

**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)**

## LocoNET® Uhrenzentrale-Fernbedienung

Hardware Version 1

Software Version 2

© 2021 – 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	LocoNET®-Uhrenzentrale-Fernbedienung .....	3
2	Konfiguration.....	3
2.1	Übersicht aller verwendeten CVs.....	3
2.2	Tabelle der CVs.....	3
2.3	Inbetriebnahme mit der I²C-LCD-Bedientafel .....	4
2.4	Menüstruktur .....	5
3	Bedienung.....	6
4	Hardware.....	6
5	Software .....	7
5.1	Versionsgeschichte.....	7
6	Schaltpläne und Stücklisten .....	8
6.1	LocoNET®-Uhrenzentrale-StartStop.....	8
6.1.1	Stückliste LocoNET®-Uhrenzentrale-StartStop .....	9
6.1.2	Stückliste externe Divider-Einstellung.....	10
6.1.3	Externe Divider-Einstellung .....	10
6.2	I²C-LCD-Bedientafel .....	11
6.2.1	Stückliste I²C-LCD-Bedientafel.....	12
7	Experten-Informationen.....	14
7.1	Kommunikation: LocoNET®-Telegramme .....	14

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 LocoNET®-Uhrenzentrale-Fernbedienung

Meine [Uhrenzentrale](#) kann über dieses LocoNET®-Gerät fernbedient werden, die Uhrenzentrale kann hiermit

- gestartet oder
- gestoppt

werden.

Zusätzlich kann der Uhrtaktteiler in gewissen Grenzen (siehe: [Externe Divider-Einstellung](#)) geändert werden.

## 2 Konfiguration

### 2.1 Übersicht aller verwendeten CVs

CV	Bedeutung
1	Eindeutige Identifikationsnummer 1..126, Standard = 1
2	nicht verwendet
3	LocoNET®-Adresse für <i>Uhr starten</i> , 0...2048, Standard = 671 maximale Adresse insgesamt = 2048.  Für Telegramm ‚B0‘: Benennung bei LocoIO von deLoof ( <a href="http://users.telenet.be/deloof/pageDE8.html">http://users.telenet.be/deloof/pageDE8.html</a> ): Druckknopfeingang und Ausgang Festkontakt
4	Software-ID für die Uhrenzentrale. Standard = 11, nur lesbar
5	CV-Nummer für den Uhrtakt-Teiler 10:n in der Uhrenzentrale. Standard = 2, nur lesbar
6	Wird nicht verwendet.
7	Softwareversion, (eigentlich) nur lesbar: Wird hier der Wert 0 eingetragen, so werden alle CVs auf ihren Standardwert zurückgesetzt. Anschließend sind alle CVs auf ihren richtigen Wert zu setzen (=neue Inbetriebnahme!)
8	15 = Kennung „LocoNET®-Uhrenzentrale-StartStop“, nur lesbar

### 2.2 Tabelle der CVs

CV	Wert	Aktueller/mein Wert
1	1	
2	0	
3	671	
4	11	
5	2	
6	0	
7	2	
8	15	

## 2.3 Inbetriebnahme mit der I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel

Nicht jeder, der eine LocoNET<sup>®</sup>-Uhrenzentrale-StartStop sein Eigen nennt, braucht auch eine I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel – da diese aber zur Inbetriebnahme notwendig werden könnte, sollte es wenigstens eine Bedientafel unter allen Anwendern geben...

Übrigens: diese Bedientafel wird auch zur Konfiguration des RBM-Block, meiner Stellwerk-Elektronik, dem LocoIO-SV-Editor, AVR-Sound und meines Intervaluino verwendet – kommt also vielfältig zum Einsatz...

Eine Konfiguration vor dem ersten Einsatz von LocoNET<sup>®</sup>-Uhrenzentrale-StartStop ist normalerweise nicht erforderlich, da hier die Standardeinstellungen ausreichen. Mit Hilfe einer *I<sup>2</sup>C-LCD-Anzeige- und Bedieneinheit* kann LocoNET<sup>®</sup>-Uhrenzentrale-StartStop konfiguriert werden, für den eigentlichen Betrieb ist die *I<sup>2</sup>C-LCD-Anzeige- und Bedieneinheit* nicht erforderlich.

Am I<sup>2</sup>C-Anschluss des LocoNET<sup>®</sup>-Uhrenzentrale-StartStop kann zu jeder Zeit – auch im bereits laufenden Betrieb – die I<sup>2</sup>C-LCD-Anzeige mit Bedientastern angeschlossen bzw. entfernt werden. Über diese Bedientafel können

- die CVs ausgelesen bzw. geändert werden,
- weitere Diagnosen durchgeführt werden.

Nach dem Anschließen der Bedientafel (bzw. nach dem Einschalten des LocoNET<sup>®</sup>-UhrTaktgeber mit angeschlossener Bedientafel) erscheint auf dem Display die folgende Information:

UZ-Start/Stop Version 2
----------------------------

Durch Drücken einer beliebigen Taste gelangt man zur Auswahl der einzelnen Inbetriebnahme- bzw. Diagnosemöglichkeiten.

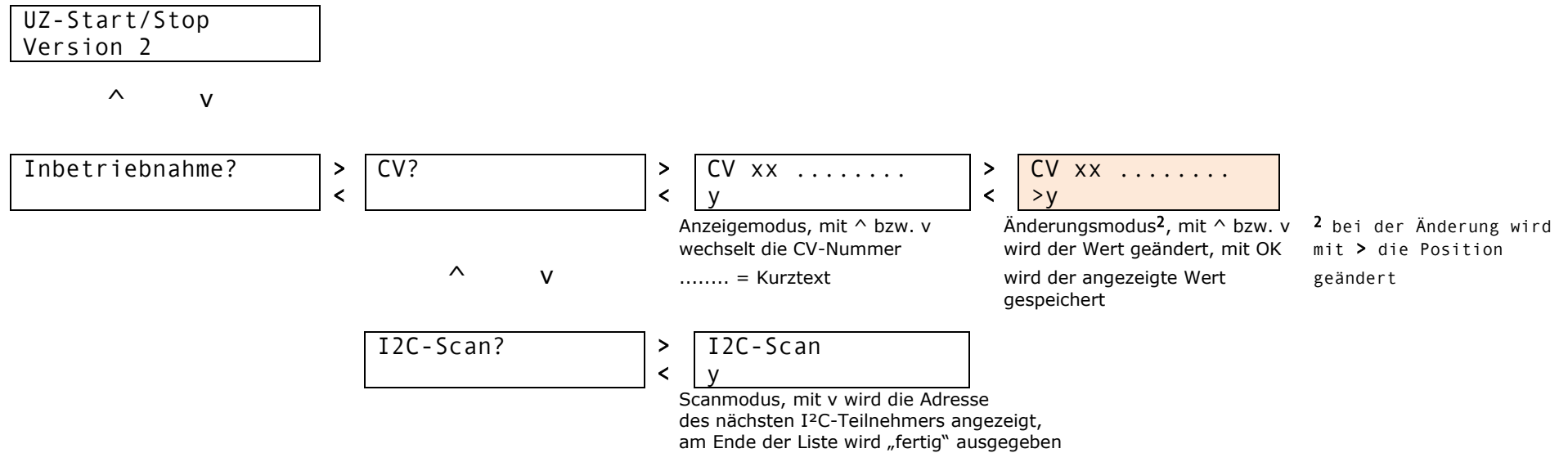
Für die vier kreuzförmig angeordneten Auswahl Tasten gilt:

- < beendet die aktuelle Auswahl, es wird nichts geändert bzw. gespeichert
- > aktiviert diese Auswahl
- ^ wechselt zur vorherigen Auswahl
- v wechselt zur nächsten Auswahl

Die Taste **OK** wird für Bestätigungen oder Speicherfunktionen benötigt.

## 2.4 Menüstruktur

(nachfolgend dargestellte Menü-Struktur ist für die LCD-Bedientafel gültig)



### 3 Bedienung

Die Bedienung ist einfach:

- die Uhrenzentrale wird mit dem Start-Button gestartet
- und kann mit dem Stop-Button angehalten werden.

Um den Teiler zu übertragen, ist folgende Bedienhandlung erforderlich:

- der gewünschte Divider ist über die DIP-Schalter einzustellen (siehe: [Externe Divider-Einstellung](#))
- Stop-Taste betätigen und gedrückt halten
- Start-Taste betätigen und gedrückt halten
- Stop-Taste loslassen, Start-Taste bleibt noch betätigt
- Start-Taste loslassen

Die Übertragung des Teilers an die Uhrenzentrale erfolgt mit dem Telegramm OPC\_PEER\_XFER im [Format 2](#).

Die beiden LEDs dienen der Zustandsanzeige:

●		Uhrenzentrale steht und kann gestartet werden
	●	Uhrenzentrale läuft und kann gestoppt werden
●	●	Gleichmäßiges Blinken: Teiler wurde erfolgreich übertragen Gegentakt-Blinken: Fehler bei der Teilerübertragung

### 4 Hardware

Die entsprechenden Schaltbilder sind – ebenso wie die Stücklisten - im Anhang zu finden.

Die Platinen sind professionell gefertigt und haben einen beidseitigen Bestückungsaufdruck, auf Bestückungspläne und –anleitung wird daher verzichtet. Viele Bauteile sind in der SMD-Variante verbaut, um den Aufbau kompakt gestalten zu können. SMD-Bauteile sind in der Stückliste farbig hervorgehoben. Praxis für das Löten von SMD-Bauteilen sollte vorhanden sein.

## 5 Software

Der Prozessor benötigt eine Software, um seine Aufgabe zu erfüllen. Diese wurde mit Hilfe der frei verfügbaren [Arduino-IDE](#) erstellt und kompiliert.

Die Kompilierung erfolgt für das Board „Arduino UNO“.

Für eine erfolgreiche Kompilierung sind nachfolgende Arduino-Bibliotheken erforderlich:

Arduino-Library	(Link)
Adafruit-GFX-Library_master	<a href="https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library">https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library</a>
Adafruit_LED_Backpack_Library_master	<a href="https://github.com/adafruit/Adafruit_LED_Backpack">https://github.com/adafruit/Adafruit_LED_Backpack</a>
Adafruit_RGB_LCD_Shield_Library_master	<a href="https://github.com/adafruit/Adafruit-RGB-LCD-Shield-Library">https://github.com/adafruit/Adafruit-RGB-LCD-Shield-Library</a>
Bounce	<a href="http://www.pjrc.com/teensy/td_libs_Bounce.html">http://www.pjrc.com/teensy/td_libs_Bounce.html</a>
Bounce2mcp	<a href="https://github.com/cosmikwolf/Bounce2mcp">https://github.com/cosmikwolf/Bounce2mcp</a>
LocoNET®	<a href="http://mrrwa.org/loconet-interface/">http://mrrwa.org/loconet-interface/</a>
MemoryFree	<a href="http://www.arduino.cc/playground/Code/AvailableMemory">http://www.arduino.cc/playground/Code/AvailableMemory</a>
HeartBeat	
LCDPanel	erfordert: Adafruit-GFX-Library
LocoNetKS	erfordert: LocoNET®

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

Der Quellcode (<http://www.github.com/Kruemelbahn/Uhrenzentrale>) ist genau wie meine Bibliotheken unter Github gemäß der zugehörigen Lizenz verfügbar.

Alle weiteren Bibliotheken (weiß hinterlegt) können über die Arduino-IDE hinzugefügt werden.

Mit dem Kompilieren in der Arduino-DIE 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 AVR Dude und *USB AVR Prog* von U.Radig (<http://www.ulrichradig.de/>).

Die Fuses sind wie folgt zu setzen: lfuse = 0xFF; hfuse = 0xDE; efuse = 0xFD

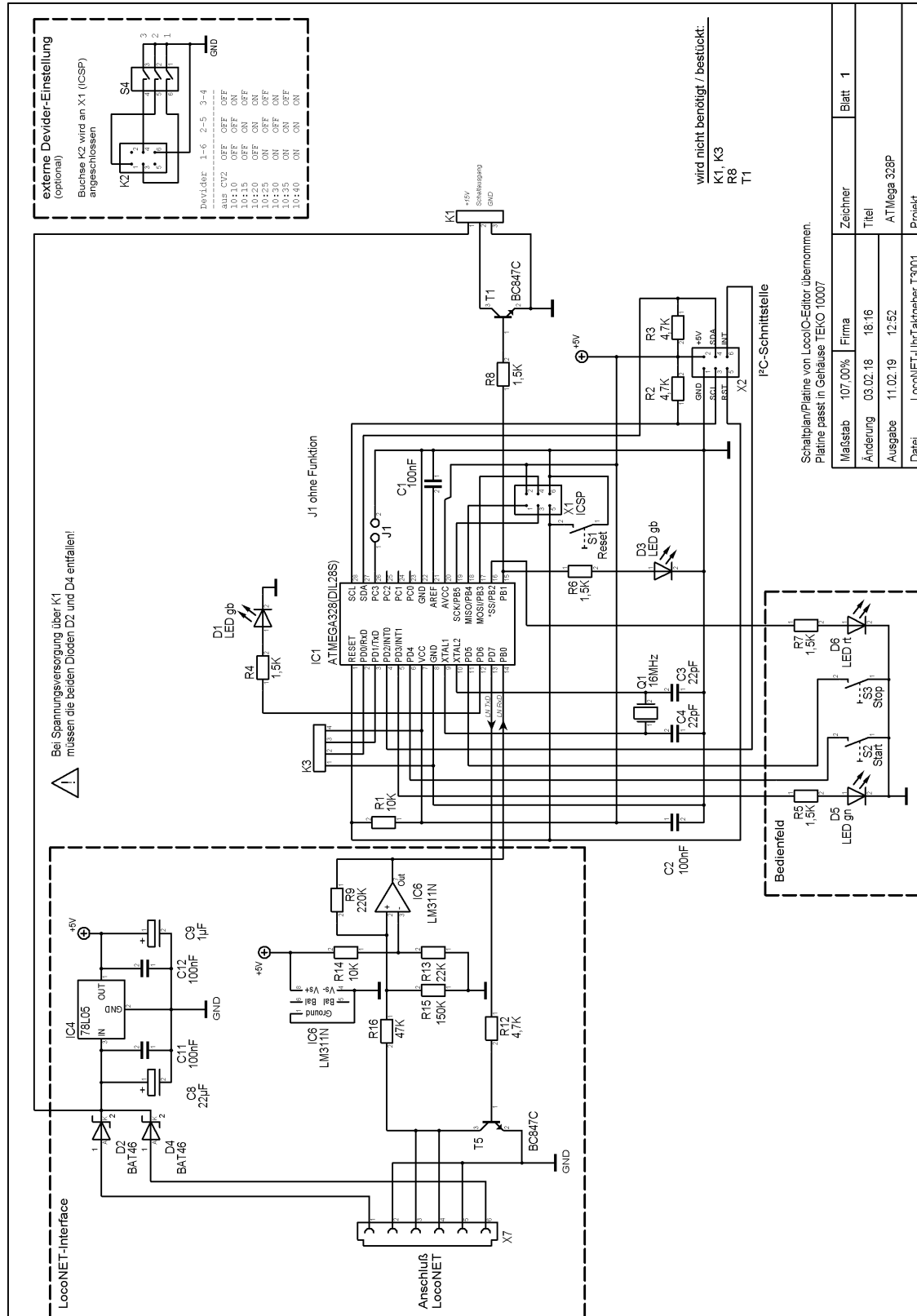
### 5.1 Versionsgeschichte

V1		initiale Erstellung
V2	24.08.2022	CV-Editor optimiert
	04.05.2024	Ergänzungen zu Software
	03.12.2024	Angabe zu Fuses hinzugefügt

## 6 Schaltpläne und Stücklisten

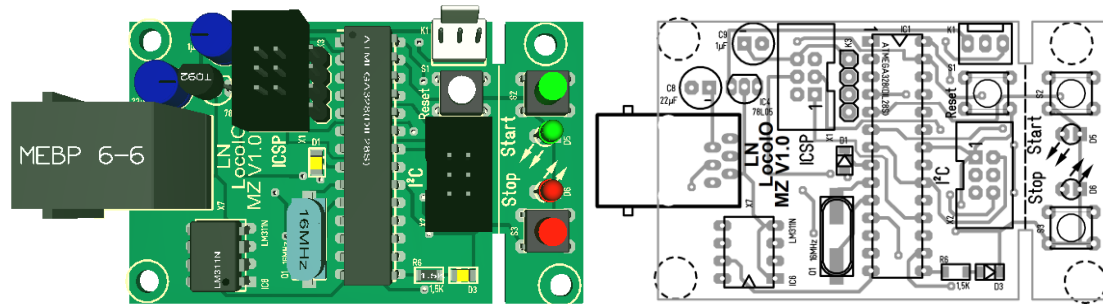
### 6.1 LocoNET®-Uhrenzentrale-StartStop

Die Platine entspricht der des LocoIO-SV-Editor, im Schaltbild wird der Keypad-Adapter nicht dargestellt – dieser wird nicht benötigt.





### 6.1.1 Stückliste LocoNET®-Uhrenzentrale-StartStop

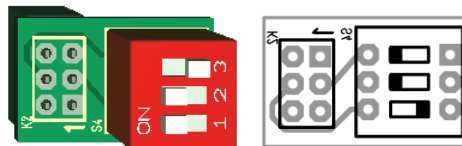


(Platine des LocoIO-SV-Editor ohne Keypad-Adapter)

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 54mm * 40mm, doppelseitig, V1.1 (ohne Keypad-Adapter)
4	C1, C2, C11, C12	X7R-G1206 100N	
2	C3, C4	NPO-G1206 22P	
1	C8	RAD 22/25	RM 2,5; Ø6mm
1	C9	RAD 1/63	RM 2,5; Ø6mm
2	D1, D3	SMD-LED 1206 GE	
2	D2, D4	BAT 46 SMD	
1	D5	LED 3MM 2MA GN	
1	D6	LED 3MM 2MA RT	
1	IC1	ATMEGA 328P-PU	
1	IC1	GS 28P-S	
1	IC4	µA 78L05	
1	IC6	LM 311 DIP	
1	K1	PSS 254/3G	
1	K1	PSK-KONTAKTE	
1	IC6	GS 8P	
1	Q1	16,0000-HC49-SMD	
2	R1, R14	SMD 1/4W 10K	
3	R2, R3, R12	SMD 1/4W 4,7K	
4	R4, R5, R6, R7	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	
2	S2, S3	TASTER 3301	
2	X1, X2	WSL 6G	X2 kann auch mit WSL 6W bestückt werden
1	X7	MEBP 6-6S	
1		TEKP 10007	Gehäuse

Hinweise:

- Die verwendete LocoIO-SV-Editor-Platine (hier ohne Keypad-Adapter) ist eine vielseitig verwendbare Platine, z.B. für LocoNET®-Notaus, LocoNET®-FastClock (Slave) oder anderes.  
Aus diesem Grund sind für die Funktion der LocoNET®-Uhrenzentrale-Start-Stop nicht alle Bauteile erforderlich (in der Stückliste oben nicht aufgeführte Bauelemente werden somit nicht benötigt und nicht bestückt)
- J1 bleibt offen

**6.1.2 Stückliste externe Divider-Einstellung**

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 12mm * 19mm, doppelseitig
K2	1	MPE 094-2-006	
S4	1	NT 03	
S4	1	GS 6P	Fassung für S4

Hinweise:

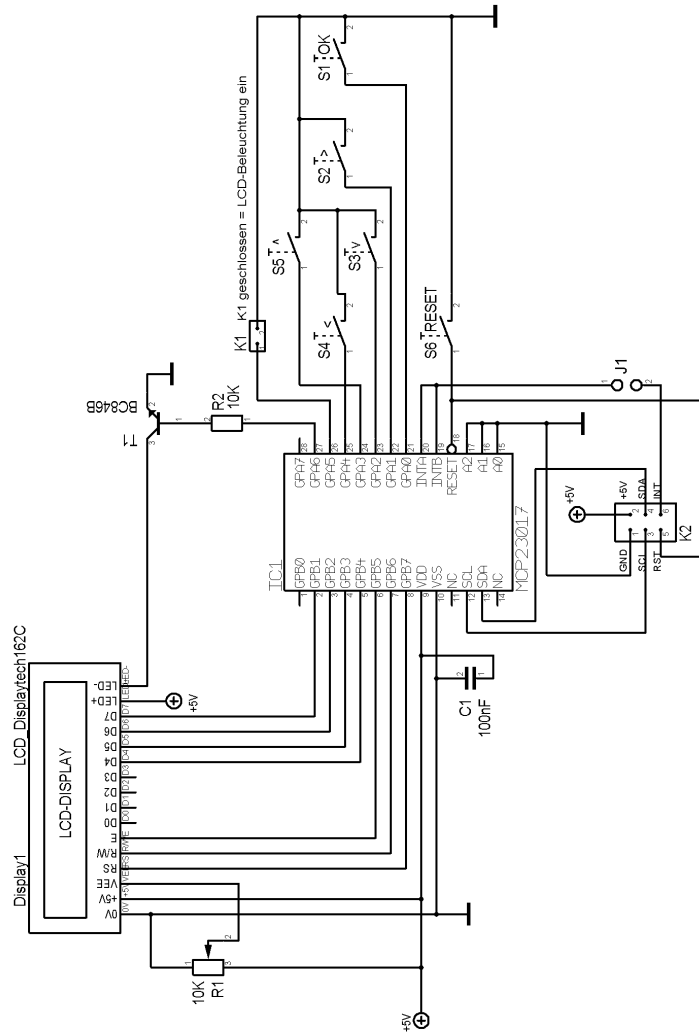
- Die zweipolige Buchsenleiste wird von unten, der DIP-Schalter mit IC-Fassung von oben bestückt.
- Kontaktbelegung und Aufbau sind so gestaltet, dass die Buchsenleiste in die ICSP-Fassung X1 gesteckt werden kann; der DIP-Schalter liegt dann oberhalb des ATMEGA328

**6.1.3 Externe Divider-Einstellung**

Divider	1-6	2-5	3-4
(fix)	OFF	OFF	OFF
10:10	OFF	OFF	ON
10:15	OFF	ON	OFF
10:20	OFF	ON	ON
10:25	ON	OFF	OFF
10:30	ON	OFF	ON
10:35	ON	ON	OFF
10:40	ON	ON	ON

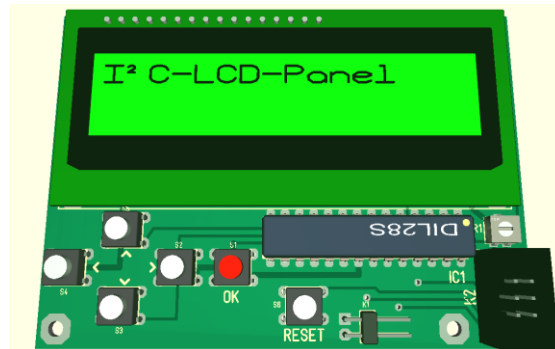
(fix) bedeutet hier: ein eingestellter Divider wird nicht an die Uhrenzentrale übertragen.

## 6.2 I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel



Maßstab	107,00%	Firma	Zeichner	Blatt
Änderung	09.06.17	16:17	Titel	
Ausgabe	09.06.17	16:20		
Datei	I2C-LCD-Anzeige (SMD) T3001			
Projekt				

Die I<sup>2</sup>C-LCD-Anzeige-Einheit (optional) wird für Inbetriebnahme oder Diagnose benötigt.



Die LCD-Anzeigeeinheit gibt es z.B. bei Reichelt:

<http://www.reichelt.de/Erweiterungsboards/ARDUINO-SHD-LCD/3/index.html?ACTION=3&LA=2&ARTICLE=159967&GROUPID=6669&artnr=ARDUINO+SHD+LCD>  
(ARDUINO SHD LCD)

Einen Bausatz für die LCD-Platine (jedoch ohne LCD-Modul) gibt es hier:

<https://www.exp-tech.de/module/lcd-controller/4560/adafruit-i2c/spi-character-lcd-backpack>  
(EXP-R15-028)

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>

### 6.2.1 Stückliste I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 84mm * 60mm, doppelseitig
1	C1	X7R-G1206 100N	
1	Display1	LCD 162C LED	Anschluss über MPE 094-1-016 und mit SL 1X40G 2,54 sinnvoll
1	IC1	MCP 23017-E/SP	I <sup>2</sup> C-Adresse: 0x20
1	IC1	GS 28P-S	
1	K1	SL 1X40G 2,54	Es werden insgesamt zwei Stifte benötigt, eine Leiste enthält 40 Stifte. Auch möglich: SL 1X40W 2,54
1	K2	WSL 6G	Auch möglich: WSL 6W
1	R1	23A-10K	
1	R2	SMD 1/4W 10K	
6	S1...S6	TASTER 3301	Kurzhubtaster
1	T1	BC 847C SMD	

Hinweise:

- J1 bleibt offen
- An K1 kann ein Schalter (Schließer) zur Steuerung der LCD-Beleuchtung angeschlossen werden.
- Es wird empfohlen, das Display mit 16 Stiften aus SL 1X40G 2,54 zu bestücken, auf der Platine wird dann als Gegenstück die Buchsenleiste MPE 094-1-016 (beides nicht in der Stückliste oben enthalten) verwendet. Das Display selbst kann mit Gewindeschrauben M2 an der Platine befestigt werden und so bei Bedarf problemlos ausgetauscht werden.
- Für die Verwendung des AdaFruit-RGB-LCD-Shields (I<sup>2</sup>C-Adresse: 0x20) gilt:
  - o Das Shield ist zur direkten Verwendung mit einem Arduino vorgesehen: der I<sup>2</sup>C-Anschluss (K2) ist mit Einzeldrähten herzustellen (siehe die zugehörige Anleitung).
  - o Das Shield besitzt keinen Anschluss K1: ein Schalter bzw. Drahtbrücke ist direkt zwischen Pin 26 des MCP23017 und GND anzuschließen.

Meine I<sup>2</sup>C-LCD-Anzeige-Einheit habe ich in ein Gehäuse aus zwei Halbschalen (Bestellnummer bei Reichelt: SD10) mit einem seitlichen SUB-D9-Stecker für den Anschluss an den I<sup>2</sup>C-Bus montiert.

Die Anzeigeeinheit ist auf diese Art universell auch für viele Anwendungen einsetzbar:

- AVR-Sound
- Intervaluino
- LocoNET-UhrTaktgeber
- LocoIO-SV-Editor
- Relaisblock
- Stellwerk
- Uhrenzentrale (Start-Stop)



Der Anschluss der I<sup>2</sup>C-Bedientafel an das UhrTaktgeber-Modul kann komfortabel über Flachbandkabel erfolgen.

In meinem Fall habe ich den I<sup>2</sup>C-Anschluss mit einem SUB-D9-Stecker über ein Stück Flachbandkabel verbunden:



Das Anzeige-Modul ist so über den SUB-D9-Stecker an andere Geräte (siehe Kasten oben) angeschlossen werden.

## 7 Experten-Informationen

### 7.1 Kommunikation: LocoNET®-Telegramme

*Die genaue Kenntnis der verwendeten Telegramme ist nur für Diagnosezwecke erforderlich und dient hier zusätzlich als Dokumentation. Weil – irgendwo muss ich das ja beschreiben...*

LocoNET®-UhrTaktgeber empfängt und sendet Telegramme mit den OP-Codes

- OPC\_SW\_REP                      0xB1
- OPC\_PEER\_XFER                0xE5

Die Telegramme werden in der LocoNET®-Spezifikation (<https://www.digitrax.com/support/loconet/loconetpersonaledition.pdf>) beschrieben, das Telegramm für OPC\_PEER\_XFER ist hier [http://embeddedloconet.sourceforge.net/SV\\_Programming\\_Messages\\_v13\\_PE.pdf](http://embeddedloconet.sourceforge.net/SV_Programming_Messages_v13_PE.pdf) beschrieben und verwendet das **Format 2**, folgt jedoch nicht der Empfehlung **2.2.6) Standard SV/EEPROM Locations** für die Verwendung von SV1...SV3.