

**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)**

## Uhrenzentrale

Hardware Version 1

Software Version 8

© 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.....	3
1.1	Betriebsmöglichkeiten.....	4
1.1.1	Uhrenzentrale (auch: FastClock-Master) .....	4
1.1.2	Nebenuhr (FastClock-Slave) .....	4
2	Anschluss und Bedienung.....	5
2.1	Anschluss ... ..	5
2.1.1	– einfach .....	5
2.1.2	– mit Fernbedienung .....	6
2.1.3	– mit Fernbedienung und benachbarter digitaler Nebenuhr .....	6
2.1.4	– mit Fernbedienung und digitaler Nebenuhr (FastClock-Slave) und ohne analoge Uhr .....	7
2.2	... und Bedienung.....	7
2.2.1	Betrieb als Uhrenzentrale (auch FastClock-Master) .....	8
2.2.2	Betrieb als Nebenuhr (FastClock-Slave) .....	8
3	Konfiguration.....	9
3.1	Übersicht aller verwendeten CVs.....	9
3.2	Tabelle der CVs.....	10
3.3	Inbetriebnahme mit der (I <sup>2</sup> C-LCD-)Bedientafel.....	11
3.4	Menüstruktur .....	12
4	Hardware.....	14
5	Software .....	14
5.1	Versionsgeschichte.....	15
6	Schaltpläne und Stücklisten .....	16
6.1	Uhrenzentrale („LN-Universal“) .....	17
6.1.1	Stückliste Uhrenzentrale .....	18
6.1.2	Stückliste Konstantstromquelle.....	19
6.2	Taktsignal-Leistungsteil .....	20
6.2.1	Stückliste Taktsignal-Leistungsteil.....	21
6.3	LocoNET®-Verteiler .....	22
6.3.1	Stückliste LocoNET®-Verteiler .....	23
6.4	I <sup>2</sup> C-LCD-Bedientafel .....	24
6.4.1	Stückliste I <sup>2</sup> C-LCD-Bedientafel.....	25
6.5	I <sup>2</sup> C-OLED-Bedientafel.....	27
6.5.1	Stückliste I <sup>2</sup> C-OLED-Bedientafel .....	28
7	Experten-Informationen.....	30
7.1	Kommunikation: LocoNET®-Telegramme .....	30

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) einstellen zu können. Dieses Zeitsignal (FastClock) wird über ein spezielles LocoNET®-Telegramm versendet und kann in einer Uhr 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 einen Wechsel der Funktion F1 (näheres hierzu in der Beschreibung zum [Uhrendecoder](#)).

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

- und in der Betriebsart ‚direkt‘ immer auch als FastClock-Master: hier wird über einen separaten LocoNET®-Anschluss ein FastClock-Telegramm versendet, damit FastClock-fähige Uhren angesteuert werden können.

Weiterhin ist für die Steuerung der Uhrenzentrale optional eine (Fern)Bedienung über das LocoNET® verfügbar.

## 1.1 Betriebsmöglichkeiten

Unabhängig von der Ausgabeart wird zur Verbindung der Uhren mit der Uhrenzentrale immer ein LocoNET®-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 Leistungsteiles kann über

- CV10 Bit4

eingestellt werden:

CV10 Bit4	Ausgangssignal
0	es wird ein <a href="#">DCC</a> -konformes Signal erzeugt, auf das die <a href="#">Uhrendecoder</a> nach O.Spannekrebs reagieren (Decoder-Adresse 250, Wechsel der Funktion F1)
1	es wird das <a href="#">Taktsignal</a> direkt erzeugt, die Nebenuhr wird dann direkt (ohne <a href="#">Uhrendecoder</a> !) angeschlossen

In der Betriebsart ‚FastClock-Master‘ werden am separaten LocoNET®-Anschluss auch FastClock-Telegramme (OpCode = OPC\_WR\_SL\_DATA / 0xEF) versendet.

Wem jetzt die Betriebsart ‚FastClock-Master‘ genügt und keine (zusätzliche) Ansteuerung von Tochteruhren benötigt, der kann auf die Hardware von

- [Taktsignal-Leistungsteil](#) und
- [LocoNET®-Verteiler](#)

verzichten.

### 1.1.2 Nebenuhr (FastClock-Slave)

... wird eingestellt über:

- CV9 Bit2 = 1

Die Einstellung von

- CV10 Bit4

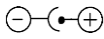
bleibt unberücksichtigt und wird als gesetzt angenommen. Am Leistungsteil wird daher immer das Taktsignal direkt ausgegeben, die Nebenuhr wird dann direkt (ohne [Uhrendecoder](#)!) an die Uhrenzentrale angeschlossen.

In der Betriebsart Nebenuhr wird auf die FastClock-Telegramme (OpCode = OPC\_SL\_RD\_DATA / 0xE7) 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:

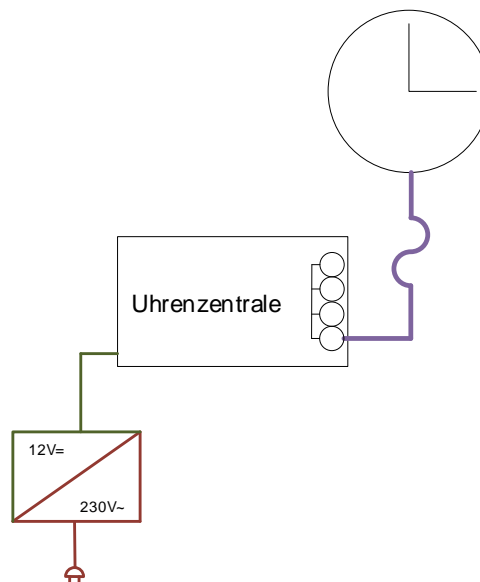
- Anschluss der 12V-Gleichspannungsversorgung, z.B. ein Steckernetzteil 12V-DC/0,5A.  
Meine Uhrenzentrale hat für die Spannungsversorgung eine Hohlbuchse (Ø-Mittenstift 2,1mm), der Mittenstift ist der ,+'-Anschluss: 
- Anschluss der Uhr(en) mit einem LocoNET®-Kabel über einen der vier RJ12-Buchsen.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



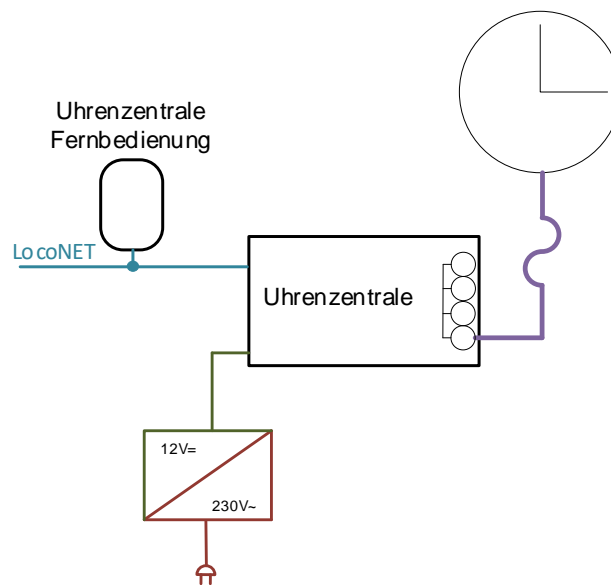
Es ist darauf zu achten, dass:

- das Uhrwerk auf **12V** (und nicht auf 24V) eingestellt ist
- 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.
- 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.

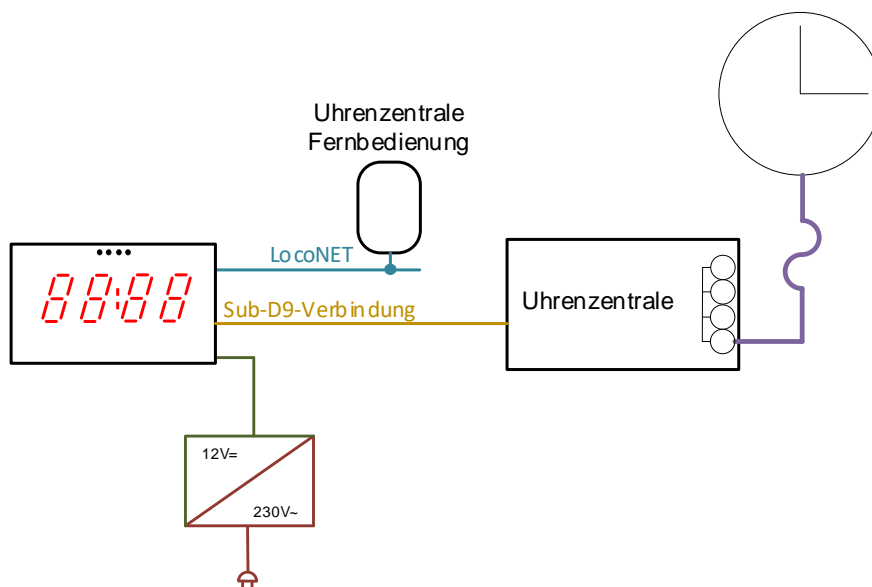
#### 2.1.1 – einfach



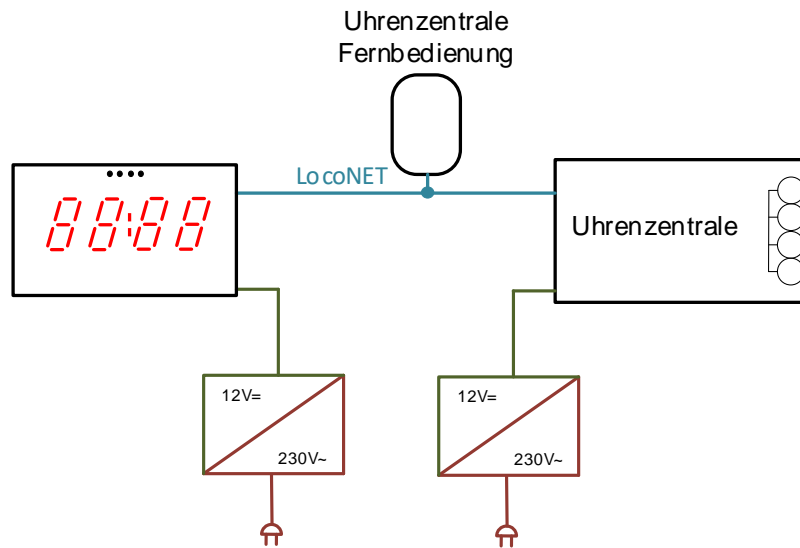
### 2.1.2 – mit Fernbedienung



### 2.1.3 – mit Fernbedienung und benachbarter digitaler Nebenuhr



### 2.1.4 – mit Fernbedienung und digitaler Nebenuhr (FastClock-Slave) 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 8    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.

<sup>1</sup> xxxx = Betriebsart: DCC≙Signal gemäß Uhrendecoder oder Takt≙direktes Uhrensinal

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

 Devider 10:dd E  
 xxxx: yyyyyyy?

In dieser Anzeige wird

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

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.

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

Ist die Uhrenzentrale mit einem LocoNET® verbunden, 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

- die Anzahl empfangener FastClock-Telegramme
- der an der Zentrale eingestellter Teiler
- der Sync-Status und
- 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:n. Der Wert n (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 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 = ---</p> <p>Bit 2 = ---</p> <p>Bit 3 = ---</p> <p>Bit 4 = 0 = Ausgabe eines DCC-Signales am Leistungsteil (für einen <a href="#">Uhrendecoder</a> nach O.Spannekrebs)</p> <p>1 = Ausgabe des Uhrentaktes am Leistungsteil nach einer Änderung ist ein Neustart erforderlich!</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>): 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	8	
8	11	
9	00000000	
10	00010000	00010001
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 Bedieneinheit 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 8    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 Stop bzw. Bestätigungen oder Speicherfunktionen benötigt.

---

<sup>2</sup> xxxx = Betriebsart: DCC $\triangle$ Signal gemäß [Uhrendecoder](#) oder Takt $\triangle$ direktes Uhrensinal

### 3.4 Menüstruktur

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

```
Uhrenzentrale
Version 8   xxxx
```

^      v

```
Betrieb?
```

^      v

*Anzeige als Uhrenzentrale (FastClock-Master):*

```
> Devider 10:dd  E
< xxxx: yyyyyyy?  OK
```

Zustandswechsel:  
Stop→Run bzw. Run→Stop

xxxx = aktueller Zustand der Uhrenzentrale

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

dd = 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



## 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. Diese wurde mit Hilfe der frei verfügbaren [Arduino-IDE](#) erstellt und kompiliert.

Die Kompilierung erfolgt für das Board „Arduino UNO“.

Die Auswahl der Anzeige (LCD oder OLED) wird in der Datei Uhrenzentrale.ino getroffen:

```
#define LCD
```

oder

```
#define OLED
```

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/thomasfredericks/Bounce2>

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.)

Der Quellcode (<http://www.github.com/Kruemelbahn/Uhrenzentrale>) 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/>).

## 5.1 Versionsgeschichte

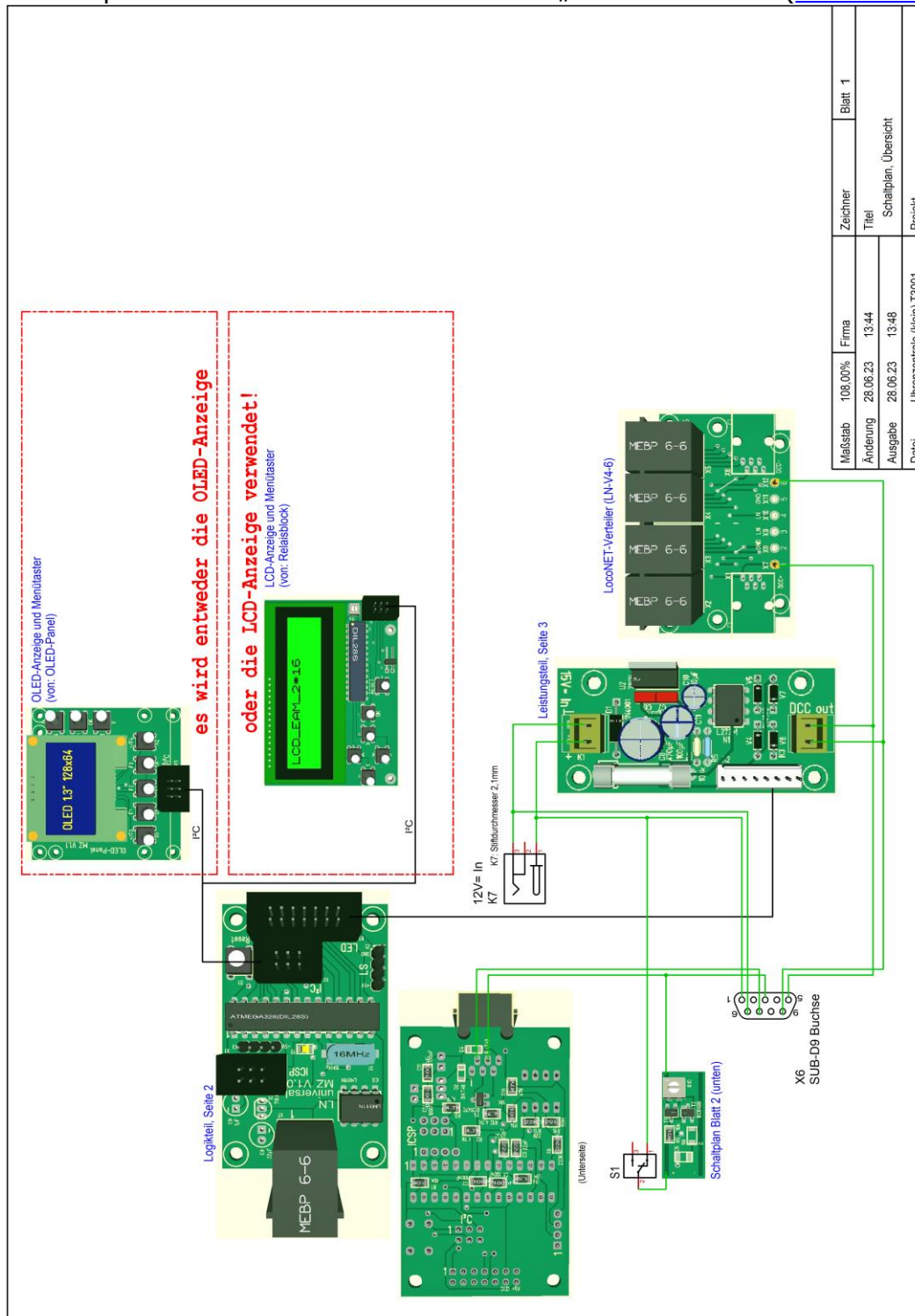
V1		initiale Erstellung
V2		Erweiterung der Startanzeige
V3		Umstellung auf OPC_PEER_XFER-Telegramme, Uhr starten und anhalten auch über LocoIO-Befehle
V4	20.12.2020	Bugfix für OPC_PEER_XFER-Telegramme
V5	18.03.2021	Update für B0/B1/B2-Telegramme
	29.06.2022	Kapitel 2.1 ergänzt
V6	24.08.2022	CV-Editor 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

## 6 Schaltpläne und Stücklisten

Die Uhrenzentrale besteht aus insgesamt vier verschiedenen Komponenten:

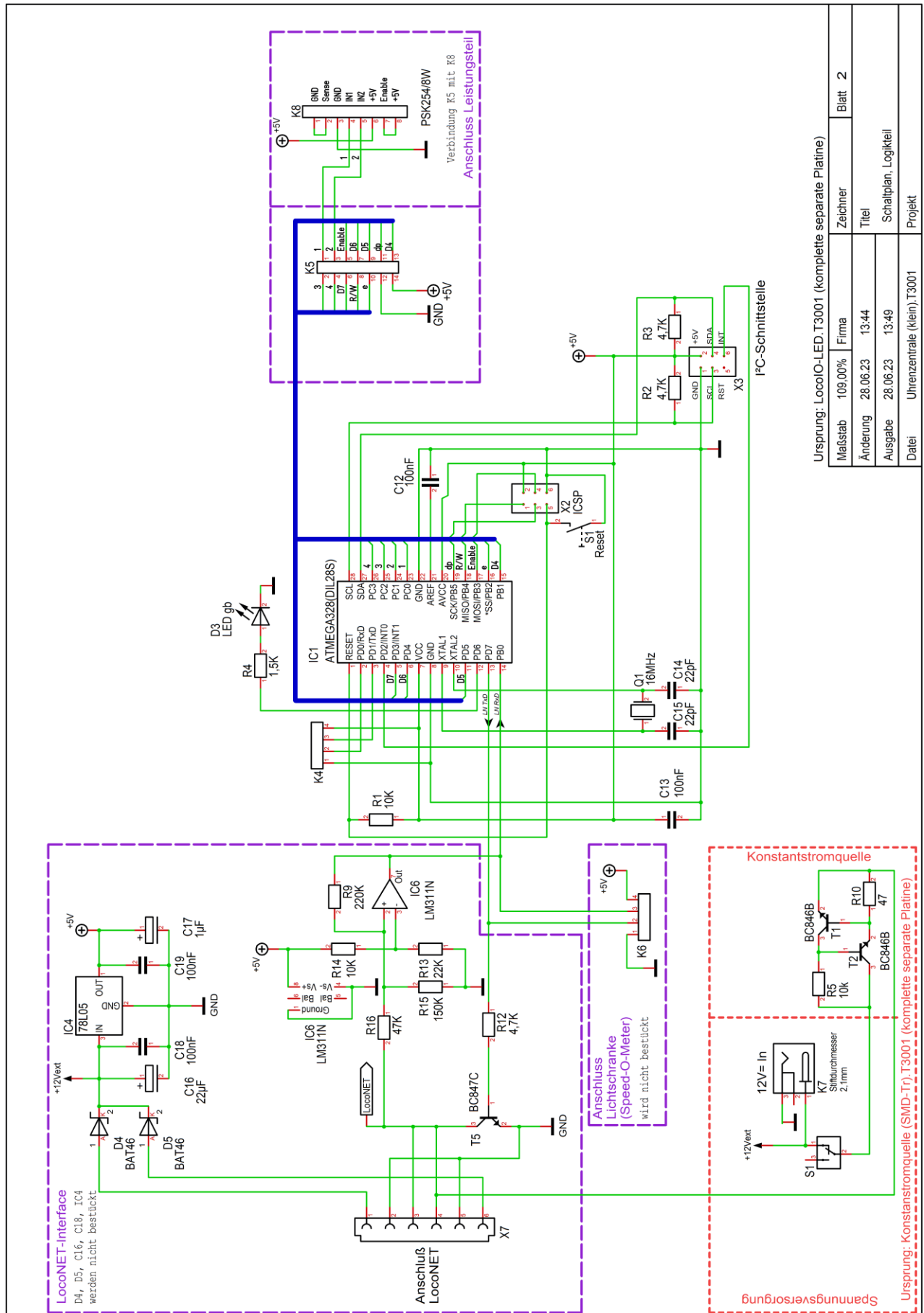
- der Prozessorplatine „LN-Universal“
- deranzeigeeinheit. Hier kann entweder
  - o eine LCD-Anzeige oder
  - o eine OLED-Anzeige
 verwendet werden.
- dem Leistungsteil, der das Taktsignal aus der Prozessorplatine verstärkt
- der LocoNET®-Verteilerplatine „LN-V4-6“

Alle Platinen passen zusammen in das Gehäuse „BOPLA KS-440“ ([www.Reichelt.de](http://www.Reichelt.de))

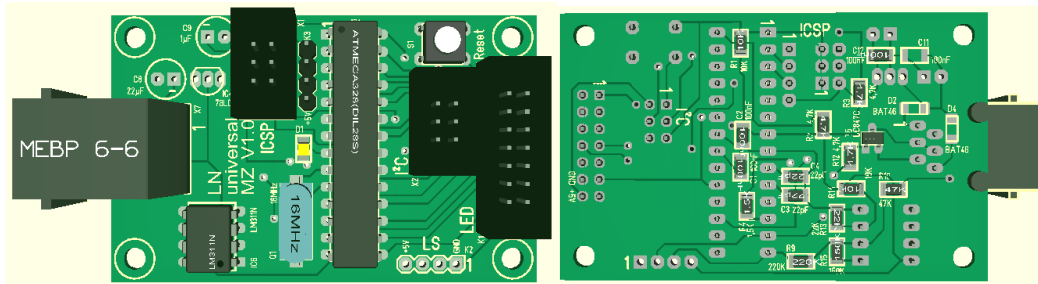




## 6.1 Uhrenzentrale („LN-Universal“)



### 6.1.1 Stückliste Uhrenzentrale



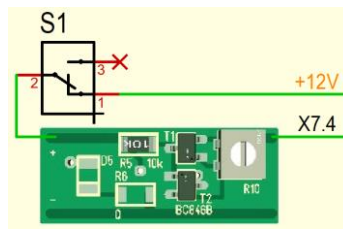
Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt <sup>4</sup> )	Anmerkung
			Platine 64mm * 40mm, doppelseitig
3	C1,C2,C12	NPO-G1206 100N	
2	C3,C4	NPO-G1206 22P	
1	D1	SMD-LED 1026 GE	
1	IC1	ATMEGA 328P-PU	
1	IC1	GS 28P-S	
1	IC6	LM 311 DIP	
1	IC6	GS 8P	
1	K1	WSL 14G	
1	K3	SL 1X40G 2,54	Es werden insgesamt vier 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	X1,X2	WSL 6G	
1	X6	D-SUB BU 09	optional
1	X7	MEBP 6-6S	

#### Hinweise:

- D2, D4, C8, C11 und IC4 werden nicht bestückt, die Versorgung der Prozessorplatine erfolgt vom Leistungsteil über K1 (und nicht aus dem LocoNET®).
- 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.

<sup>4</sup> Die in den Stücklisten genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

### 6.1.2 Stückliste Konstantstromquelle



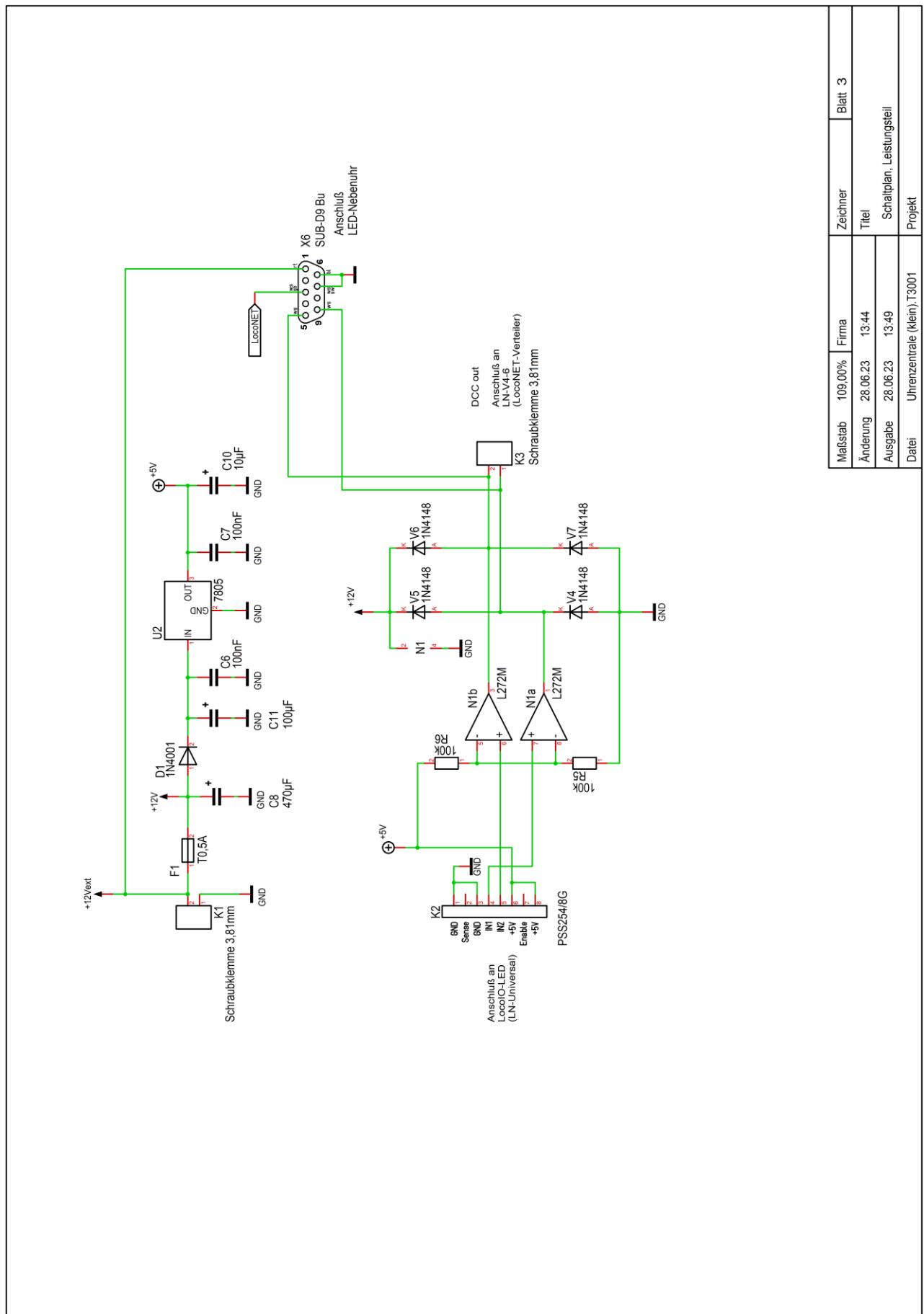
Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt <sup>5</sup> )	Anmerkung
			Platine 25mm * 10mm, doppelseitig
1	S1	MS 166	
1	R5	SMD 1/4W 10K	
1	R10	SMD 1/4W 47	Anstelle des Trimmers. Wird ein Trimmer 23A-200 verwendet, so ist der Konstantstrom auf 15mA einzustellen
2	T1, T2	BC 846B SMD	

#### Hinweis:

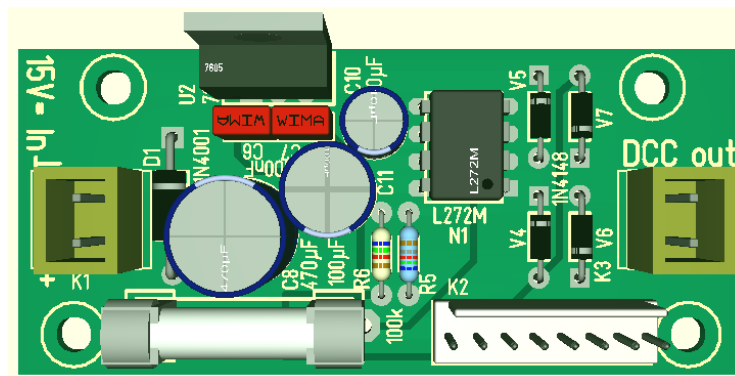
- D5 und R6 werden nicht bestückt
- Der Anschluss erfolgt mit Einzeldrahtverbindungen.  
X7.4 bedeutet: Lötanschluss 4 von Bauteil X7 (MEBP 6-6S)

<sup>5</sup> Die in den Stücklisten genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

## 6.2 Taktsignal-Leistungsteil



### 6.2.1 Stückliste Taktsignal-Leistungsteil



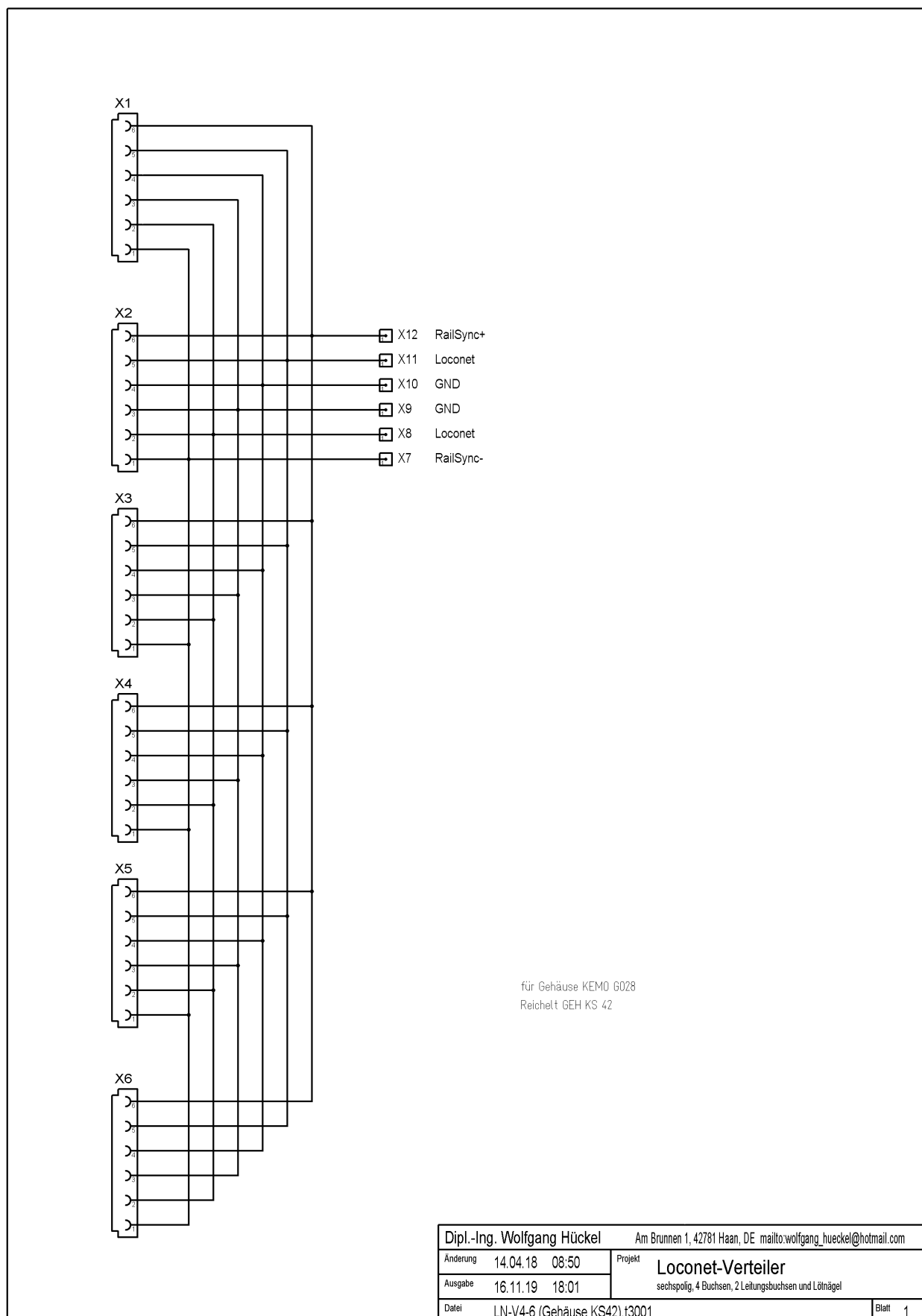
Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt <sup>6</sup> )	Anmerkung
			Platine 30mm * 67mm, einseitig
2	C6, C7	100nF	
1	C8	RAD 470/25	
1	C10	RAD 10//35	
1	C11	RAD 100/25	
1	D2	1N 4001	
1	F1	TR 0,5A	
2	F1	PL 120000	
2	K1, K3	AKL 369-02	
2	K1, K3	AKL 113-02	
1	K2	PSS 254/8G	
1	K2	PSK 254/8W	
8	K2	PSK-KONTAKTE	ein Streifen enthält 20 Kontakte
1	N1	L272M	gibt es aktuell nur bei Conrad (1253019)
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.

<sup>6</sup> Die in den Stücklisten genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

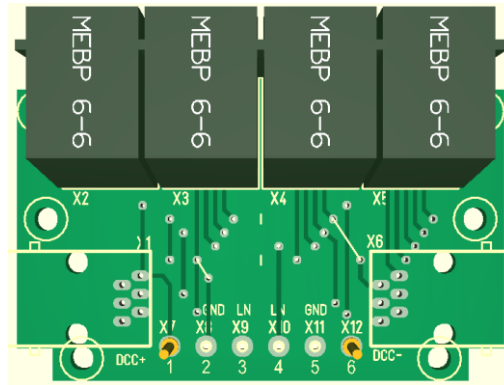
## 6.3 LoconET®-Verteiler



### 6.3.1 Stückliste LocoNET®-Verteiler

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 <sup>7</sup> )	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 Nebenuhren werden immer über ein (standard) LocoNET®-Kabel angeschlossen, unabhängig davon, ob ein [Uhrendecoder](#) nach O.Spannekrebs eingesetzt wird oder nicht:

➤ in der Nebenuhr ,endet' das LocoNET®-Kabel entweder

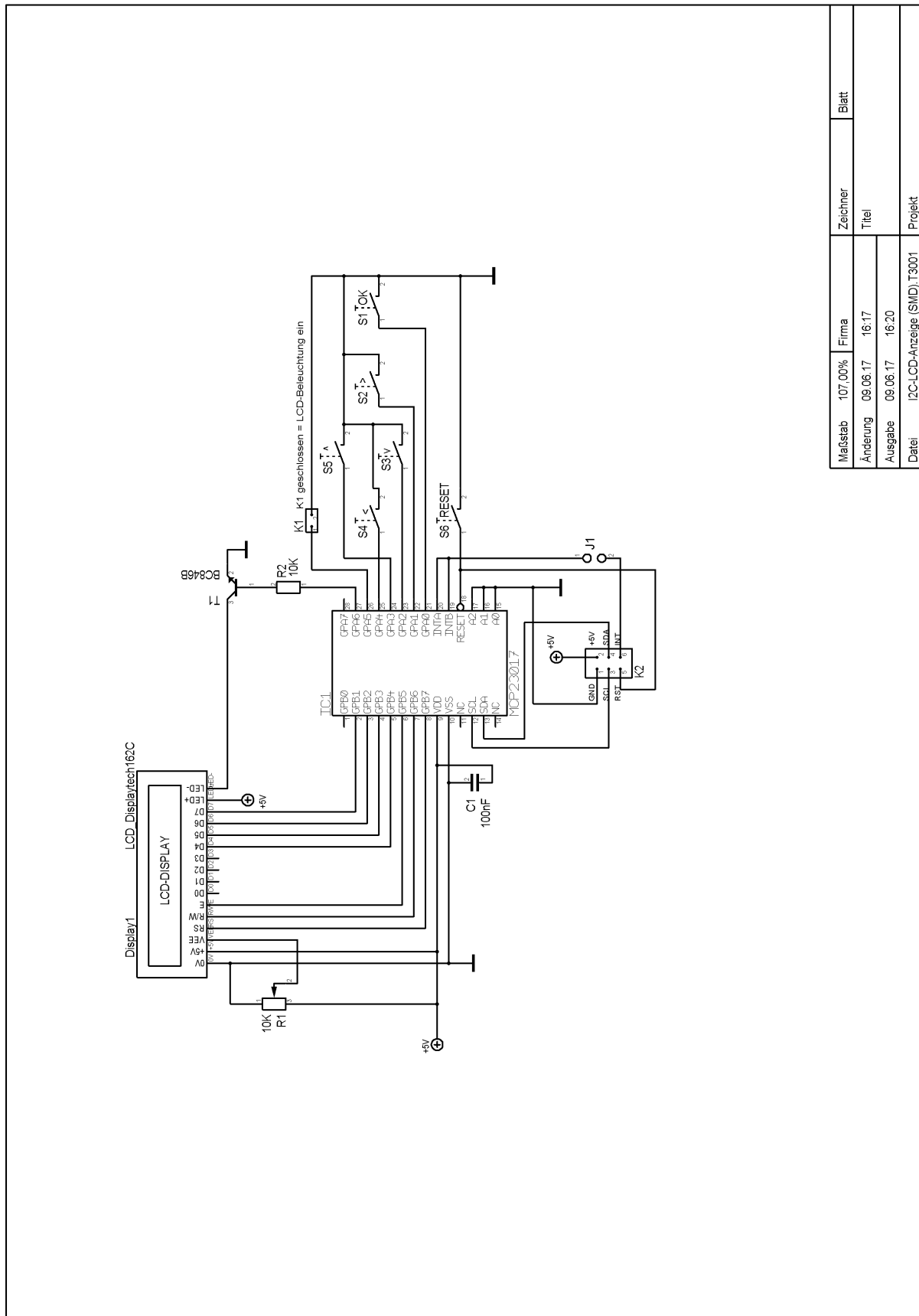
➡ in einer RJ12-Buchse, die über die Anschlüsse 1 und 6 der RJ12-Buchse direkt mit dem Uhrwerk der Nebenuhr verbunden ist.

➡ 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.*

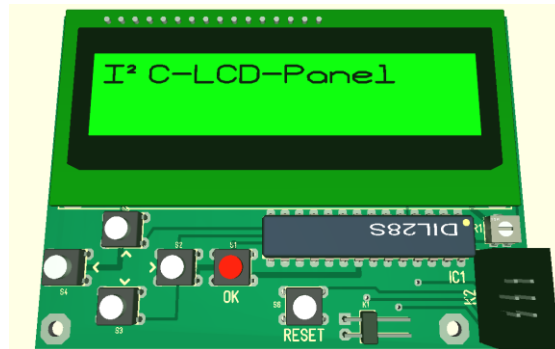
<sup>7</sup> Die in den Stücklisten genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

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





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:

<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 komplette LCD-Anzeigeeinheit (jedoch ohne LCD-Modul) gibt es hier:

<http://www.exp-tech.de/shields-module/lcd-controller/adafruit-i2c-controlled-keypad-shield-kit-for-16x2-lcd>  
(EXP-R15-012)

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>

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

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt <sup>8</sup> )	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	

<sup>8</sup> Die in den Stücklisten genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

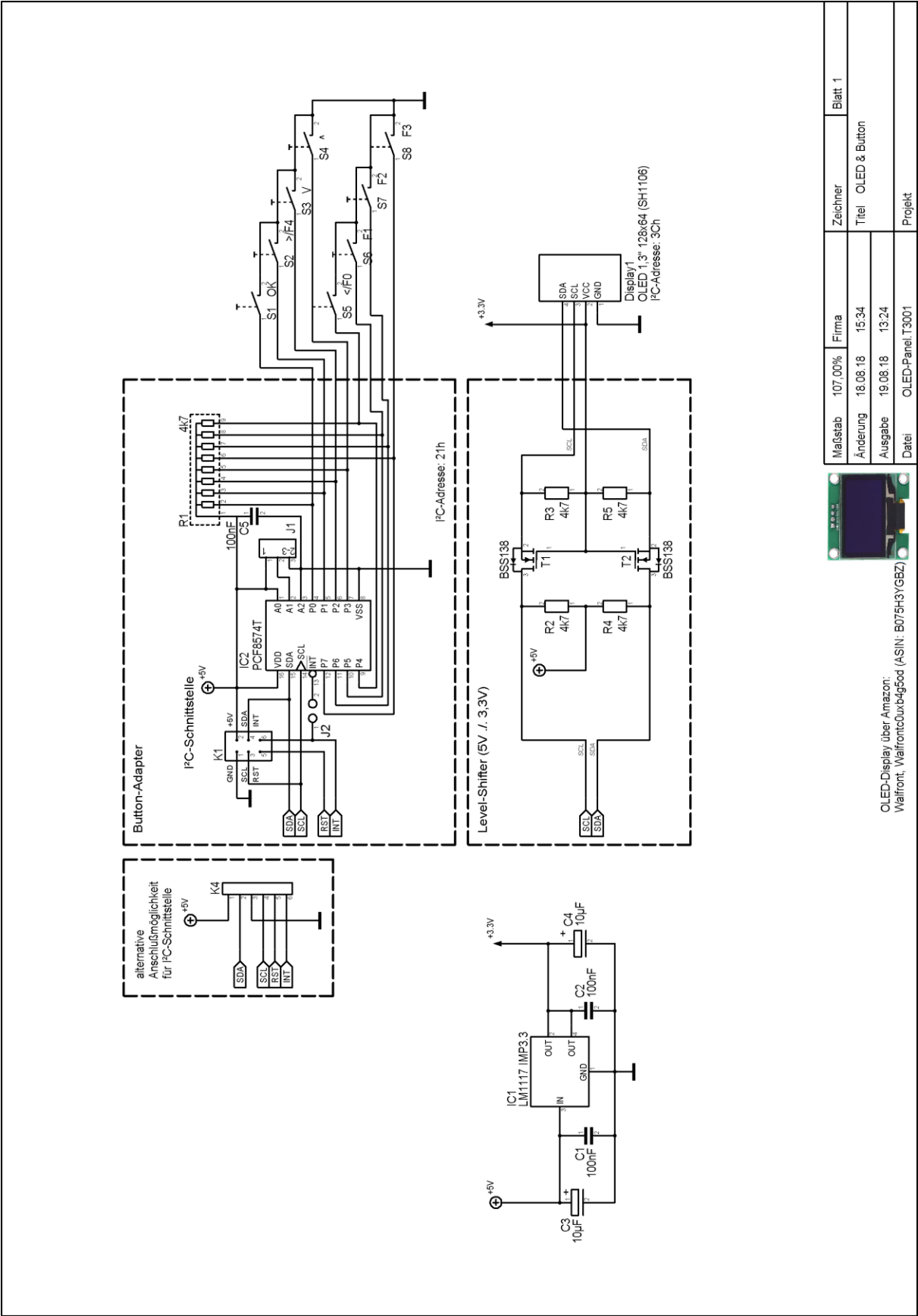
Hinweise:

- 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 sein soll.*
- Mit R1 wird der Kontrast der LCD-Anzeige eingestellt.

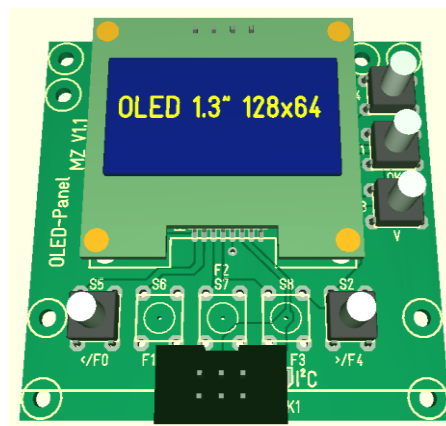
Der Anschluss der I<sup>2</sup>C-Bedientafel an die Uhrenzentrale kann komfortabel über Flachbandkabel erfolgen:



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 wie 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 <sup>9</sup> )	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	

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

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 0x0E 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“.

Jeder Status-Wechsel (Start/Stop) der Uhrenzentrale wird über ein OPC\_SW\_REP-Telegramm gesendet. Dieses Telegramm wird auch bei jedem empfangenen OPC\_GPON-Telegramm gesendet. Die 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.