sup>4</sup> Zur Bedeutung der SVs: siehe *FrediSvUsage.pdf* (<https://groups.io/g/fremodcc/files/FREDI/FrediSvUsage.pdf>)

<sup>5</sup> Dies wird von einem FREDI ab Software-Version 1.8 unterstützt

<sup>6</sup> Es wird die Anzeige auf dem OLED dargestellt, bei einem LCD werden jeweils nur zwei SVs auf einer Seite angezeigt

<sup>7</sup> Dies veranlasst den FREDI, über die nachfolgende Kommunikation seine Handregler-ID zu übermitteln. Diese ist für das Auslesen der SVs erforderlich.

- ist das Auslesen erfolgreich, erscheint Seite 1 der SV-Übersicht<sup>8</sup>:

FREDI-SV - Part 1	
SV 2	: 22
SV 3, 4	: 0x494B
SV 5	: Atmega328P
SV 6	: Atmega328P
SV11	: operating

- mit Taste **2** wird die Seite 2, mit Taste **3** wird Seite 3 angezeigt:p

FREDI-SV - Part 2	FREDI-SV - Part 3
SV12 : 10000110	SV13,14: 2.2
Matrix-FREDI (SWD)	SV15-17: 20.08.23
One Shift button	SV43 : no OPC_IMM
Forw-Off-Rev-Switch	SV44 : no BRAKE

- mit den Tasten **1** bis **3** (OLED, bei LCD bis **7**) kann zwischen den Seiten umgeschaltet werden.
- mit der Taste **\*** kann der FREDI-Diagnose-Modus beendet werden, **DISPA** kehrt dann zum Dispatch-Modus zurück.

---

<sup>8</sup> Die angezeigten SV-Werte sind hier beispielhaft und abhängig vom verwendeten FREDI

## 3 Hardware

Die entsprechenden Schaltbilder sind im Kapitel [Schaltpläne und Stücklisten](#) zu finden.

Für **DISPA** gibt es keine „zentrale“ Platine: es wurden Platinen aus bestehenden Komponenten verwendet und miteinander verbunden.

Aus diesem Grund heraus sind auch Bauteilnamen mitunter mehrfach vergeben: Bauteilnamen beziehen sich deshalb immer auf die Platine, die im entsprechenden Kapitel beschrieben wird. Seitenangaben auf den Schaltplanseiten beziehen sich auf den Schaltplan und nicht auf dieses Dokument.

Alle Platinen sind professionell gefertigt und haben einen beidseitigen Bestückungsaufdruck, auf Bestückungspläne und -anleitungen wird daher verzichtet.

Viele Bauteile sind in der SMD-Variante verbaut, um die Platine kompakt gestalten zu können. SMD-Bauteile sind in der Stückliste farbig hervorgehoben.

Praxis für das Löten von SMD-Bauteilen sollte vorhanden sein.

Der Platinensatz für die Verwendung mit der I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit ist bei mir auf Anfrage ([✉ Kruemelbahn2000.Info@web.de](mailto:Kruemelbahn2000.Info@web.de)) erhältlich.

## 4 Software

Der Prozessor benötigt eine Software, um seine Aufgabe zu erfüllen.

Die originale Software des FREMO wurde erweitert und auf die Entwicklungsumgebung für die frei verfügbare [Arduino-IDE](#) sowie auf die verwendeten Platinen angepasst (optional: Ansteuerung eines OLED, geänderter Anschluss der Tastatur).

In der Datei DISPA.ino können Ausbaustufen festgelegt werden:

```
#define LCD      Ausgabe auf LCD, nicht zusammen mit OLED
#define OLED     Ausgabe auf OLED, nicht zusammen mit LCD
#define FREDI_SV  aktiviert die FREDI-Diagnose
```

Die Kompilierung erfolgt für das Board „Arduino UNO“. Für eine erfolgreiche Kompilierung sind nachfolgende Arduino-Bibliotheken erforderlich:

<b>Arduino-Library</b>	<a href="#"><b>(Link)</b></a>
Adafruit-GFX-Library_master	<a href="https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library">https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library</a>
LocoNET®	<a href="http://mrrwa.org/loconet-interface/">http://mrrwa.org/loconet-interface/</a>
HeartBeat	
I2CKeypad	<a href="http://arduino.cc/playground/Main/I2CPortExpanderAndKeypads">http://arduino.cc/playground/Main/I2CPortExpanderAndKeypads</a>
LCDPanel	erfordert: Adafruit-GFX-Library
OLEDPanel	

(Bibliotheken, die grün hinterlegt sind, stehen in meinem [Github](#) zur Verfügung.)

Der Quellcode (<http://www.github.com/Kruemelbahn/DISPA>) ist genau wie meine Bibliotheken unter Github gemäß der zugehörigen Lizenz verfügbar.  
Die weiteren Bibliotheken können über die Arduino-IDE hinzugefügt werden.

Mit dem Kompilieren entsteht eine Hex-Datei, die vor der Inbetriebnahme der Schaltung in den ATMEGA 328 geflashed (gebrannt) wird. Hierzu kann jeder AVR-

Brenner verwendet werden, der diesen Prozessor unterstützt; meine Prozessoren brenne ich mit AVRDUDE und *USB AVR Prog* von U.Radig (<http://www.ulrichradig.de/>).

## 4.1 Versionsgeschichte

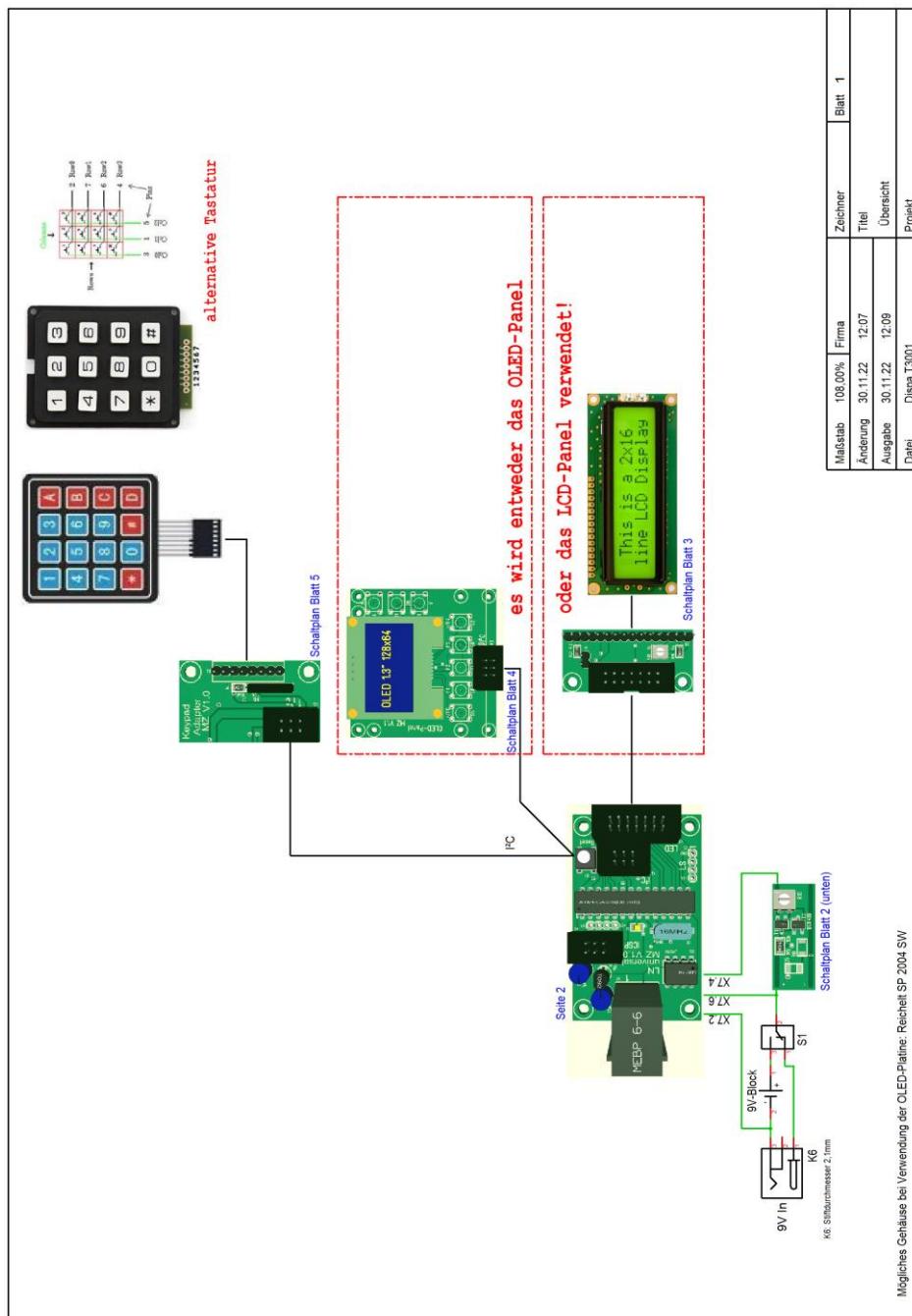
V2	initiale Erstellung aus den Original-Sourcen des FREMO
30.11.2022	Schaltplan- und Handbuchkorrekturen
08.12.2022	Handbuchkorrekturen
25.01.2022	Korrektur des LCD-Anschluss (Schaltplan und Platine): LCD Pin4 (RS) (vorher offen) wird an K1 Pin8 angeschlossen, LCD Pin5 (R/W) wird an GND angeschlossen (vorher an K1 Pin8)
25.04.2023	Hinweise zu LCD hinzugefügt
09.12.2023	Kapitel 4 „Software“ aktualisiert
V2.1 17.01.2024	neue Funktion für die FREDI-Diagnose, Kapitel 2.3 hinzugefügt
V2.2 19.01.2024	FREDI-Diagnose auch mit LCD
11.05.2024	Liste der Bibliotheken korrigiert

## 5 Schaltpläne und Stücklisten

**DISPA** besteht aus insgesamt vier verschiedenen Komponenten:

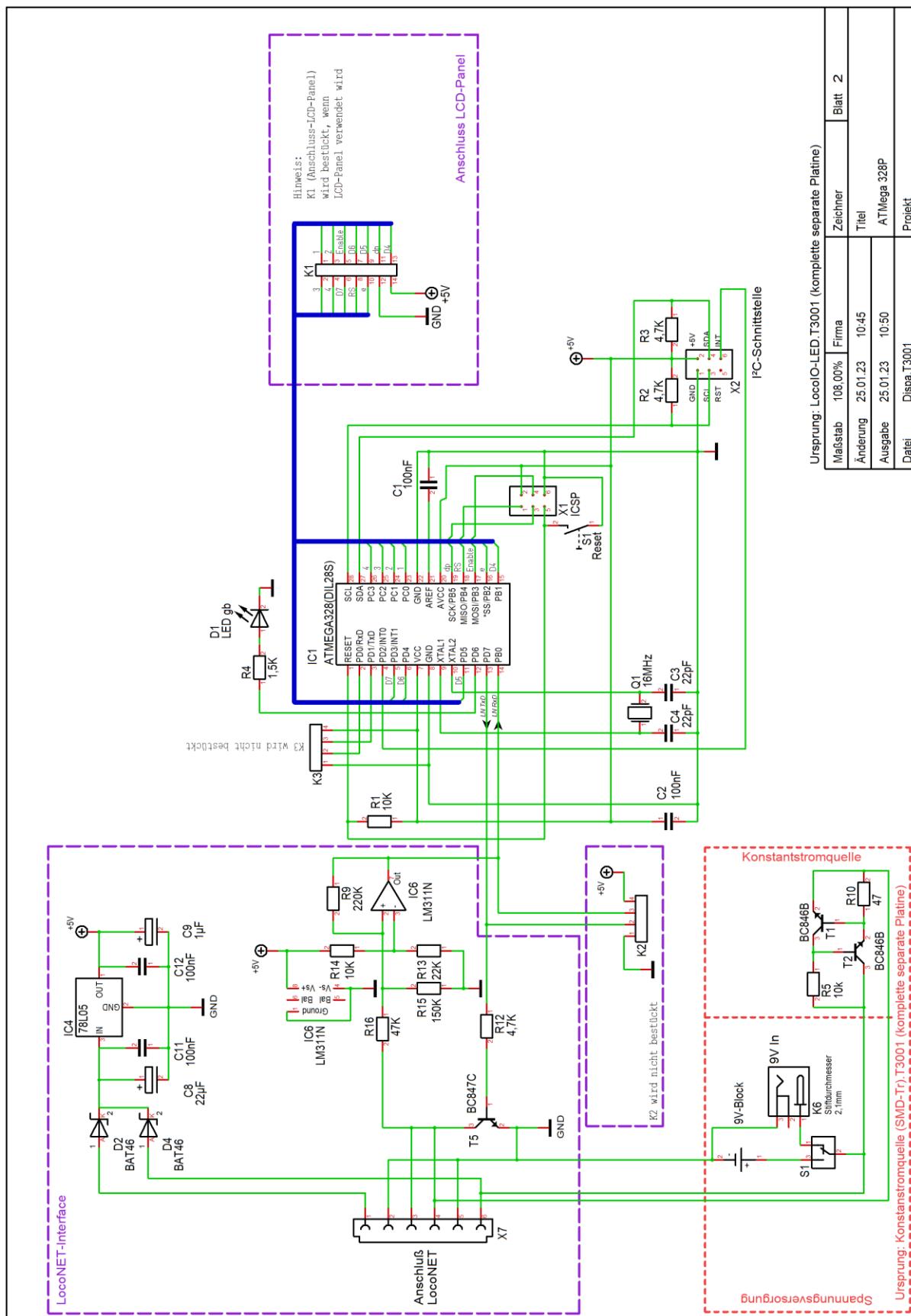
- der Prozessorplatine „LN-Universal“
- der Anzeigeeinheit. Hier kann entweder
  - o eine LCD-Anzeige-Einheit oder
  - o eine I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit
- verwendet werden.
- der Tastatur-Platine für den Anschluss einer Tastatur
- einer 15mA-Konstantstromquelle

Bei Verwendung der OLED-Anzeige Platinen passt alles in das Gehäuse „SP 2004 SW“ ([www.Reichelt.de](http://www.Reichelt.de))<sup>9</sup>

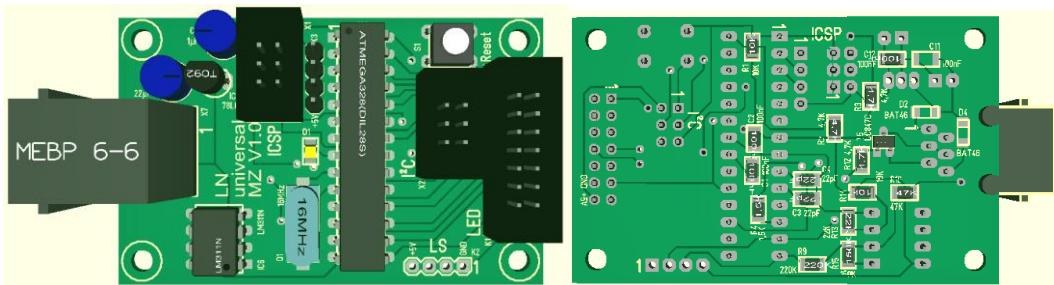


<sup>9</sup> Die in den Stücklisten genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

## 5.1 Prozessorplatine („LN-Universal“)



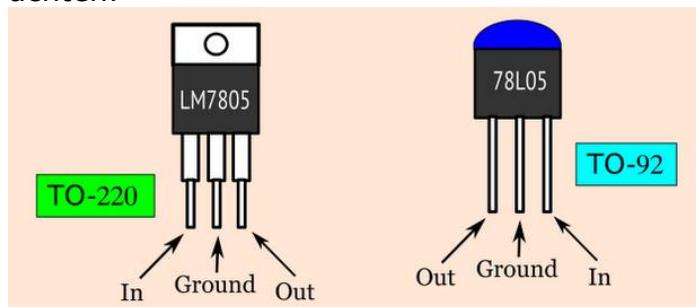
### 5.1.1 Stückliste Prozessorplatine



Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 64mm * 40mm, doppelseitig
3	C1, C2, C12	X7R-G1206 100N	
2	C3, C4	NPO-G1206 22P	
1	C8	RAD 22/25	RM 2,5; Ø6mm
1	C11	RAD 1/63	RM 2,5; Ø6mm
1	D1	SMD-LED 1206 GE	
2	D2, D4	BAT 46 SMD	
1	IC1	ATMEGA 328P-PU	
1	IC1	GS 28P-S	
1	IC4	µA 78L05	Bei Einsatz der LCD-Anzeige-Einheit und der Verwendung von dessen Hintergrundbeleuchtung ist hier anstelle des µA78L05 ein µA7805 zu verwenden! Dabei auf die Pinbelegung achten, diese unterscheiden sich!
1	IC6	LM 311 DIP	
1	IC6	GS 8P	
1	K1	WSL 14G	Werden nur bei Verwendung der LCD-Anzeige-Einheit benötigt und bestückt.
1	K1	PFL 14	
1	K3	SL 1X40G 2,54	Es werden insgesamt vier Stifte benötigt, die Leiste enthält 40 Stifte.
1	Q1	16,00000-HC49-SMD	
2	R1, R14	SMD 1/4W 10K	
3	R2, R3, R12	SMD 1/4W 4,7K	
1	R4	SMD 1/4W 1,5K	
1	R9	SMD 1/4W 220K	
1	R13	SMD 1/4W 22K	
1	R15	SMD 1/4W 150K	
1	R16	SMD 1/4W 47K	
1	S1	TASTER 3301	Kurzhub-Taster flach
1	T5	BC 847C SMD	
2	X1, X2	WSL 6G	
1	X2	PFL 6	
1	X7	MEBP 6-6S	

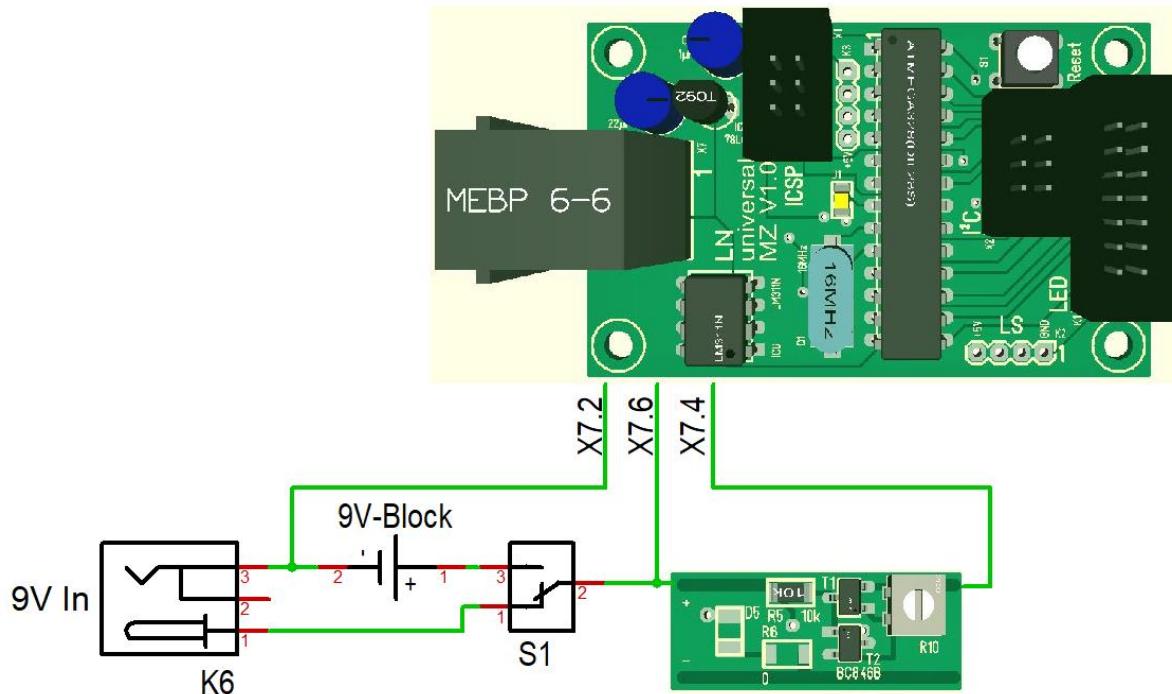
Hinweise:

- Es sind Verbindungen von der Prozessorplatine zu den einzelnen Platinen herzustellen:
  - o Bei Verwendung der LCD-Anzeige-Einheit:  
K1(Prozessorplatine) nach K1(LCD-Anzeige-Einheit) mit einem 14poligen Flachbandkabel.
  - o Dabei auf die Pinbelegung achten, diese unterscheiden sich!
  - o Bei Verwendung der I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit:
    - X2(Prozessorplatine) nach
    - K1(I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit)
 mit einem 6poligen Flachbandkabel.
  - o Der Anschluss der Tastatur erfolgt von
    - X2(Prozessorplatine) nach
    - X5(Tastatur-Platine)
 mit einem 6poligen Flachbandkabel.  
 Dieses Kabel kann bei Verwendung der I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit mit einem weiteren Stecker PFL 6 bestückt werden (Stichwort „Buskabel“), somit gibt es dann ein Flachbandkabel mit drei PFL-6-Steckern zur Verbindung von X2 mit K1 und X5 (die Verbindungsreihenfolge ist dabei beliebig...)
- Bei Einsatz der LCD-Anzeige-Einheit und der Verwendung von dessen Hintergrundbeleuchtung ist hier anstelle des µA78L05 ein µA7805 zu verwenden, hierbei auf die Anschlussbelegung (=Einbaurichtung) achten!



## 5.2 Konstantstromquelle

Die erforderliche Verdrahtung der Einspeisebuchse (K6), der 9V-Blockbatterie, des Ein-Aus-Schalters (S1) und der Konstantstromquelle ergibt sich aus nachfolgender Zeichnung:



K6: Stiftdurchmesser 2,1mm

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
1	K6	HEBL 21	
1	S1	MS 166	
1		CLIP HQ9V	Anschluss für 9V-Blockbatterie
1		EN POW 9V	

### 5.2.1 Stückliste Konstantstromquelle

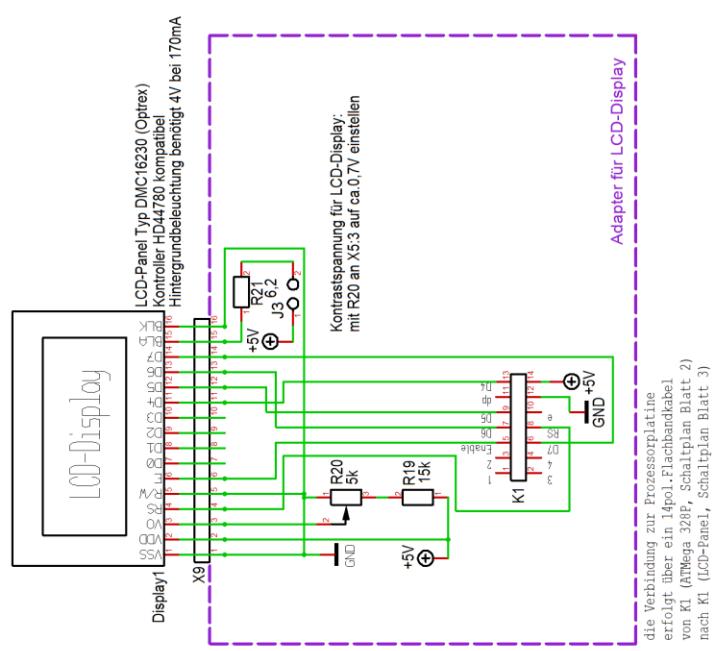
Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 25mm * 10mm, doppelseitig
1	R5	SMD 1/4W 10K	
1	R10	SMD 1/4W 47	Anstelle des Trimmers. Wird ein Trimmer 23A-200 verwendet, so ist der Konstantstrom auf 15mA einzustellen
2	T1, T2	BC 846B SMD	

#### Hinweis:

- D5 und R6 werden nicht bestückt
  - Der Anschluss erfolgt mit Einzeldrahtverbindungen.
- X7.x bedeutet: Lötanschluss x von Bauteil X7 (MEBP 6-6S)

## 5.3 LCD-Anzeige-Einheit

**es wird entweder das LCD-Panel oder das OLED-Panel verwendet!**

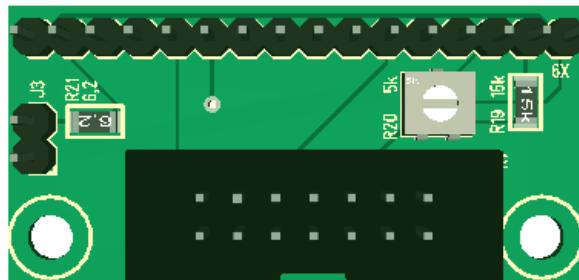


Hinweis:  
Aufbau / Verwendung wenn LCD-Panel verwendet wird

Ursprung: Franz-Prozessor T3001 (Ausschnitt)  
- keine Platine verfügbar -

Maßstab	106.00%	Firma	Zeichner	Blatt
Änderung	25.01.23	10:45	Title	3
Ausgabe	25.01.23	10:48	Adapter für LCD-Panel	
Datei	Dispa T3001		Projekt	

Die LCD-Anzeige-Einheit wird für die Anzeige benötigt.

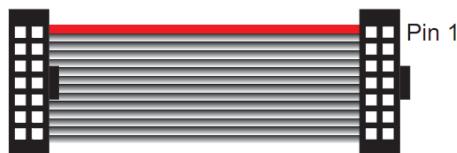


Ein passendes (HD44780-kompatibles) LCD-Modul („LCD 162C LED“) gibt es z.B. bei Reichelt:  
<http://www.reichelt.de/index.html?ACTION=3;ARTICLE=31653;SEARCH=LCD%20162C%20LED>

### 5.3.1 Stückliste LCD-Anzeige-Einheit

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 20mm * 42mm, doppelseitig, <b>Platine nicht verfügbar!</b>
1	Display1	LCD 162C LED	Anschluss über MPE 094-1-016 und mit SL 1X40G 2,54 sinnvoll
1	J3	SL 1X40W 2,54	Es werden insgesamt 18 Stifte benötigt, eine Leiste enthält 40 Stifte. Auch möglich: SL 1X40G 2,54
1	K7	WSL 14G	Auch möglich: WSL 14W
1	R19	SMD 1/4W 15K	
1	R20	23A-5,0K	Wird zur Kontrasteinstellung der LCD-Anzeige benötigt.
1	R21	SMD 1/4W 6,2	
1	X9	SL 1X40W 2,54	(siehe J3)

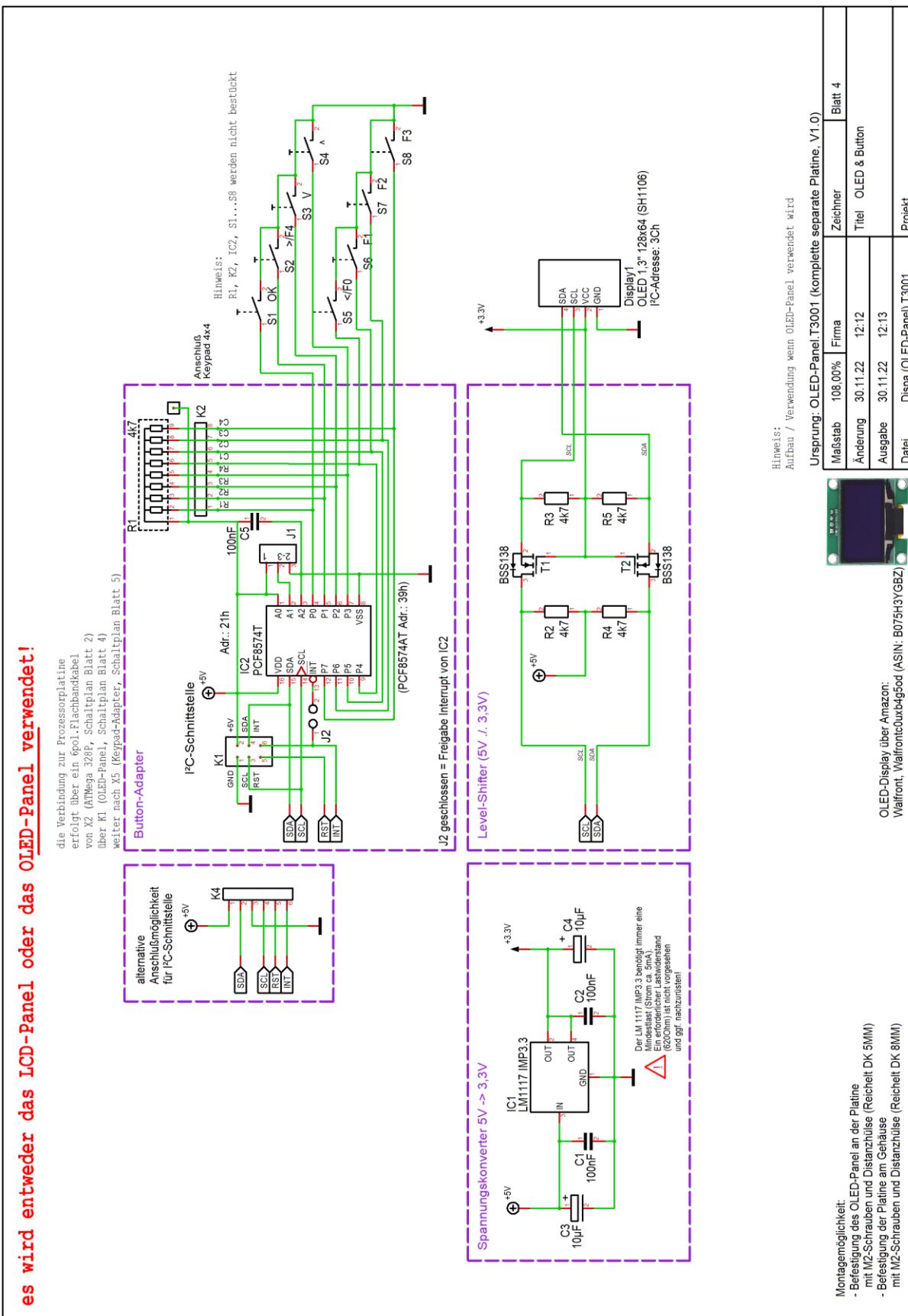
Der Anschluss der LCD-Bedientafel an die Prozessorplatine kann komfortabel über Flachbandkabel erfolgen:



#### Hinweis:

- Die im **Franz** verwendete LCD-Anzeige kann hier als *Display1* verwendet werden.

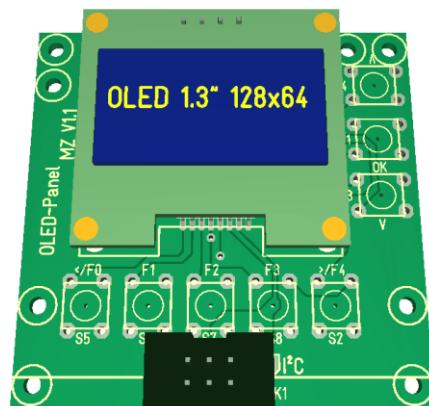
## 5.4 I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit



Die I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit wird für die Anzeige benötigt.

Vorteil der I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit:

- geringere Größe
- mehr Anzeigemöglichkeiten (Informationen)



#### 5.4.1 Stückliste I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 54mm * 53mm, doppelseitig
3	C1, C2, C5	X7R-G1206 100N	
2	C3, C4	TAJ 3516 10/16	
1	Display1	OLED 1,3" 128x64 (SH1106)	(z.B. bei Amazon: ASIN: B075H3YGBZ) <b>Auf die Anschlussreihenfolge ist zu achten!</b>
1	IC1	LM1117 IMP3.3	
1	K1	WSL 6W	Auch möglich: WSL 6G Anschluss I <sup>2</sup> C: entweder über K1 oder K4
1	K1	PFL 6	
1	K4	SL 1X40G 2,54	Alternativer I <sup>2</sup> C-Anschluss, wenn K1 nicht verwendet wird. Es werden insgesamt sechs Stifte benötigt, eine Leiste enthält 40 Stifte. Auch möglich: SL 1X40W 2,54 Anschluss I <sup>2</sup> C: entweder über K4 oder K1
4	R2, R3, R4, R5	SMD 1/4W 4,7K	
2	T1, T2	BSS 138 SMD	

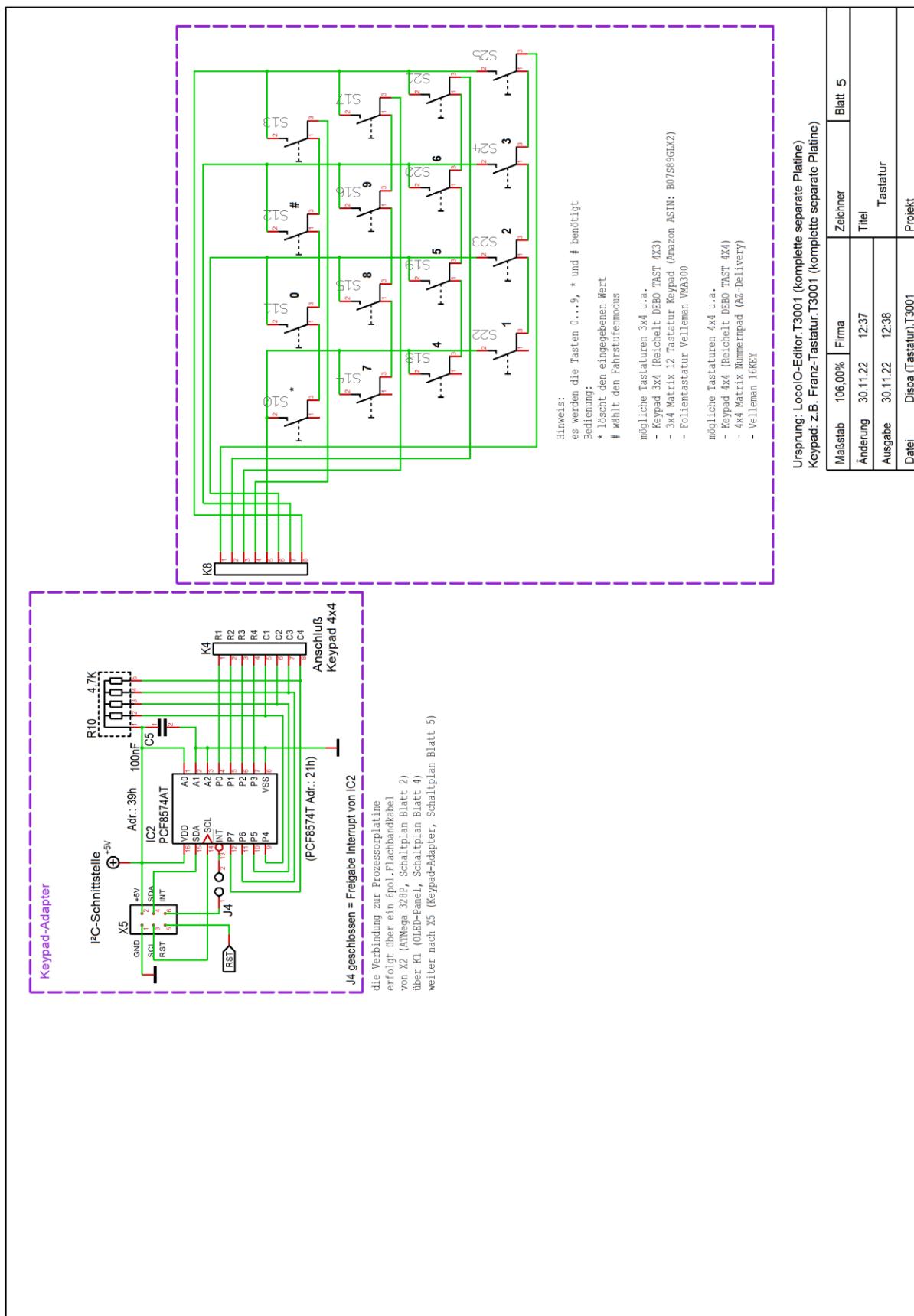
**Hinweise:**

- J1 bleibt unverändert, J2 bleibt offen
- IC2, Taster S1...S8, K2 und Widerstandsnetzwerk R1 werden nicht bestückt.
- Das Display hat zum Anschluss vier Stifte. Es wird empfohlen, das Display über eine 4polige Buchsenleiste (BL 1X20G 2,54; kürzen) zu verbinden. Das Display selbst kann mit Gewindeschrauben M2 und Abstandshülsen (Höhe 5mm) an der Platine befestigt werden und so bei Bedarf problemlos ausgetauscht werden.
- **Die OLED-Anzeige gibt es mit abweichender Belegung der vier Stifte. Bitte unbedingt auf die Reihenfolge achten und ggf. Verdrahtung anpassen!**
- Anstelle von K1 (WSL 6) kann auch K4 (Stiftleiste 6polig) verwendet werden, dann kann auch die Platine bei Bedarf im unteren Teil um 4mm gekürzt werden.

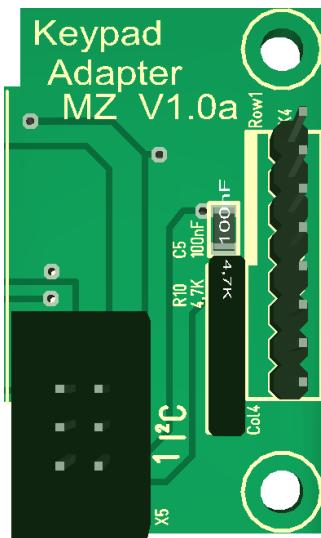
Der Anschluss der I<sup>2</sup>C-OLED-Anzeige-Einheit an die Prozessorplatine kann komfortabel über Flachbandkabel erfolgen (siehe auch diesen [Hinweis](#)):



## 5.5 Tastatur-Anschluss



### 5.5.1 Stückliste Tastatur-Anschluss



Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 23mm * 40mm, doppelseitig, V1.0
1	C5	X7R-G1206 100N	
1	IC2	PCF 8574 AT bzw. PCF 8574 T	I <sup>2</sup> C-Adresse: 0x39 ('A'-Version) bzw. 0x21 ('T'-Version)
1	K4	SL 1X40G 2,54	Es werden insgesamt acht Stifte benötigt, die Leiste enthält 40 Stifte.
1	R10	SIL 5-4 10K	
1	X5	WSL 6G	X5 kann auch mit WSL 6W bestückt werden, wenn die Platine separat verwendet wird
1	X5	PFL 6	
1			Keypad, siehe nachfolgende Hinweise

#### Hinweise:

- es werden die Tasten 0...9, \* und # benötigt
- mögliche Tastaturen 3x4, u.a.
  - o Keypad 3x4 (Reichelt DEBO TAST 4X3)
  - o 3x4 Matrix 12 Tastatur Keypad (Amazon ASIN: B07S89GLX2)
  - o Folientastatur Velleman VMA300
- mögliche Tastaturen 4x4, u.a.
  - o Keypad 4x4 (Reichelt DEBO TAST 4X4)
  - o 4x4 Matrix Nummernpad (AZ-Delivery)
  - o Velleman 16KEY
  - o Tastatur des **Franz**

Der Anschluss des Tastatur-Adapters an die Prozessorplatine kann komfortabel über Flachbandkabel erfolgen (siehe auch diesen [Hinweis](#)):

