

**Dipl.-Ing. Michael Zimmermann**

Buchenstr. 15  
42699 Solingen

☎ 0212 46267

🌐 <https://kruemelsoft.hier-im-netz.de>

✉ [BwMichelstadt@t-online.de](mailto:BwMichelstadt@t-online.de)

**Michelstadt (Bw)**

## Uhrenzentrale

Hardware Version 1

Software Version 10

© 2019 – 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	Uhrenzentrale.....	4
1.1	Betriebsmöglichkeiten.....	5
1.1.1	Uhrenzentrale (auch: FastClock-Master) .....	5
1.1.2	Bedarfsgerecht – es geht auch minimalistisch .....	5
1.1.3	Nebenuhr (FastClock-Slave) .....	6
2	Anschluss und Bedienung.....	6
2.1	Anschluss ... ..	6
2.1.1	– einfach mit Tochteruhr.....	7
2.1.2	– mit optionaler Fernbedienung und Tochteruhr .....	7
2.1.3	– mit optionaler Fernbedienung, digitaler Nebenuhr und Tochteruhr.....	8
2.1.4	– mit optionaler Fernbedienung, digitaler Nebenuhr und ohne analoge Uhr .....	8
2.2	... und Bedienung.....	9
2.2.1	Betrieb als Uhrenzentrale (auch FastClock-Master) .....	9
2.2.2	Betrieb als Nebenuhr (FastClock-Slave) .....	10
3	Konfiguration.....	11
3.1	Übersicht aller verwendeten CVs .....	11
3.2	Tabelle der CVs.....	12
3.3	Inbetriebnahme mit der (I <sup>2</sup> C-LCD-)Bedientafel .....	13
3.4	Funktionen.....	14
3.4.1	Betrieb .....	14
3.4.1.1	Uhrenzentrale (FastClock-Master) .....	14
3.4.1.2	Nebenuhr (FastClock-Slave) .....	14
3.4.2	Inbetriebnahme.....	14
3.4.2.1	CV.....	14
3.4.2.2	I <sup>2</sup> C-Scan.....	14
3.4.3	FastClock.....	15
3.4.3.1	Ändern der Stunde .....	15
3.4.3.2	Ändern der Minute.....	15
3.5	Menüstruktur .....	16
3.6	Einstellung und Bedienung an der Zentrale .....	18
3.6.1	RocRail .....	18
3.6.1.1	Einstellungen an der LocoNET®-Zentrale .....	18
3.6.1.2	Bedienung der Uhr .....	18
4	Hardware.....	19
5	Software .....	19
5.1	HEX-Dateien .....	19
5.2	Quellcode .....	19
5.3	Den AVR flashen .....	20
5.4	Versionsgeschichte .....	20
6	Schaltpläne und Stücklisten .....	21
6.1	Uhrenzentrale („LN-Universal“) .....	23
6.1.1	Stückliste Uhrenzentrale .....	24
6.1.2	Stückliste Konstantstromquelle.....	25
6.2	Taktsignal-Leistungsteil .....	26
6.2.1	Stückliste Taktsignal-Leistungsteil.....	27
6.3	LocoNET®-Verteiler LN-V4-6 .....	28
6.3.1	Stückliste LocoNET®-Verteiler LN-V4-6 .....	29
6.4	I <sup>2</sup> C-LCD-Bedientafel .....	30
6.4.1	Stückliste I <sup>2</sup> C-LCD-Bedientafel.....	31
6.5	I <sup>2</sup> C-OLED-Bedientafel.....	33
6.5.1	Stückliste I <sup>2</sup> C-OLED-Bedientafel .....	34

7	Experten-Informationen.....	36
7.1	Kommunikation: LocoNET®-Telegramme .....	36

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 Uhrenzentrale

Einige DCC-Zentralen sind in der Lage, eine Modellbahnuhr zu steuern und deren Zeit und Takt (eben nicht 1:1) ausgeben zu können. Dieses Zeitsignal (FastClock) wird über ein spezielles LocoNET®-Telegramm versendet und kann in einer entsprechenden Tochter- bzw. Nebenuhr ausgewertet werden.

Die Tochteruhren unserer Modellbahngruppe haben einen **Uhrendecoder** nach O.Spannekrebs. Dieser reagiert nicht auf ein FastClock-Telegramm, sondern erwartet auf Lokadresse 250 im Stelltakt der Uhrenzentrale einen Wechsel der Funktion F1.

Aktuell kann nur die Software **RKDCC** zusammen mit der **Frankenzentrale** solche Uhren ansteuern, da hier ein entsprechendes Softwarepaket integriert ist.

In der heutigen Zeit wird es zunehmend schwieriger, für die Software **RKDCC** passende Rechner zu bekommen (benötigt wird neben MSDOS 6.2 eine echte serielle und parallele Schnittstelle zum Anschluss der **Frankenzentrale**).

Die hier beschriebene neue Uhrenzentrale ist in der Lage, auf mehrere Arten ein Zeitsignal für Tochter- bzw. Nebenuhren zu generieren:

- konform zu **RKDCC/Frankenzentrale** auf einem eigenen separaten LocoNET®-Strang. An diesem LocoNET®-Strang können dann unsere Tochteruhren - und nur diese (keine anderen LocoNET®-Teilnehmer!) - mit dem **Uhrendecoder** nach O.Spannekrebs betrieben werden.
- direkt: der Anschluss der Tochteruhren erfolgt direkt, in der Tochteruhr wird dann kein **Uhrendecoder** nach O.Spannekrebs benötigt.

... der Anschluss dieser Uhren erfolgt in beiden Fällen über den RJ12-Anschluss für die Tochteruhren (und nie am LocoNET®-Anschluss!) ...

- und in der Betriebsart ‚direkt‘ ist diese Uhrenzentrale immer auch ein FastClock-Master: hier wird über einen separaten LocoNET®-Anschluss (nicht der für die Tochteruhren!) ein FastClock-Telegramm versendet, damit FastClock-fähige Nebenuhren angesteuert werden können.

Weiterhin ist für die Steuerung der Uhrenzentrale eine optionale [Fernbedienung](#) über das LocoNET® verfügbar.

## 1.1 Betriebsmöglichkeiten

Unabhängig von der Ausgabeart wird zur Verbindung der Uhrenzentrale mit den Tochter- und/oder Nebenuhren immer ein Standard-LoCoNET<sup>®</sup>-Kabel mit RJ12-Steckern verwendet.

### 1.1.1 Uhrenzentrale (auch: FastClock-Master)

... wird eingestellt über:

- CV9 Bit2 = 0

Der Teilertakt wird über

- CV2

eingestellt. Eine Änderung im Steuerungsmodus ist auch möglich.

Das Ausgabeformat am Ausgang des Leistungsteils kann über

- CV10 Bit4

eingestellt werden:

CV10 Bit4	Ausgangssignal
0	es wird ein <b>DCC</b> -konformes Signal erzeugt, auf das die am Uhrenaussgang angeschlossenen Tochteruhren mit einem <b>Uhrendecoder</b> nach O.Spannekrebs reagieren. (Decoder-Adresse 250, Wechsel der Funktion F1)
1	es wird das <b>Taktsignal</b> direkt erzeugt, die Tochteruhr wird dann direkt (ohne <b>Uhrendecoder</b> !) am Uhrenaussgang angeschlossen.

In der Betriebsart **FastClock-Master** werden am separaten LoCoNET<sup>®</sup>-Anschluss (nicht am Uhrenaussgang!) immer auch FastClock-Telegramme (OpCode = 0xEF / OPC\_WR\_SL\_DATA) versendet.

### 1.1.2 Bedarfsgerecht – es geht auch minimalistisch

Wem jetzt die Betriebsart **FastClock-Master** genügt und wer keine zusätzliche Ansteuerung von Tochteruhren benötigt, der kann auf die Hardware von

- [Taktsignal-Leistungsteil \(Kapitel 6.2\)](#) und
- [LoCoNET<sup>®</sup>-Verteiler \(Kapitel 6.3\)](#)

verzichten.

Da aber durch den Wegfall des Leistungsteils die 5V-Spannungserzeugung für die Prozessorplatine fehlt, sind nachfolgende Ergänzungen / Einbauten erforderlich:

- die Bauteile D4, D5, C16...C19 und IC4 sind zu bestücken. Die erforderliche Versorgungsspannung von 5V wird dann aus dem LoCoNET<sup>®</sup>-Anschluss erzeugt. Um hier eine zu große Belastung zu vermeiden, sollte die Hintergrundbeleuchtung des LCD abgeschaltet werden (K1 auf dem LCD-Panel offen).
- die 12V-Einspeisebuchse K7 entfällt.

### 1.1.3 Nebenuhr (FastClock-Slave)

... wird eingestellt über:

- CV9 Bit2 = 1

Die Einstellung von

- CV10 Bit4

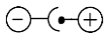
bleibt unberücksichtigt und wird als gesetzt angenommen. Am Leistungsteil wird daher immer das Taktsignal direkt ausgegeben, die Tochteruhr wird dann direkt (ohne **Uhrendecoder**!) an die Uhrenzentrale angeschlossen.

In der Betriebsart **Nebenuhr** wird auf die FastClock-Telegramme (OpCode = 0xE7 / OPC\_SL\_RD\_DATA) reagiert. **DCC**-Telegramme entsprechend dem **Uhrendecoder** nach O.Spannekrebs werden nicht ausgewertet.

## 2 Anschluss und Bedienung

### 2.1 Anschluss ...

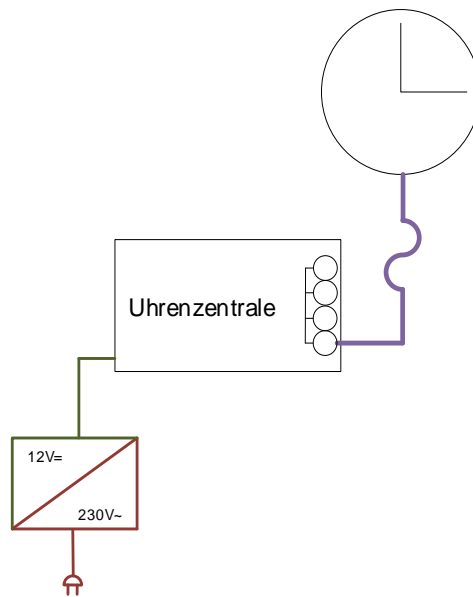
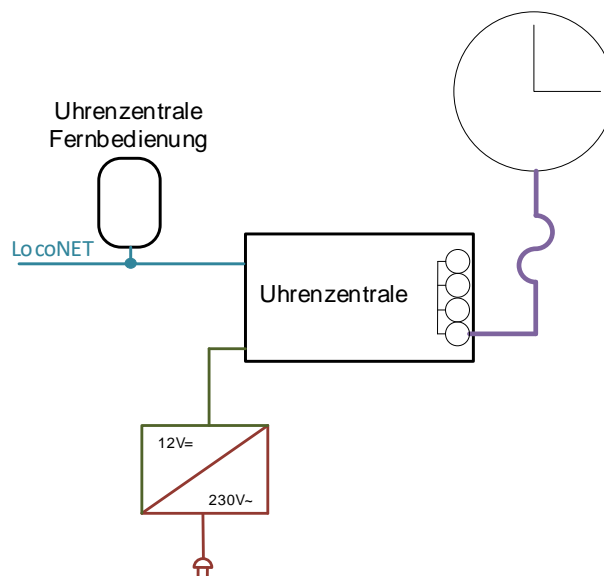
Der Aufbau und Anschluss der Uhrenzentrale ist denkbar einfach:

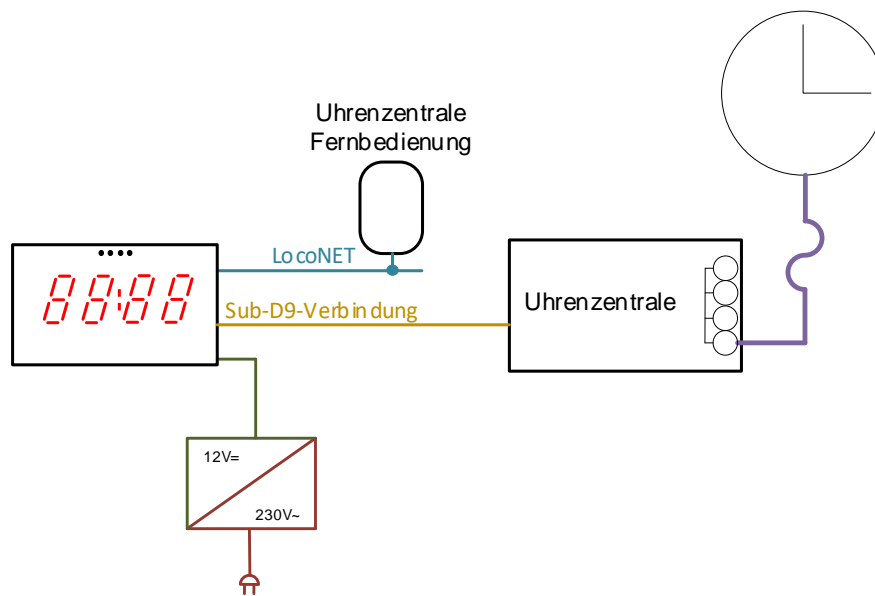
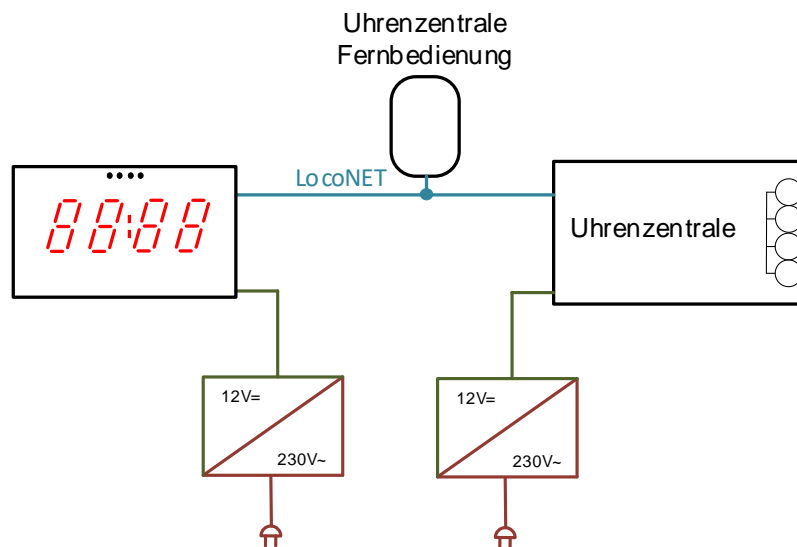
- Anschluss der 12V-Gleichspannungsversorgung, z.B. ein Steckernetzteil 12V-DC/0,5A.  
Meine Uhrenzentrale hat für die Spannungsversorgung eine Hohlbuchse (Ø-Mittenstift 2,1mm), der Mittenstift ist der ,+'-Anschluss: 
- Anschluss der Tochteruhr(en) mit einem LocoNET®-Kabel über einen der vier RJ12-Buchsen. Es können bis zu vier Tochteruhren direkt angeschlossen werden, für weitere Uhren wird ein (Standard-) LocoNET®-Verteiler benötigt.



Es ist darauf zu achten, dass:

- das Tochteruhrwerk auf **12V** (und nicht auf 24V) eingestellt ist
- nach dem Anschluss einer Tochteruhr mit der Anzeige **E** im Display der Uhrenzentrale die Zeigerstellung auf einer geraden und bei **0** auf einer ungeraden Minute steht.
- Für eine Fernbedienung steht eine (optionale) [Fernbedienung](#) zur Verfügung, diese wird über LocoNET® mit der Uhrenzentrale verbunden.
- Wird für den Betrieb mit LocoNET® ein separates LocoNET® aufgebaut/verwendet, so ist über S1 die Konstantstromquelle für das LocoNET® zu aktivieren.

**2.1.1 – einfach mit Tochteruhr****2.1.2 – mit optionaler Fernbedienung und Tochteruhr**

**2.1.3 – mit optionaler Fernbedienung, digitaler Nebenuhr und Tochteruhr****2.1.4 – mit optionaler Fernbedienung, digitaler Nebenuhr und ohne analoge Uhr**



## 2.2... und Bedienung

Die Bedienung der Uhrenzentrale ist denkbar einfach:

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

Uhrenzentrale Version 10    xxxx
-------------------------------------

Wird anschließend nicht automatisch in den Steuerungsmodus gewechselt (abhängig von CV3), so ist dieser Wechsel manuell durchzuführen:

- mit dem Taster **V** zum Menüpunkt „Betrieb?“ und anschließend
- mit dem Taster **>** in den Steuerungsmodus wechseln.

### 2.2.1 Betrieb als Uhrenzentrale (auch FastClock-Master)

Devicer 10:nn   E xxxx: yyyyyyy?
-------------------------------------

In dieser Anzeige wird angezeigt:

- der aktuelle Teiler 10:nn
- die Stellung der „Zeiger“:  
E=Even=gerade Minute  
O=Odd=ungerade Minute
- der aktuelle Status („Stopped“ oder „Running“)

Ist CV10 Bit1 gesetzt, wird anstelle des Wortes „Devicer“ die FastClock-Zeit angezeigt:

16:31   10:nn   E xxxx: yyyyyyy?
-------------------------------------

Mit den Tasten

- **OK** wird die Uhr gestartet bzw. gestoppt
- **<** wird zur Menübedienung zurückgekehrt

Wenn CV10 Bit0 (Freigabe Änderungen des Teilertakt im Steuerungsmodus) gesetzt ist, kann mit den Tasten

- **^** der Teiler vergrößert werden, die Uhren laufen dann schneller, maximaler Wert ist hier 99.
- **v** der Teiler verkleinert werden, die Uhren laufen dann langsamer minimaler Wert ist hier 10. Das entspricht dem Realzeittakt.

<sup>1</sup> xxxx = Betriebsart: DCC≙ FastClock-Ausgabe und Signal gemäß **Uhrendecoder**; Takt≙direktes Uhrensignal

### 2.2.2 Betrieb als Nebenuhr (FastClock-Slave)

Ist die Uhrenzentrale mit einem LocoNET® verbunden, in dem ein anderer FastClock-Master vorhanden ist, dann kann die Uhrenzentrale auch als FastClock-Slave betrieben werden. In diesem Fall werden die entsprechenden FastClock-Telegramme (gesendet von einem FastClock-Master, z.B. einer FastClock-fähigen Zentrale) ausgewertet und zum Erzeugen des Uhrentaktes verwendet.

FC-Slave Status xxxx-1:tt-s-eeee
-------------------------------------

In dieser Anzeige wird mit

- xxxx die Anzahl empfangener FastClock-Telegramme
- tt der an der Zentrale eingestellter Teiler
- s der Sync-Status (0 oder 1) und
- eeee die Angabe Even oder Odd des Minutenwertes angezeigt.

Mit der Taste

- < wird zur Menübedienung zurückgekehrt

### 3 Konfiguration

#### 3.1 Übersicht aller verwendeten CVs

CV	Bedeutung
1	Eindeutige Identifikationsnummer 1...126, Standard = 1
2	Uhrtakt-Teiler 10:nn. Der Wert nn (10...99) gibt an, um welchen Faktor der Uhrentakt gegenüber dem normalen Takt einer Uhr schneller geht. Standard = 30 <i>30 bedeutet einen Takt von 10:30 (1:3), d.h., der Taktgenerator ist dreimal schneller als eine normale Uhr.</i>
3	Wartezeit in Sekunden (0...9) bis zum automatischen Wechsel in den Steuerungsmodus. Ein Wert von 0 verhindert den automatischen Wechsel. Standard = 3
4	Wird nicht verwendet.
5	Wird nicht verwendet.
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	11 = Kennung „Uhrenzentrale“, nur lesbar
9	Allgemeine Konfiguration als FastClock-Slave: Bit 0 = --- Bit 1 = --- Bit 2 = 0 = FastClock-Master 1 = FastClock-Slave <i>nach einer Änderung ist ein Neustart erforderlich!</i> <i>Ist CV9 Bit2=0, ist die Uhrenzentrale zusätzlich immer auch direkter FastClock-Master.</i> Bit 3 = FastClock-Slave läuft nach Initialisierung intern weiter Bit 4 = FastClock-Telegramme von JMRI unterstützen Bit 5 = FastClock-Slave Phasenlage für lokale Nebenuhr invertieren <i>wird auch bei direkter Uhrentaktausgabe verwendet (CV10 Bit4=1)</i> Bit 6 = --- Bit 7 = --- Standard = 00000000 (=0) <i>Wird bei Erst-IBN eingestellt und sollte danach nicht mehr geändert werden.</i>

10	<p>Allgemeine Konfigurationen 1:</p> <p>Bit 0 = Freigabe Änderungen des Teilertakt im Steuerungsmodus</p> <p>Bit 1 = Im Betrieb: Anzeige der FastClock-Zeit anstelle von „Devier“ wenn CV9 Bit2 = 0 (FastClock-Master)</p> <p>Bit 2 = ---</p> <p>Bit 3 = ---</p> <p>Bit 4 = 0 = Ausgabe eines DCC-Signales am Leistungsteil (für einen <b>Uhrendecoder</b> nach O.Spannekrebs)</p> <p>1 = Ausgabe des Uhrentaktes am Leistungsteil</p> <p><b>nach einer Änderung ist ein Neustart erforderlich!</b></p> <p>Bit 5 = ---</p> <p>Bit 6 = ---</p> <p>Bit 7 = ---</p> <p>Standard = 00010000 (=16)</p> <p><i>Wird bei Erst-IBN eingestellt und sollte danach nicht mehr geändert werden.</i></p>
11	<p>LocoNET®-Adresse für <i>Uhr starten</i>, 0...2048, Standard = 671</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>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>):</p> <p>Umschalter und Ausgang Festkontakt</p> </div>

### 3.2 Tabelle der CVs

CV	Wert	Aktueller/mein Wert
1	1	
2	30	
3	3	
4	0	
5	0	
6	0	
7	10	
8	11	
9	00000000	
10	00010000	00010011
11	671	

### 3.3 Inbetriebnahme mit der (I<sup>2</sup>C-LCD-)Bedientafel

Mit Hilfe der integrierten *Bedientafel* wird die Uhrenzentrale konfiguriert und bedient.

Eine Konfiguration vor dem ersten Einsatz der Uhrenzentrale ist normalerweise nicht erforderlich, da hier die Standardeinstellungen ausreichen.

Über diese Bedientafel können

- die Uhren gestartet und gestoppt werden
- die CVs (Einstellungen) ausgelesen bzw. geändert werden

Nach dem Einschalten der Uhrenzentrale erscheint auf dem Display die folgende Information<sup>2</sup>:

Uhrenzentrale
Version 10    xxxx

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

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
- ▼ wechselt zur nächsten Auswahl

Die Taste **OK** wird für Start und Stopp bzw. Bestätigungen oder Speicherfunktionen benötigt.

---

<sup>2</sup> xxxx = Betriebsart: DCC ≙ FastClock-Ausgabe und Signal gemäß **Uhrendecoder**; Takt ≙ direktes Uhrensignal

### 3.4 Funktionen

Für alle Funktionen gilt:

in den einzelnen Dialogen erfolgen alle Eingaben / Änderungen / Navigation

- über die Cursortasten **^** und **v** bzw. **<** und **>** (siehe auch Kapitel [3.5 Menüstruktur](#))

#### 3.4.1 Betrieb

##### 3.4.1.1 Uhrenzentrale (FastClock-Master)

Siehe Kapitel [2.2.1 Betrieb als Uhrenzentrale \(auch FastClock-Master\)](#)

##### 3.4.1.2 Nebenuhr (FastClock-Slave)

Siehe Kapitel [2.2.2 Betrieb als Nebenuhr \(FastClock-Slave\)](#)

#### 3.4.2 Inbetriebnahme

Innerhalb dieser Funktion stehen verschiedene Inbetriebnahme und Diagnose-routinen zur Verfügung.

##### 3.4.2.1 CV

In dieser Funktion können CV-Werte angezeigt oder geändert werden:

CV xx . . . . .
y

Es bedeuten:

xx = Nummer der CV

y = Wert der CV

. . . . . = Kurztext zur CV-Beschreibung

ro = CV ist schreibgeschützt und kann nicht geändert werden

Die anzuzeigende / zu ändernde CV kann mit den Tasten **^** bzw. **v** ausgewählt werden.

Mit **>** wird in den Änderungsmodus gewechselt:

CV xx . . . . .
>y

Der Wert y kann mit den Tasten **^** bzw. **v** geändert werden. Bei einem Bit-Wert wird mit **>** die zu ändernde Bitposition gewählt.

Der Wert wird mit **OK** gespeichert, im Erfolgsfall erscheint der Text stored.

Eine Besonderheit ist CV 7: 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!).

Eine Aufstellung mit Bedeutung der einzelnen CVs ist in Kapitel [3.1 Übersicht aller verwendeten CVs](#) zu finden.

##### 3.4.2.2 I²C-Scan

Mit dieser Funktion können die Adresse aller am internen I²C-Bus angeschlossenen Teilnehmer aufgelistet werden. Diese Funktion ist nur bei Gerätestörungen sinnvoll nutzbar und hat für den eigentlichen Betrieb keinen Nutzen (werden die benötigten Busteilnehmer nicht gefunden, kann die Uhrenzentrale nicht sinnvoll arbeiten...):

I2C-Scan y
---------------

Mit **v** wird die nächste Adresse gelistet, werden keine weiteren Busteilnehmer gefunden, wird fertig angezeigt.

### 3.4.3 FastClock

Mit dieser Funktion wird die aktuelle durch ein FastClock-Telegramm versendete Uhrzeit angezeigt:

FastClock 16:31
--------------------

Die Uhrzeit wird mit jeder Zeitänderung aktualisiert.

#### 3.4.3.1 Ändern der Stunde

Mit Betätigung der Taste **>** wird in die Stundenanzeige verzweigt.

Stunde s
-------------

Mit **>** wird in den Änderungsmodus gewechselt<sup>3</sup>:

Stunde >s
--------------

mit **^** bzw. **v** wird der Wert geändert, mit **OK** wird der angezeigte Wert gespeichert.

Dieser Wert ist dann die aktuelle Stunde, und wird für das nächste FastClock-Telegramm verwendet.

#### 3.4.3.2 Ändern der Minute

Mit Betätigung der Taste **>** wird in die Minutenanzeige verzweigt.

Minute m
-------------

Mit **>** wird in den Änderungsmodus gewechselt<sup>3</sup>:

Minute >m
--------------

mit **^** bzw. **v** wird der Wert geändert, mit **OK** wird der angezeigte Wert gespeichert.

Dieser Wert ist dann die aktuelle Minute, und wird für das nächste FastClock-Telegramm verwendet.

<sup>3</sup> Nicht bei Betrieb als Nebenuhr/FastClock-Slave

### 3.5 Menüstruktur

(nachfolgend dargestellte Menü-Struktur ist für die LCD-Bedientafel gültig, die Anzeige/Textanordnung weicht von der auf der OLED-Bedientafel ab)

```
Uhrenzentrale
Version 10   xxxx
```

^      v

```
Betrieb?
```

^      v

*Anzeige als Uhrenzentrale (FastClock-Master):*

```
> Devider4 10:nn  E
< xxxx: yyyyyyy?  OK
```

Zustandswechsel:  
Stop→Run bzw. Run→Stop

xxxx = aktueller Zustand der Uhrenzentrale

yyyyyy = Wechsel in den neuen Zustand mit **OK**

nn = aktuell verwendeter Takteiler

O oder E = zeigt eine ungerade oder gerade Minute an

^      v

Wenn CV10 Bit0 gesetzt ist, kann:

- mit ^ der Teiler erhöht werden (Uhren laufen schneller)
- mit v der Teiler erniedrigt werden (Uhren laufen langsamer)

*Anzeige als Nebenuhr (FastClock-Slave):*

```
FC-Slave Status
xxxx-1:tt-s-eeee
```

xxxx = Anzahl empfangener FastClock-Telegramme

tt = an der Zentrale eingestellter Teiler

s = Sync-Wert (0 oder 1)

eeee = Angabe Even oder Odd des Minutenwertes

<sup>4</sup> Oder: Anzeige der FastClock-Zeit (Abhängig von CV10 Bit1)





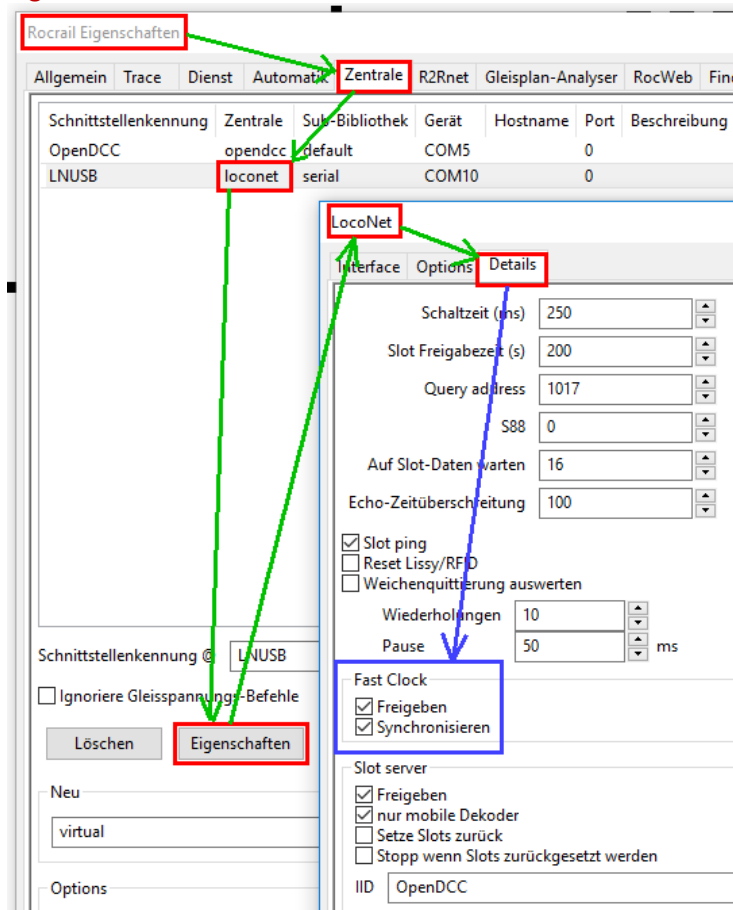
## 3.6 Einstellung und Bedienung an der Zentrale

### 3.6.1 RocRail

FastClock-Telegramme werden von RocRail über das LocoNET® versendet.

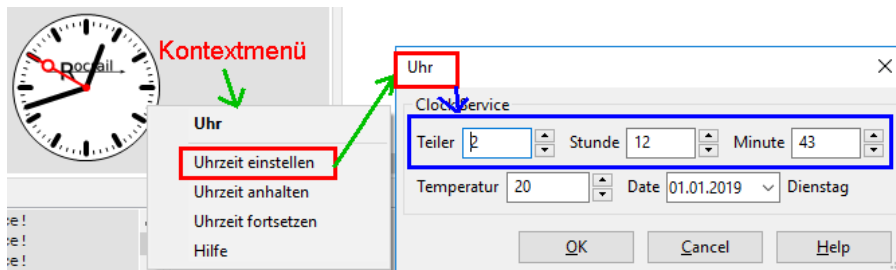
#### 3.6.1.1 Einstellungen an der LocoNET®-Zentrale

Menü: **Datei** → **Rocrail Eigenschaften...** → **Tab Zentrale** → **Zentrale „loconet“** → **Schaltfläche Eigenschaften**



#### 3.6.1.2 Bedienung der Uhr

Kontextmenü an der Uhr öffnen: **Uhrzeit einstellen**



Anmerkungen:

- es sind nur ganzzahlige Teiler einstellbar
- Uhrzeit anhalten / fortsetzen ist nur möglich, wenn der Teiler > 1 ist.

## 4 Hardware

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

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 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.

Die Software wurde mit der Entwicklungsumgebung für die frei verfügbare [Arduino-IDE](#) erstellt.

Die gesamte Software ist gemäß der zugehörigen Lizenz verfügbar.

### 5.1 HEX-Dateien

Im GitHub-Repository befinden sich im Ordner „Hexfiles“ (<https://github.com/Kruemelbahn/Uhrenzentrale/tree/main/Hexfiles>) die bereits mit dem Quellcode kompilierten HEX-Dateien. Diese Hex-Dateien können mit einem AVR-Programmiergerät auf den Prozessor geladen werden (siehe [Kapitel 5.3 Den AVR flashen](#)).

Die Namensgebung der Dateien bezeichnet die Ausbaustufe der Software:

- „lcd“: kennzeichnet die Verwendung mit einem LCD
- „oled“: kennzeichnet die Verwendung mit einem OLED

### 5.2 Quellcode

Der Quellcode im Hauptverzeichnis (<https://github.com/Kruemelbahn/Uhrenzentrale>) ist genau wie meine zugehörigen Bibliotheken unter GitHub verfügbar.

Der Quellcode wird nur benötigt, wenn

- Man neugierig ist
  - Oder den Quellcode ändern und somit neu kompilieren möchte.
- Zum Kompilieren wird die aktuelle Arduino-IDE benötigt.

In der Datei Uhrenzentrale.ino kann die Ausbaustufe festgelegt werden:

```
#define LCD           Ausgabe auf LCD, nicht zusammen mit OLED
#define OLED         Ausgabe auf OLED, nicht zusammen mit LCD
```

Für eine erfolgreiche Kompilierung sind nachfolgende Arduino-Bibliotheken erforderlich:

#### Arduino-Library

#### (Link)

Adafruit-GFX-Library\_master

<https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library>

Adafruit\_LED\_Backpack\_Library\_master

[https://github.com/adafruit/Adafruit\\_LED\\_Backpack](https://github.com/adafruit/Adafruit_LED_Backpack)

Adafruit\_RGB\_LCD\_Shield\_Library\_master

<https://github.com/adafruit/Adafruit-RGB-LCD-Shield-Library>

Bounce2mcp

<https://github.com/cosmikwolf/Bounce2mcp>

LocoNET®

<http://mrrwa.org/loconet-interface/>

MemoryFree

<http://www.arduino.cc/playground/Code/AvailableMemory>

PCF8574 <https://github.com/RobTillaart/PCF8574>

HeartBeat

LCDPanel

*erfordert: Adafruit-GFX-Library*

LocoNetKS

*erfordert: LocoNET®*

OLEDPanel

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

### 5.3 Den AVR flashen

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/>).

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

### 5.4 Versionsgeschichte

V1		initiale Erstellung
V2		Erweiterung der Startanzeige
V3		Umstellung auf OPC_PEER_XFER-Telegramme, Uhr starten und anhalten auch über LocoIO-Befehle
V4	20.12.2020	Bugfix für OPC_PEER_XFER-Telegramme
V5	18.03.2021	Update für B0/B1/B2-Telegramme
	29.06.2022	Kapitel 2.1 ergänzt
V6	24.08.2022	CV-Editor optimiert
	16.06.2023	Links und Fehler korrigiert
	26.06.2023	redaktionelle Korrekturen zu FastClock-Master
V7	28.06.2023	Korrekturen nach Softwarebugfix
	12.10.1023	Kapitel 1.1.1: neuer Hinweis auf reinen Betrieb als FastClock-Master
V8	23.10.2023	Korrektur für FastClock-Telegramme, die von JMRI gesendet werden
	09.12.2023	Kapitel 4 „Software“ aktualisiert
V9	20.12.2023	Korrektur der FastClock-Telegramme, die von der Uhrenzentrale gesendet werden, FastClock-Telegrammauswertung optimiert
	22.02.2024	Beschreibung zum Aufbau einer minimalem Uhrenzentrale hinzugefügt
V10	30.04.2024	im Betrieb: Anzeige der FastClock-Zeit anstelle des Textes „Devider“ (CV10 Bit1), redaktionelle Korrekturen
	14.05.2024	Kapitel 3.4 „Funktionen“ ergänzt
	23.08.2024	Kapitel 5 ergänzt
	21.09.2024	Links korrigiert, redaktionelle Korrekturen
	03.12.2024	Angabe zu Fuses hinzugefügt
	16.01.2024	Ersatztyp für N1 auf dem Taktsignal-Leistungsteil benannt

## 6 Schaltpläne und Stücklisten

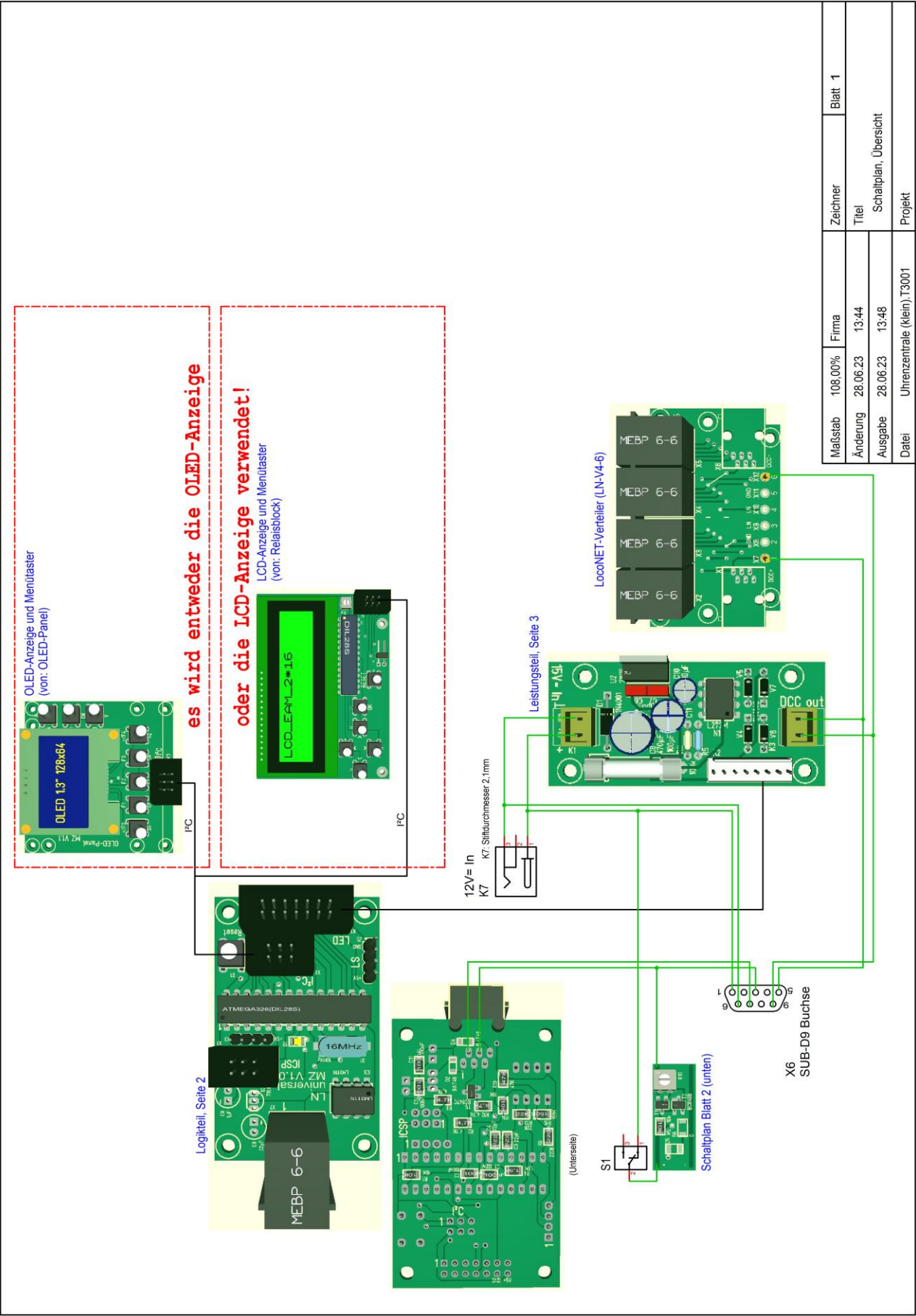
*Es wurden hier bereits vorhandene Platinen eingesetzt und für die Uhrenzentrale verwendet.*

*Bestellnummern beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf den Lieferanten Reichelt (<https://reichelt.de>). Es kann nicht sichergestellt werden, dass die in den Stücklisten genannten Bestellnummern aktuell sind, diese können geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.*

Die Uhrenzentrale besteht aus insgesamt vier verschiedenen Komponenten:

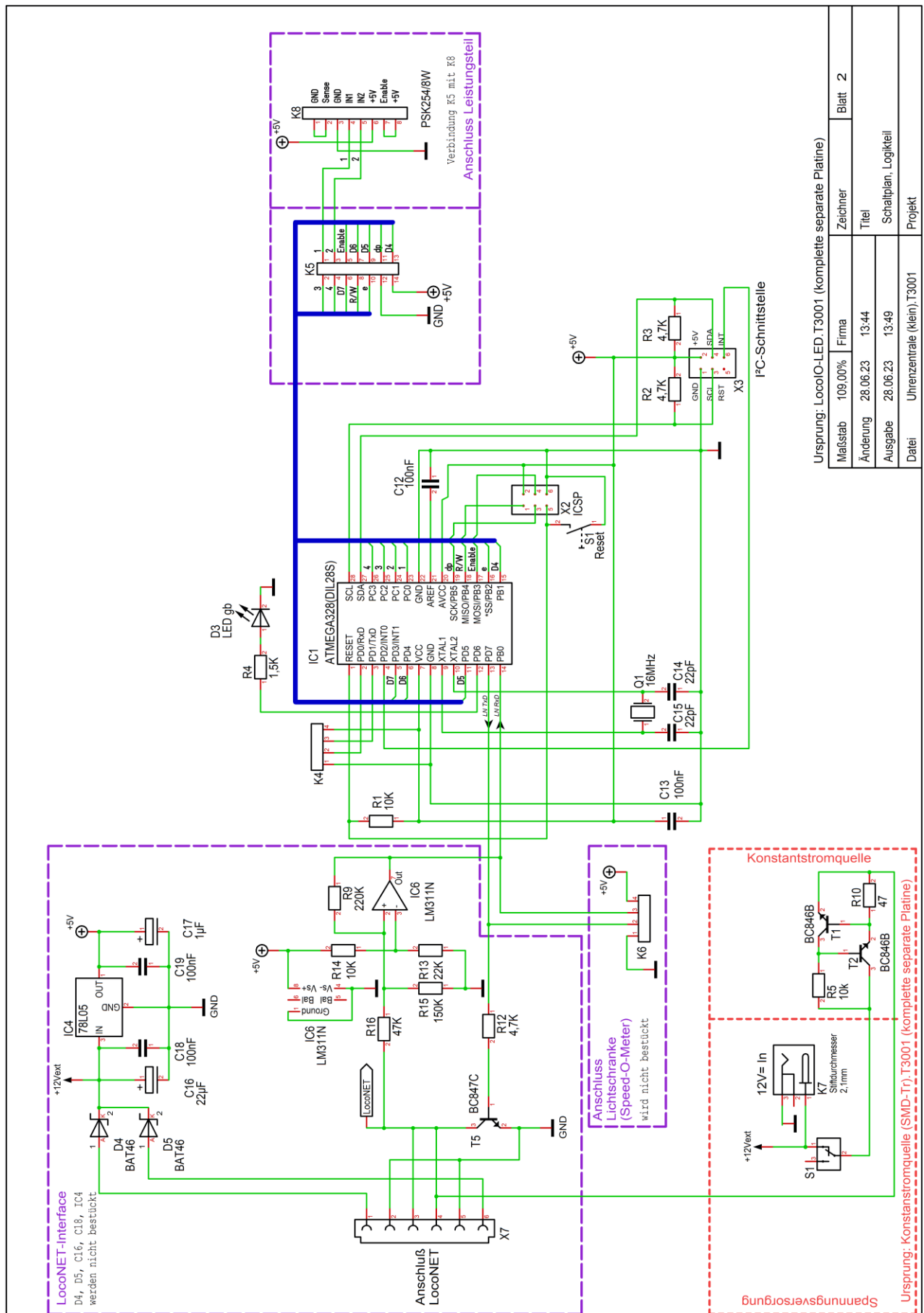
1. der Prozessorplatine „LN-Universal“
2. der Anzeigeeinheit. Hier kann entweder
  - eine LCD-Anzeige oder
  - eine OLED-Anzeigeverwendet werden.
3. dem Leistungsteil, der das Taktsignal aus der Prozessorplatine verstärkt
4. der LocoNET®-Verteilerplatine „LN-V4-6“

Alle Platinen passen zusammen mit dem OLED in das Gehäuse „BOPLA KS-440“.

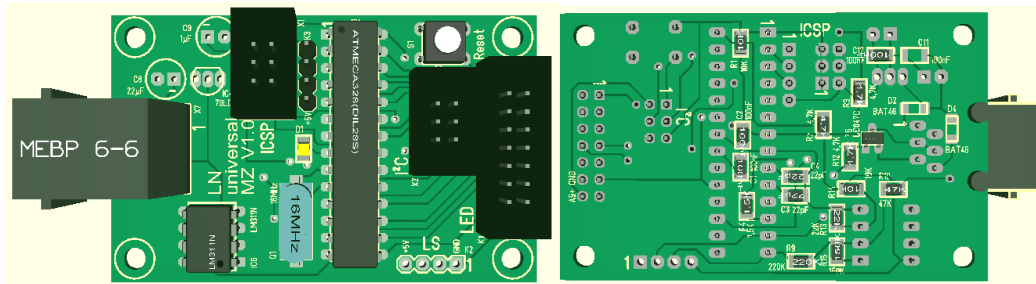


Maßstab	108,00%	Firma		Zeichner	Blatt 1
Änderung	28.06.23	13:44		Titel	
Ausgabe	28.06.23	13:48		Schaltplan, Übersicht	
Datei	Uhrenzentrale (klein).T3001			Projekt	

## 6.1 Uhrenzentrale („LN-Universal“)



### 6.1.1 Stückliste Uhrenzentrale



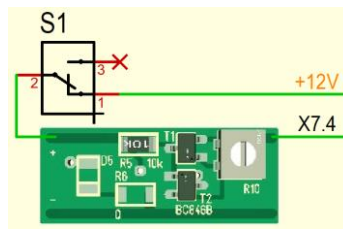
Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 64mm * 40mm, doppelseitig
3	C12, C13, C19	NPO-G1206 100N	
2	C14, C15	NPO-G1206 22P	
1	D3	SMD-LED 1026 GE	
1	IC1	ATMEGA 328P-PU	
1	IC1	GS 28P-S	
1	IC6	LM 311 DIP	
1	IC6	GS 8P	
1	K1	WSL 14G	
1	K3	SL 1X40G 2,54	Es werden insgesamt vier Stifte 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	X2, X3	WSL 6G	
1	X6	D-SUB BU 09	optional
1	X7	MEBP 6-6S	

#### Hinweise:

- D4, D5, C16, C18 und IC4 werden nicht bestückt, die Versorgung der Prozessorplatine erfolgt vom Leistungsteil über K1 (und nicht aus dem LocoNET®). Siehe hierzu auch [Kapitel 1.1.2 Bedarfsgerecht - es geht auch minimalistisch](#).
- Für die Verbindung von K1 (Prozessorplatine) mit K2 (Leistungsteil) ist ein Kabel mit WSL 14G (Prozessorplatine) und PSS 254/8G (Leistungsteil) gemäß Schaltplan (vier Drähte) herzustellen.
- Der Einbau und die Verwendung der Buchse X6 ist optional.



### 6.1.2 Stückliste Konstantstromquelle

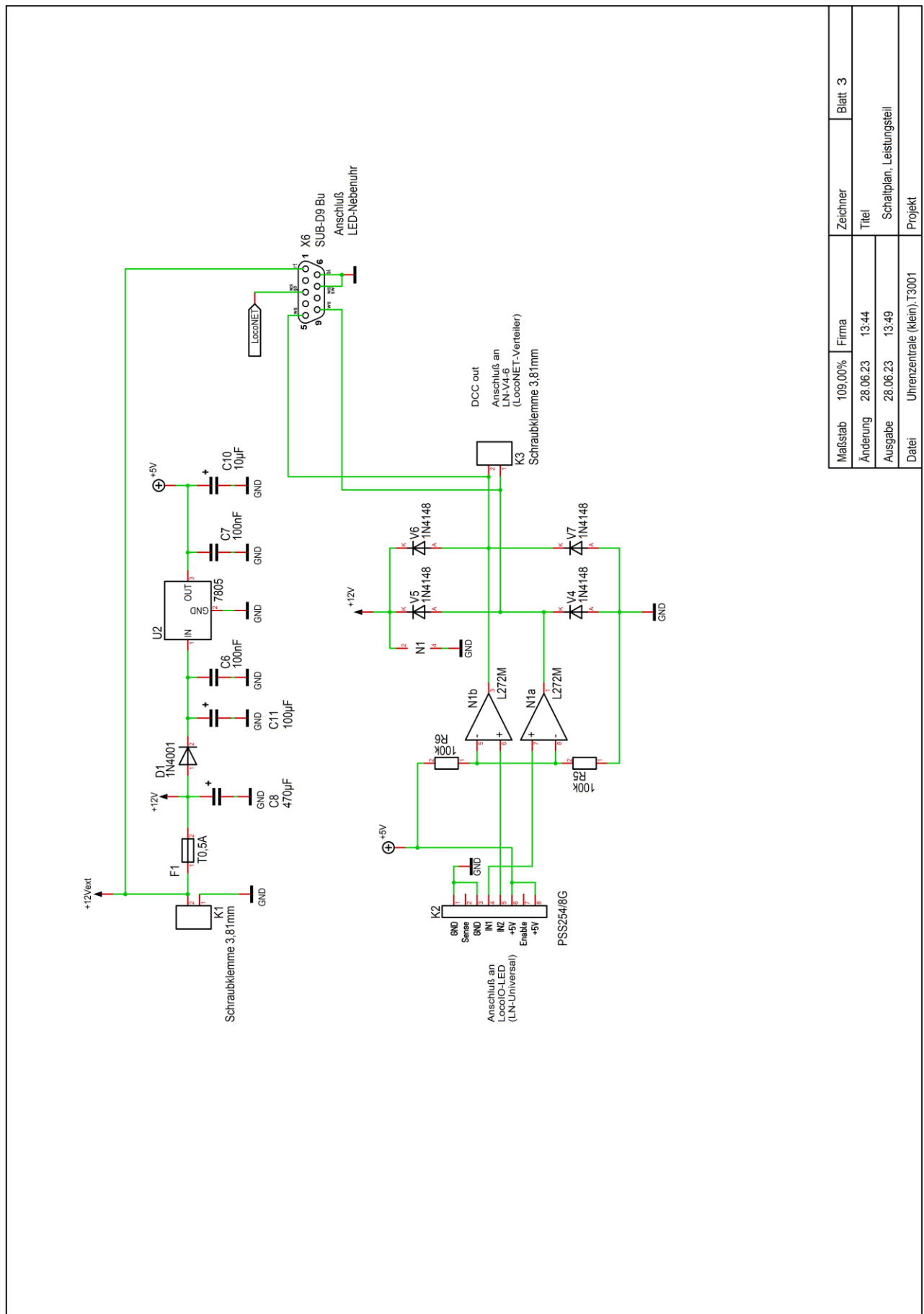


Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 25mm * 10mm, doppelseitig
1	S1	MS 166	
1	R5	SMD 1/4W 10K	
1	R10	SMD 1/4W 47	Anstelle des Trimmers. Wird ein Trimmer 23A-200 verwendet, so ist der Konstantstrom auf 15mA einzustellen
2	T1, T2	BC 846B SMD	

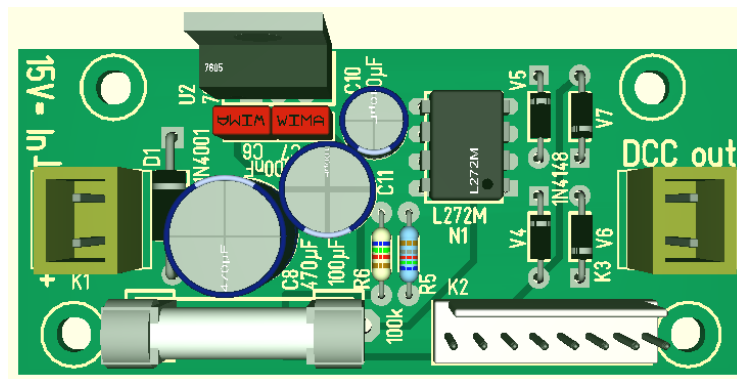
#### Hinweis:

- D5 und R6 werden nicht bestückt
- Der Anschluss erfolgt mit Einzeldrahtverbindungen.  
X7.4 bedeutet: Lötanschluss 4 von Bauteil X7 (MEBP 6-6S)

## 6.2 Taktsignal-Leistungsteil



### 6.2.1 Stückliste Taktsignal-Leistungsteil



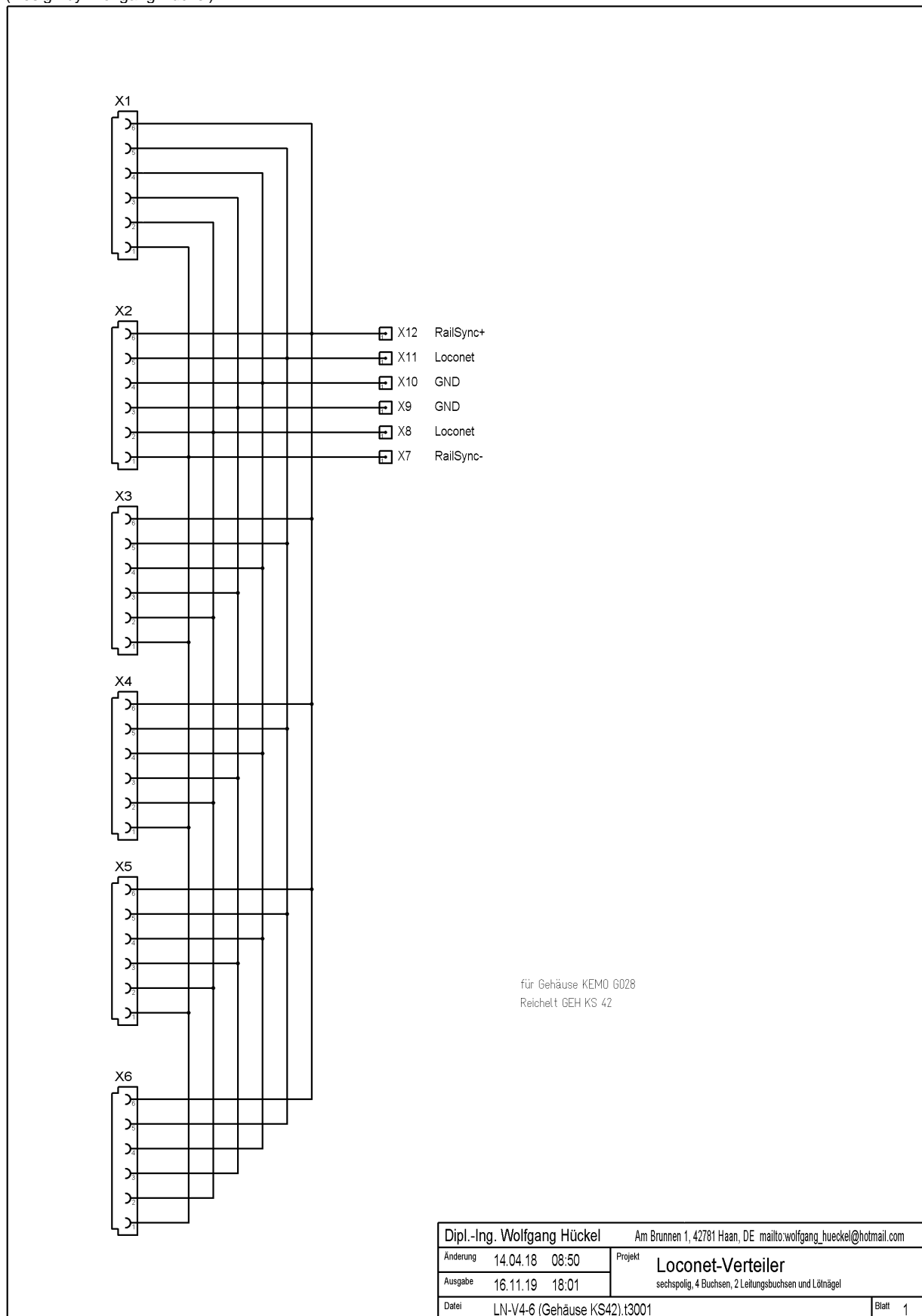
Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 30mm * 67mm, einseitig
2	C6, C7	100nF	
1	C8	RAD 470/25	
1	C10	RAD 10//35	
1	C11	RAD 100/25	
1	D2	1N 4001	
1	F1	TR 0,5A	
2	F1	PL 120000	
2	K1, K3	AKL 369-02	
2	K1, K3	AKL 113-02	
1	K2	PSS 254/8G	
1	K2	PSK 254/8W	
8	K2	PSK-KONTAKTE	ein Streifen enthält 20 Kontakte
1	N1	L272M TCA 0372 DP1	gibt es aktuell nur bei Conrad (1253019) Ersatztyp (u.a. bei Reichelt)
2	R5, R6	METALL 100K	
1	U2	µA 7805	ggf. Kühlkörper verwenden
4	V4...V7	1N 4148	
1	K7	HEBL 21	Hohlbuchse 2,1mm für 12V-Einspeisung

#### Hinweise:

- Die 12V-Gleichspannungsversorgung wird über eine Hohlbuchse (K7, Ø-Mittenstift 2,1mm) eingespeist, der Mittenstift ist der ,+`-Anschluss  $\ominus \text{---} \bullet \text{---} \oplus$ . Die Hohlbuchse wird an K1 (Leistungsteil) angeschlossen.
- K2 (Leistungsteil) wird mit X7 und X12 (Verteilerplatine, Anschluss 1 = RailSync+ bzw. Anschluss 6 = RailSync-) verbunden.

## 6.3 LocoNET®-Verteiler LN-V4-6

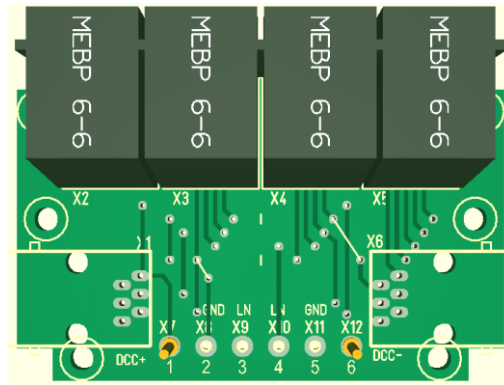
(Design by Wolfgang Hückel)



### 6.3.1 Stückliste LocoNET®-Verteiler LN-V4-6

Der LocoNET®-Verteiler bietet in der hier gezeigten Darstellung die Möglichkeit, vier Nebenuhren direkt anzuschließen.

Weitere Nebenuhren können über weitere Verteiler (bis zur Stromgrenze, ca. 0,5A) angeschlossen werden.



Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
			Platine 68mm * 45mm, einseitig
4	X2...X5	MEBP 6-6S	
2	X7, X12	Lötnagel 1,3mm	Packung enthält 100Stück

#### Hinweis:

- Die RJ12-Stecker X1 und X6 sowie die Lötnägel X8...X11 werden nicht bestückt

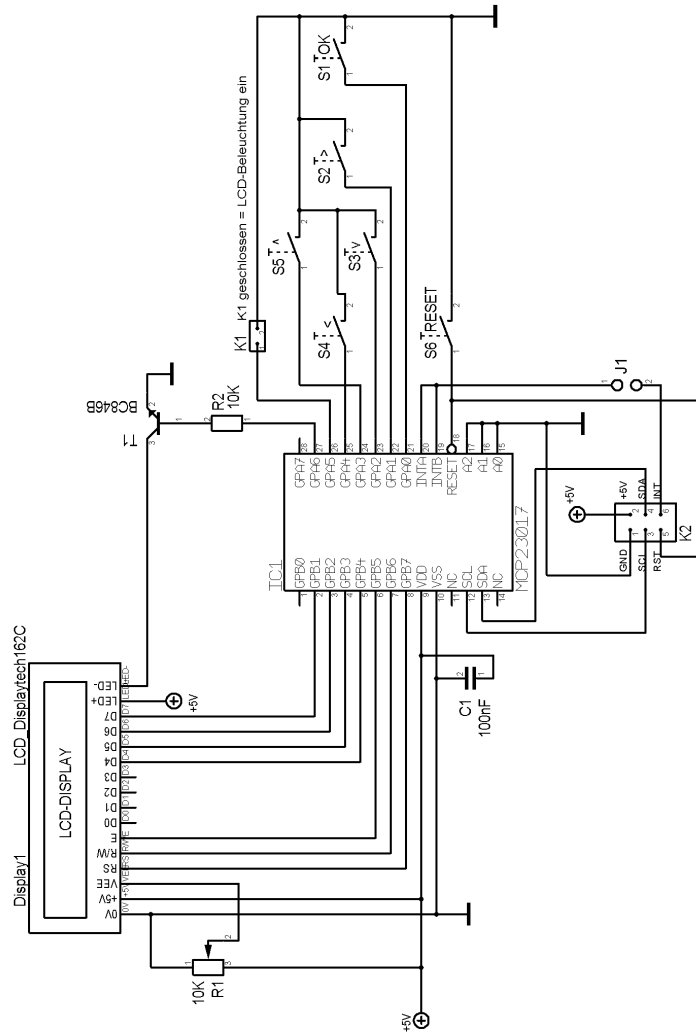
Unsere Tochteruhren werden immer über ein Standard-LocoNET®-Kabel angeschlossen, unabhängig davon, ob ein **Uhrendecoder** nach O.Spannekrebs eingesetzt wird oder nicht:

➤ in der Tochteruhr ‚endet‘ das LocoNET®-Kabel entweder

- ➡ in einer RJ12-Buchse, die über die Anschlüsse 1 und 6 der RJ12-Buchse direkt mit dem Uhrwerk der Nebenuhr verbunden ist.
- ➡ oder in der RJ12-Buchse des **Uhrendecoders**

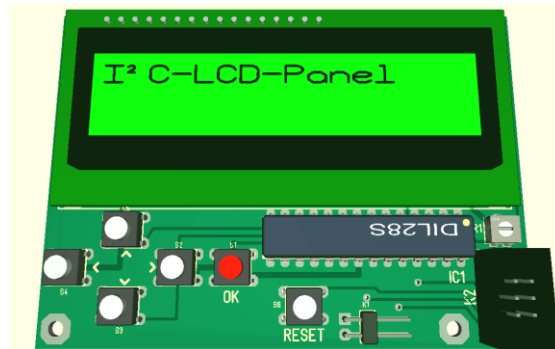
*Es ist darauf zu achten, dass nach dem Anschluss einer Uhr mit der Anzeige **E** im Display der Uhrenzentrale die Zeigerstellung auf einer geraden und bei **O** auf einer ungeraden Minute steht.*

## 6.4 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		
Datel	I2C-LCD-Anzeige (SMD) T3001			
Projekt				

Wird keine OLED-Anzeige verwendet, so ist die **I<sup>2</sup>C-LCD**-Einheit einzubauen, dieses wird sowohl für die Bedienung als auch für Inbetriebnahme benötigt.



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

<https://www.reichelt.de/de/de/arduino-shield-display-lcd-kit-16x2-blau-weiss-arduino-shd-lcd-p159967.html>  
(ARDUINO SHD LCD)

Ein passendes (HD44780-kompatibles) LCD-Modul („LCD 162C LED“) gibt es z.B. bei Reichelt:

<https://www.reichelt.de/lcd-modul-2x16-h-5-6mm-ge-gn-m-bel--lcd-162c-led-p31653.html>

#### 6.4.1 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 1X40W 2,54	Es werden insgesamt zwei Stifte benötigt, eine Leiste enthält 40 Stifte. Auch möglich: SL 1X40G 2,54 Montage erfolgt sinnvollerweise auf der Unterseite der Platine
1	K2	WSL 6W	Auch möglich: WSL 6G
1	R1	23A-10K	Wird zur Kontrasteinstellung der LCD-Anzeige benötigt.
1	R2	SMD 1/4W 10K	
6	S1...S6	TASTER 3301	Kurzhubtaster
1	T1	BC 847C SMD	

Hinweise:

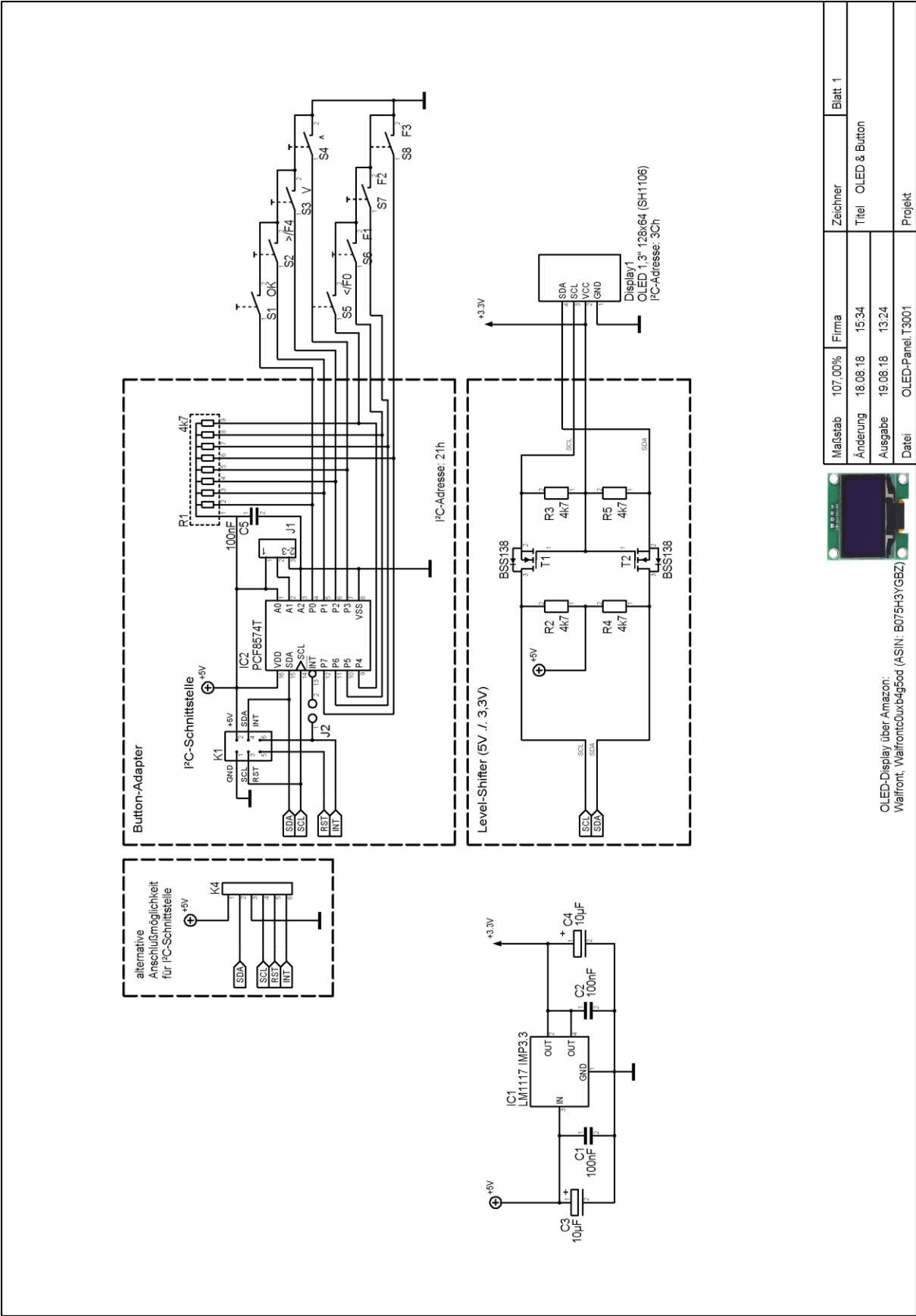
- J1 bleibt offen
- An K1 kann ein Schalter (Schließer) zur Steuerung der LCD-Beleuchtung angeschlossen werden.
- Es wird empfohlen, das Display mit 16 Stiften aus SL 1X40G 2,54 zu bestücken, auf der Platine wird dann als Gegenstück die Buchsenleiste MPE 094-1-016 (beides nicht in der Stückliste oben 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 von Adafruit).
  - o Das Shield besitzt keinen Anschluss K1: ein Schalter bzw. eine Drahtbrücke ist direkt zwischen Pin 26 des MCP23017 und GND anzuschließen, wenn die LCD-Beleuchtung eingeschaltet werden soll.
- Mit R1 wird der Kontrast der LCD-Anzeige eingestellt.

Der Anschluss der I<sup>2</sup>C-Bedientafel an die Uhrenzentrale kann komfortabel über Flachbandkabel erfolgen:

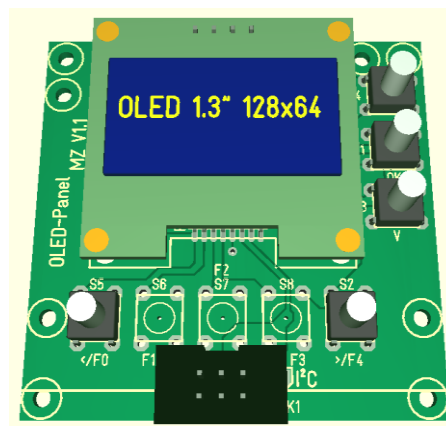




6.5 I<sup>2</sup>C-OLED-Bedientafel



Wird keine I<sup>2</sup>C-Einheit verwendet, so ist die **I<sup>2</sup>C-OLED**-Einheit einzubauen, diese wird sowohl für die Bedienung als auch für Inbetriebnahme benötigt. Vorteil der I<sup>2</sup>C-OLED-Bedientafel ist hier die geringere Größe der Bedientafel und die Möglichkeit, mehr Informationen auf der I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel anzuzeigen.



### 6.5.1 Stückliste I<sup>2</sup>C-OLED-Bedientafel

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)
1	IC1	LM1117 IMP3.3	
1	IC2	PCF 8574 T bzw. PCF 8574 AT	I <sup>2</sup> C-Adresse: 0x23 ('T'-Version) bzw. 0x3B ('A'-Version)
1	K1	WSL 6W	Auch möglich: WSL 6G Anschluss I <sup>2</sup> C: entweder über K1 oder K4
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
1	R1	SIL 9-8 4,7K	
4	R2, R3, R4, R5	SMD 1/4W 4,7K	
5	S1, S2, S3, S4, S5	TASTER 3301B	Kurzhub-Taster hoch
2	T1, T2	BSS 138 SMD	

Hinweise:

- J1 dient zur Adress-Einstellung für IC2 und muss auf Adresse 21h bzw. 39h stehen (Lötbrücke rechts - Richtung Widerstandsnetzwerk)
- J2 bleibt offen
- Die Taster S6...S8 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.
- **Das OLED 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-Bedientafel an die Uhrenzentrale kann komfortabel über Flachbandkabel erfolgen:



## 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...*

Die Uhrenzentrale empfängt und sendet Telegramme mit den OP-Codes

- OPC\_GPON                      0x83
- OPC\_SW\_REQ                0xB0
- OPC\_SW\_REP                0xB1
- OPC\_PEER\_XFER            0xE5
- OPC\_SL\_RD\_DATA          0xE7 0xE 0x7B... (FastClock-Telegramm)
- OPC\_WR\_SL\_DATA          0xEF

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.

Jeder Status-Wechsel (Start/Stopp) der Uhrenzentrale wird über ein OPC\_SW\_REP-Telegramm zur Synchronisierung mit einer [Fernbedienung](#) gesendet. Dieses Telegramm wird auch bei jedem empfangenen OPC\_GPON-Telegramm gesendet. Die dafür im Telegramm benötigte Adresse wird in CV11 eingestellt.

Die Unterstützung der OPC\_PEER\_XFER-Telegramme ermöglicht es, die CVs auch mit dem Tool „DecoderPro®“ von JMRI (<https://www.jmri.org/>) auslesen und einstellen zu können, passende XML-Dateien und eine Anleitung sind verfügbar<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Siehe hierzu auch: [Krümelbahn Info 11 - JMRI - Universalwerkzeug für die Modellbahn](#)