

**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)**

## Nebenuhr-Statusanzeige

Hardware Version 1

Software Version 4

© 2025 – 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.*

---

*Nebenuhr-Statusanzeige wurde nach bestem Wissen  
und ohne Vollständigkeits- und Funktionsgarantie in der Hoffnung erstellt, dass sie nützlich ist.  
Wenn sie nicht nützlich ist – dann eben nicht.*

---

## Inhalt

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Nebenuhr-Statusanzeige .....                                  | 3  |
| 1.1   | Bedeutung der Anzeigen .....                                  | 3  |
| 1.2   | Anschluss .....   | 3  |
| 2     | Konfiguration .....   | 4  |
| 2.1   | Übersicht aller verwendeten CVs .....                         | 4  |
| 2.2   | Tabelle der CVs .....   | 5  |
| 2.3   | Inbetriebnahme mit der I <sup>2</sup> C-LCD-Bedientafel ..... | 5  |
| 2.4   | Menüstruktur .....  | 6  |
| 3     | Software .....  | 7  |
| 3.1   | HEX-Dateien .....   | 7  |
| 3.2   | Quellcode .....   | 7  |
| 3.3   | Den AVR flashen .....   | 7  |
| 3.4   | Versionsgeschichte .....                                      | 8  |
| 4     | Schaltpläne und Stücklisten .....                             | 8  |
| 4.1   | Nebenuhr-Statusanzeige .....                                  | 8  |
| 4.1.1 | Übersicht .....   | 9  |
| 4.1.2 | Prozessoreinheit .....  | 10 |
| 4.1.3 | Stückliste Prozessoreinheit .....                             | 11 |
| 4.2   | Nebenuhr-Statusanzeige – WS2812B-Panel .....                  | 13 |
| 4.2.1 | Stückliste Nebenuhr-Statusanzeige – WS2812B- Panel .....      | 14 |
| 4.3   | Alternative Anzeige durch ein (RGB-)LED-Band .....            | 15 |
| 4.3.1 | Transistor-Schaltstufen .....                                 | 15 |
| 4.3.2 | MOSFET-Schaltstufen .....                                     | 16 |
| 4.3.3 | ULN 280X .....  | 16 |
| 4.4   | Spannungsversorgung der Gesamtschaltung .....                 | 17 |
| 4.4.1 | Verwendung von WS2812B .....                                  | 17 |
| 4.4.2 | Verwendung von (RGB-)LED-Bändern .....                        | 17 |
| 4.5   | Zeitanzeige mit einem TM1637 (optional) .....                 | 18 |
| 4.6   | LocoNET <sup>®</sup> -Überwachung (optional) .....            | 18 |
| 4.7   | Das Licht geht nicht an oder hat die falschen Farben? .....   | 20 |
| 4.8   | I <sup>2</sup> C-LCD-Bedientafel (optional) .....             | 21 |
| 4.8.1 | Stückliste I <sup>2</sup> C-LCD-Bedientafel .....             | 22 |
| 5     | Experten-Informationen .....                                  | 24 |
| 5.1   | Kommunikation: LocoNET <sup>®</sup> -Telegramme .....         | 24 |

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 Nebenuhr-Statusanzeige

Zweck: Anzeige des Status (optional der Uhrzeit) der FastClock-Telegramme.

„Läuft die Uhr schon?“ – diese Frage wird oft auf unseren Modultreffen gestellt. Ein lauter Ruf der Person an der Zentrale beantwortet dann die Frage. Geht es auch anders?

Durch einen Artikel in der FREMO-Zeitschrift HP1 Modellbahn Ausgabe 1/2005 Seite 14 "Philipp Masmeier - Läuft sie oder läuft sie nicht?" bin ich auf die Idee gekommen, die dort beschriebene „Uhrenampel“ nachzubauen. Im Artikel beschreibt der Autor Sinn und Zweck einer solchen „Uhrenampel“ – seine Hardware ist hier auf das RUT-System des FREMO ausgelegt.

Eine „Neuentwicklung“ für die Anwendung mit unserem System – die Basis ist ja das FastClock-Telegramm – war daher nur konsequent.

Die Nebenuhr-Statusanzeige arbeitet wie eine FastClock-Tochteruhr (siehe auch <https://github.com/Kruemelbahn/Nebenuhr>), die Uhrzeit kommt dabei immer aus einem FastClock-Telegramm über LocoNET® z.B. von

- RocRail zusammen mit OpenDCC Z1  
siehe „Kapitel 2.5.1 Rocrail“ in der [Nebenuhrdokumentation](#)
- JMRI  
siehe „Kapitel 2.5.2 JMRI“ in der [Nebenuhrdokumentation](#)
- oder von einer Zentrale, z.B.:
  - [Uhrenzentrale](#)

Wer die Statusanzeige nicht benötigt, kann dieses Gerät vielleicht trotzdem gebrauchen:

- anstelle des Status kann mit einer optionalen kleinen Anzeige – auch zusätzlich zur Statusanzeige – sich die aktuelle Uhrzeit anzeigen lassen. Die [kleine Anzeige](#) passt ggf. besser in eine Stellpult, als die große LED-Anzeige einer [Nebenuhr](#).
- oder ganz einfach als [LocoNET®-Überwachung](#)

## 1.1 Bedeutung der Anzeigen

Über entsprechende Leuchten können drei verschiedene Status angezeigt werden:

- Grün = FastClock läuft im FastClock-Modus (Takt schneller als 1:1)
- Rot = FastClock angehalten (Uhr steht)
- Rot blinkend = kein LocoNET® aktiv
- Blau (Weiß) = FastClock läuft im Realtime-Modus (Takt = 1:1)

## 1.2 Anschluss

Die Nebenuhr-Statusanzeige wird an das LocoNET® angeschlossen.

Für die Spannungsversorgung wird eine externe 12V=-Versorgung benötigt (siehe [Spannungsversorgung der Gesamtschaltung](#)).

Die LEDs der Statusanzeige werden an K1 angeschlossen, hier empfiehlt sich die Verwendung eines Steckers mit ausreichender Kontaktzahl, z.B. ein Stereoklinkenstecker (siehe [Stückliste Nebenuhr-Statusanzeige – WS2812B-Panel](#)) für den Anschluss der WS2812B-Panels.

Ein An- oder Abstecken des WS2812B-Panels darf immer nur im spannungslosen Zustand erfolgen!

## 2 Konfiguration

### 2.1 Übersicht aller verwendeten CVs

| CV | Bedeutung   |
|----|---|
| 1  | Eindeutige Identifikationsnummer 1...126, Standard = 1  |
| 2  | Anzahl der angeschlossenen WS2812B: 1...255, Standard = 8.<br>Der Wert ,0' deaktiviert die WS2812B-LEDs<br>nach einer Änderung ist ein Neustart erforderlich!<br><i>Wird bei Erst-IBN eingestellt und sollte danach nicht mehr geändert werden.</i>   |
| 3  | LED-Band-Helligkeit WS2812B: 0...255, Standard = 255<br>nach einer Änderung ist ein Neustart erforderlich!<br><i>Wird bei Erst-IBN eingestellt und sollte danach nicht mehr geändert werden.</i>  |
| 4  | LED-Band-Helligkeit Rot: 0...255, Standard = 255  |
| 5  | LED-Band-Helligkeit Grün: 0...255, Standard = 255   |
| 6  | LED-Band-Helligkeit Blau: 0...255, Standard = 255   |
| 7  | Softwareversion, (eigentlich) nur lesbar:<br>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  | 18 = Kennung „Nebenuhr-Statusanzeige“, nur lesbar   |
| 9  | Allgemeine Konfiguration als FastClock-Slave:<br>Bit 0 = ---<br>Bit 1 = ---<br>Bit 2 = ---<br>Bit 3 <sup>1</sup> = FastClock läuft nach Initialisierung auch intern weiter<br>Bit 4 <sup>1</sup> = FastClock-Telegramme von JMRI unterstützen<br>Bit 5 = FastClock Phasenlage für Nebenuhr invertieren<br>Bit 6 = ---<br>Bit 7 = ---<br>Standard = 00011000 (=24)<br><i>Wird bei Erst-IBN eingestellt und sollte danach nicht mehr geändert werden.</i> |
| 10 | Allgemeine Konfiguration 1:<br>Bit 0 = WS2812B: Farbe Weiß statt Blau verwenden<br>Bit 1 = TM1637 angeschlossen<br>nach einer Änderung ist ein Neustart erforderlich!<br>Bit 2 = ---<br>Bit 3 = ---<br>Bit 4 = ---<br>Bit 5 = ---<br>Bit 6 = ---<br>Bit 7 = LocoNET®-Überwachung aktivieren<br>Standard = 00000000 (=0)<br><i>Wird bei Erst-IBN eingestellt und sollte danach nicht mehr geändert werden.</i>   |

<sup>1</sup> Wird JMRI als Uhrenzentrale verwendet, sind in CV9 die Bits 3 und 4 zu setzen.

## 2.2 Tabelle der CVs

| CV | Wert     | Aktueller/mein Wert |
|----|----------|---------------------|
| 1  | 1        |                     |
| 2  | 8        |                     |
| 3  | 255      |                     |
| 4  | 255      |                     |
| 5  | 255      |                     |
| 6  | 255      |                     |
| 7  | 4        |                     |
| 8  | 18       |                     |
| 9  | 00011000 | 00011000            |
| 10 | 00000000 | 10000001            |

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

Nicht jeder, der eine Nebenuhr sein Eigen nennt, braucht auch eine I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel – da diese aber ggf. zur Inbetriebnahme oder Diagnose benötigt wird, sollte es wenigstens eine Bedientafel im gesamten System geben...

Übrigens: diese Bedientafel wird auch zur Konfiguration diverser Baugruppen verwendet – kommt also vielfältig zum Einsatz...

Eine Konfiguration vor dem ersten Einsatz der Nebenuhr-Statusanzeige ist normalerweise nicht erforderlich, da hier die Standardeinstellungen ausreichen. Mit Hilfe einer *I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel* kann die Nebenuhr-Statusanzeige konfiguriert werden, für den eigentlichen Betrieb ist die *I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel* nicht erforderlich.

Am I<sup>2</sup>C-Anschluss der Nebenuhr-Statusanzeige kann zu jeder Zeit – auch im bereits laufenden Betrieb – die I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel 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 der Nebenuhr mit angeschlossener Bedientafel) erscheint auf dem Display die folgende Information:

Nebenuhr-Status  
Version 4

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

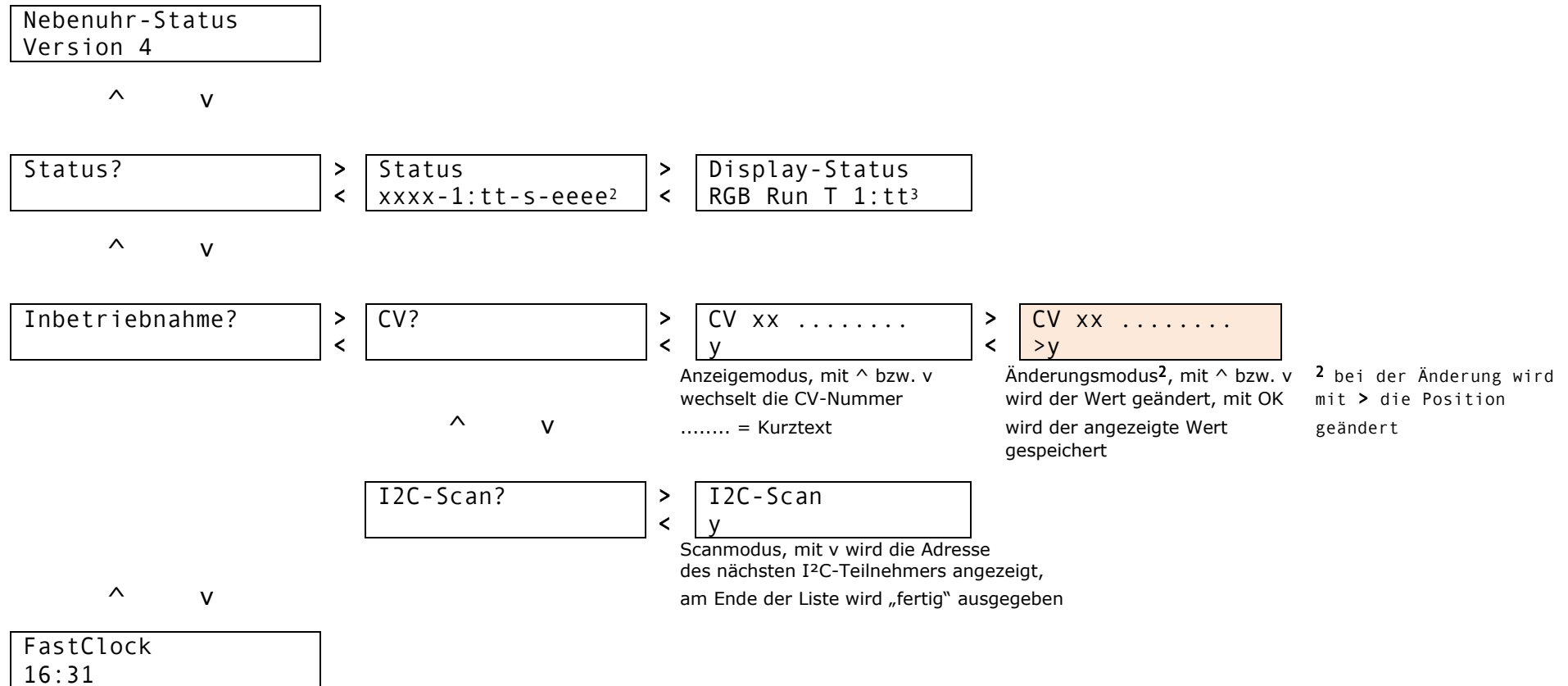
Für die vier kreuzförmig angeordneten Auswahl Tasten gilt:

- < 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 das LCD-Bedientafel gültig)



<sup>2</sup> xxxx = Anzahl empfangener FastClock-Telegramme; tt = an der Zentrale eingestellter Teiler (Hinweis: z.B. 10:50 wird als 1:05 angezeigt, die genauere Einstellung der Uhrenzentrale kann hier nicht angezeigt werden); s = Sync-Wert (0 oder 1); eeee = Angabe *Even* oder *Odd* des Minutenwertes

<sup>3</sup> RGB = Aktive Farbe; Run(Stp) = Uhr läuft/steht; T = FastClock-Telegramme erhalten; tt = siehe Fußnote 3

## 3 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.

### 3.1 HEX-Dateien

Im GitHub-Repository befindet sich im Ordner „Hexfiles“ (<https://github.com/Kruemelbahn/Nebenuhr-Statusanzeige/tree/main/Hexfiles>) die bereits mit dem Quellcode kompilierte HEX-Datei. Diese Hex-Datei kann mit einem AVR-Programmiergerät auf den Prozessor geladen werden (siehe [Kapitel 3.3 Den AVR flashen](#)).

### 3.2 Quellcode

Der Quellcode im Hauptverzeichnis (<https://github.com/Kruemelbahn/Nebenuhr-Statusanzeige>) 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.

Die Kompilierung erfolgt für das Board „Arduino UNO“.

Für eine erfolgreiche Kompilierung sind nachfolgende Arduino-Bibliotheken erforderlich:

| Arduino-Library   | (Link)  |
|-------------------|---|
| Adafruit_NeoPixel | <a href="https://github.com/adafruit/Adafruit_NeoPixel">https://github.com/adafruit/Adafruit_NeoPixel</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> |
| TM1637            | <a href="https://github.com/avishorp/TM1637">https://github.com/avishorp/TM1637</a>                                       |

HeartBeat

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

### 3.3 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 (<https://www.ulrichradig.de/>).

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

### 3.4 Versionsgeschichte

|    |            |  |
|----|------------|--|
| V1 | 31.03.2025 | initiale Erstellung  |
| V2 | 01.04.2025 | Kapitel 4.5 „Das Licht geht nicht an?“ hinzugefügt, Ansteuerung TM1637 verbessert Standardmäßig 8 anstatt 6 LEDs Typ WS2812B |
| V3 | 03.04.2025 | Beschreibung CV9 korrigiert, CV10 hinzugefügt, LocoNET®-Überwachung hinzugefügt, Hilfe-Abschnitt hinzugefügt                 |
| V4 | 06.04.2025 | falsche Beschreibung für CV2...CV6 korrigiert, Kapitel 4.7 „Das Licht geht nicht an oder hat die falschen Farben?“ ergänzt   |

## 4 Schaltpläne und Stücklisten

*Es wurden hier bereits vorhandene Platinen eingesetzt und für die Nebenuhr-Statusanzeige 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.*

### 4.1 Nebenuhr-Statusanzeige

Die Nebenuhr-Statusanzeige besteht aus insgesamt zwei verschiedenen Komponenten:

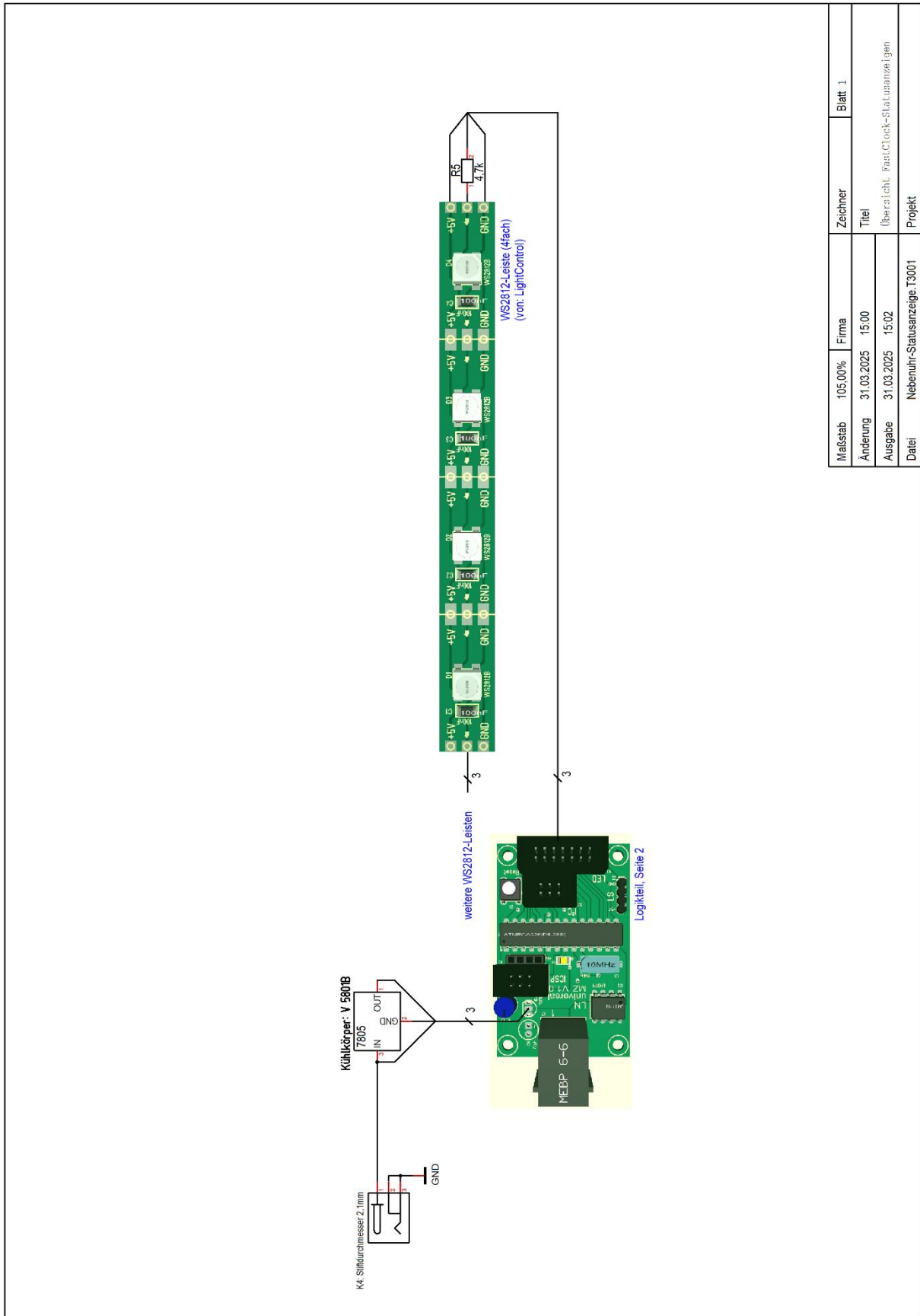
- der Prozessorplatine „LN-Universal“

und zur Anzeige

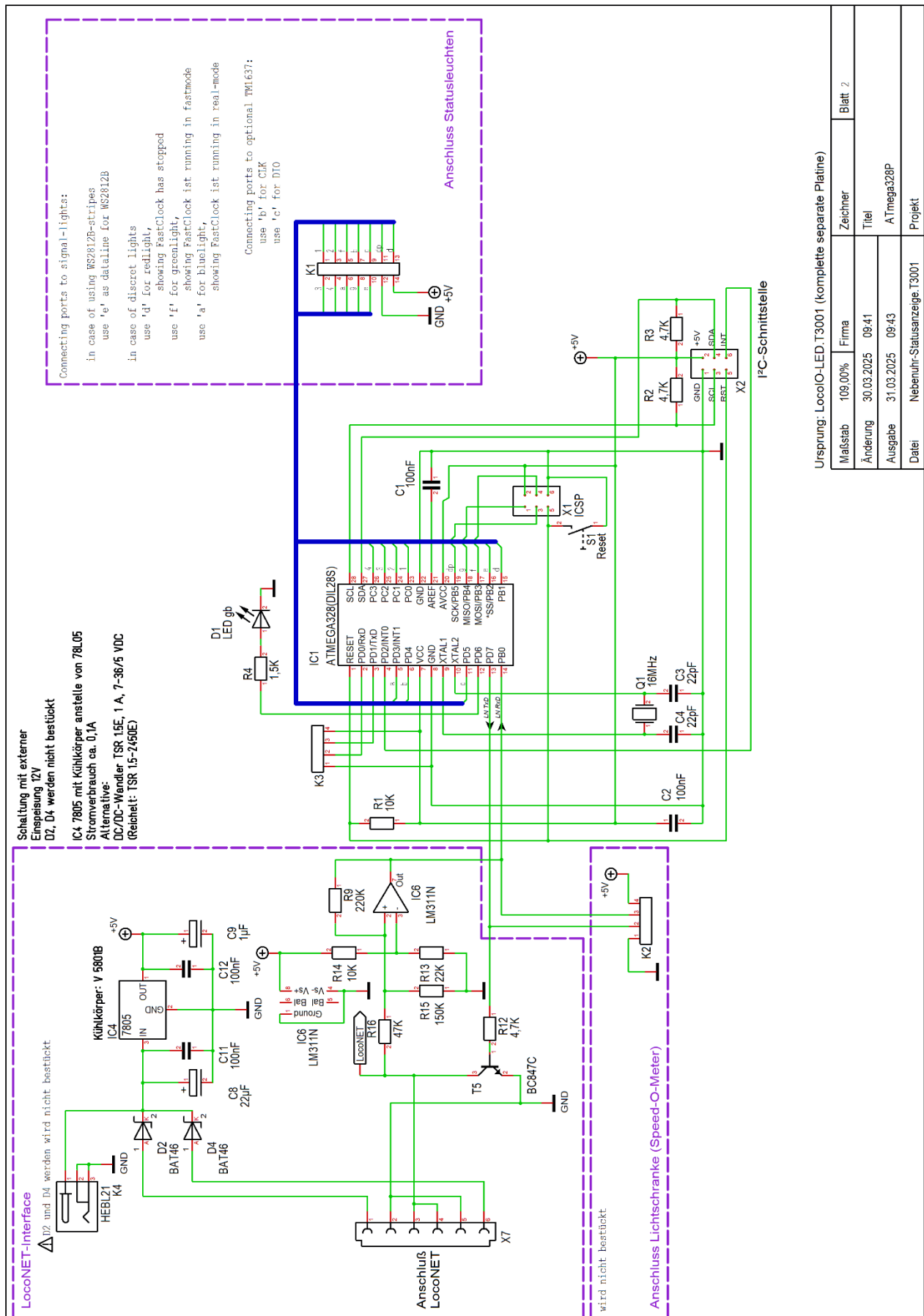
- ein oder mehrere WS2812B-Panels (alternativ ein WS2812B-Stripe)
- oder (RGB-)LED-Stripes



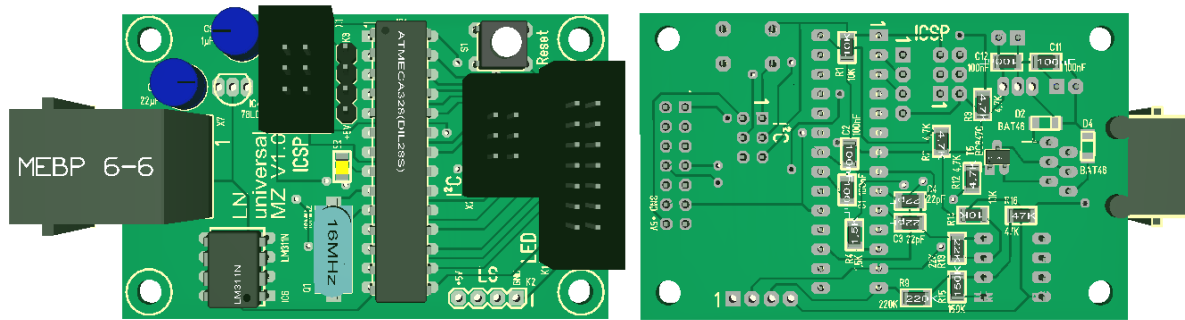
### 4.1.1 Übersicht



### 4.1.2 Prozessoreinheit



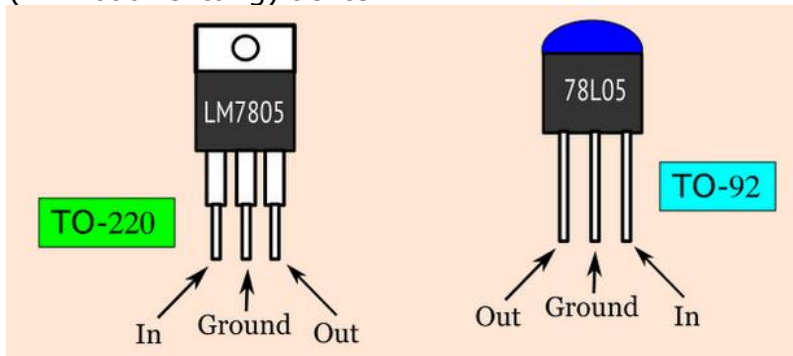
### 4.1.3 Stückliste Prozessoreinheit



| Anzahl | Bauteil          | Bestellnummer (Reichelt) | Anmerkung   |
|--------|------------------|--------------------------|---|
|        |                  |                          | Platine 65mm * 40mm, doppelseitig                                       |
| 4      | C1, C2, C11, C12 | X7R-G1206 100N           |   |
| 2      | C3, C4           | NPO-G1206 22P            |   |
| 1      | C8               | RAD 22/16                | RM 2,54   |
| 1      | C9               | RAD 1/100                | RM 2,54   |
| 1      | D1               | SMD-LED 1206 GE          |   |
| 1      | IC1              | ATMEGA 328P-PU           |   |
| 1      | IC1              | GS 28P-S                 |   |
| 1      | IC6              | LM 311 P                 |   |
| 1      | IC6              | GS 8P                    |   |
| 1      | K1               | WSL 14G                  |   |
| 1      | K1               | PFL 14                   |   |
| 1      | K3               | SL 1X40G 2,54            | Es werden insgesamt vier Stifte benötigt, die Leiste enthält 40 Stifte. |
| 1      | Q1               | 16,0000-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                   |   |
| 2      | X1, X2           | PFL 6                    |   |
| 1      | X7               | MEBP 6-6S                |   |
| 1      | D5               | 1N 4001                  |   |
| 1      | IC4              | µA 7805                  | an Stelle von µA 78L05 extern auf Kühlkörper befestigen                 |
| 1      | IC4              | V 5801B                  | Alternativ auch: TSR 1.5-2450E  |
| 1      | K4               | HEBL 21                  | Hohlbuchse 2,1mm für 12V-Einspeisung                                    |

Hinweise:

- Die externe 12V-Gleichspannungsversorgung wird über die Hohlbuchse (K4, Ø-Mittenstift 2,1mm) eingespeist, der Mittenstift ist der ,+'-Anschluss  $\ominus \text{---} \oplus$ . Die Hohlbuchse wird über D5 an die Platine angeschlossen.
- anstelle des  $\mu$ A78L05 ist ein  $\mu$ A7805 (LM7805) mit Kühlkörper zu verwenden, hierbei ist unbedingt auf die Anschlussbelegung (=Einbaurichtung) achten!



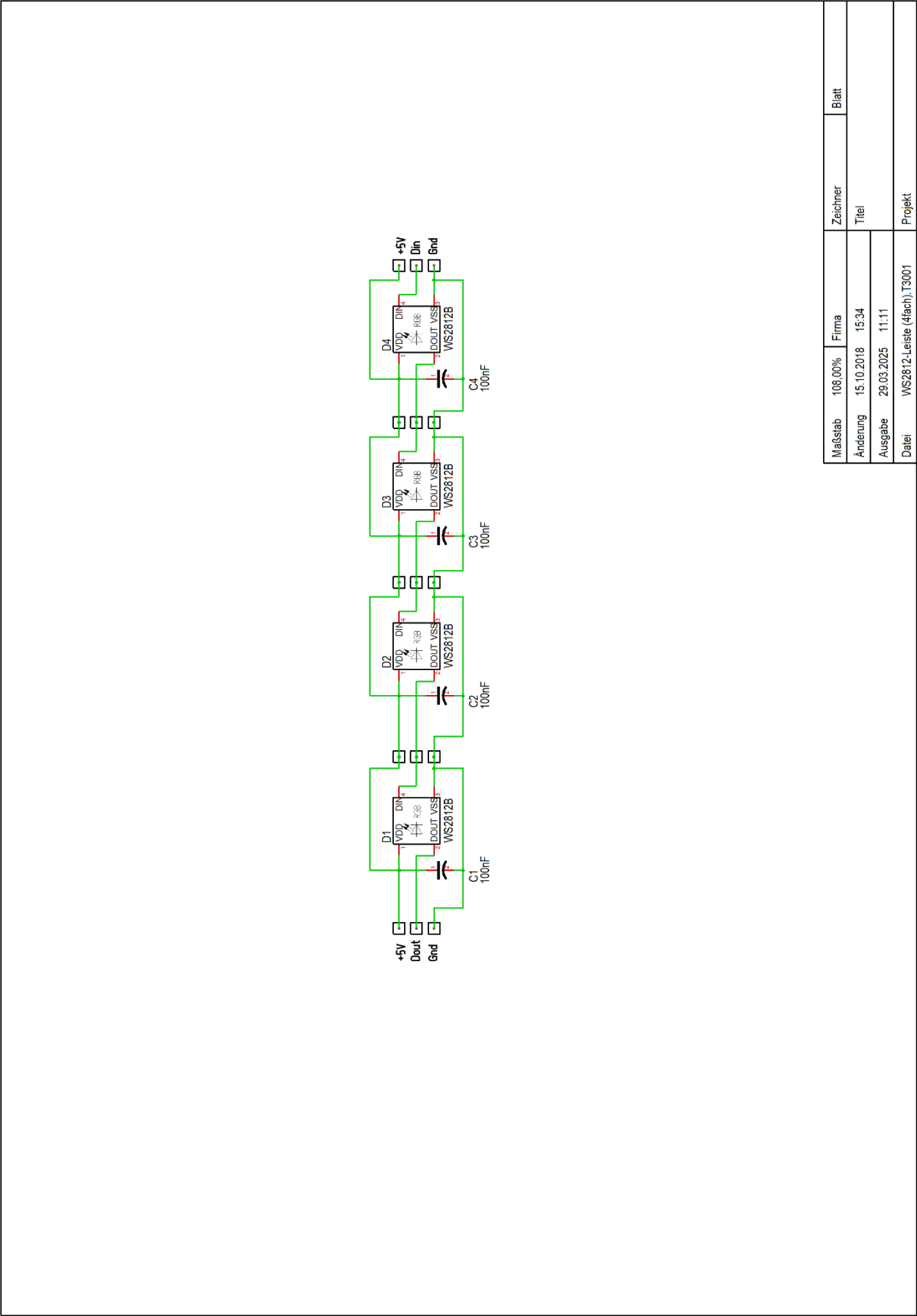
Alternativ kann auch ein 5V-Schaltregler verwendet werden, z.B.:

- o DollaTek 5V 1A Mini-Reglerblock (z.B. Amazon ASIN: B081JMJZG6)
- o Reichelt: TSR 1.5-2450E (DC/DC-Wandler TSR 1.5E, 1 A, 7-36/5 VDC)

Beide sind pincompatibel zum LM7805 im TO220-Gehäuse.

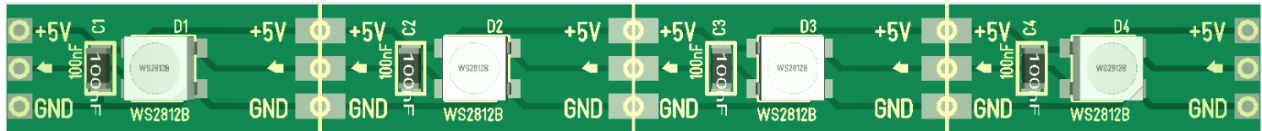
- D2, D4 werden nicht bestückt.
- Es ist eine Verbindung von der Prozessorplatine zur Statusanzeige herzustellen:
  - o WS2812B: siehe [Stückliste Nebenuhr-Statusanzeige – WS2812B-Panel](#)
  - o Andere Anzeigen: siehe [Verwendung von \(RGB-\)LED-Bändern](#)
- Der Stecker X1 (ICSP-Anschluss) wird zum Aufspielen der Software verwendet. Ist dieser nicht bestückt, muss zum Aufspielen der Software jedes Mal der Prozessor (IC1) aus seiner Fassung entfernt und anschließend wieder eingesetzt werden.
- Der Stecker X2 (I<sup>2</sup>C-Anschluss) wird nicht benötigt. Es empfiehlt sich jedoch die Bestückung, um die I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel anschließen zu können, damit bei Bedarf CVs geändert werden können oder im Fehlerfall Diagnoseinformationen ausgelesen werden können.

4.2 Nebenuhr-Statusanzeige – WS2812B-Panel



|          |                             |       |          |       |
|----------|-----------------------------|-------|----------|-------|
| Maßstab  | 108,00%                     | Firma | Zeichner | Blatt |
| Änderung | 15.10.2018                  | 15:34 | Titel    |       |
| Ausgabe  | 29.03.2025                  | 11:11 |          |       |
| Datei    | WS2812-Leiste (4fach).T3001 |       |          |       |
| Projekt  |                             |       |          |       |

#### 4.2.1 Stückliste Nebenuhr-Statusanzeige – WS2812B- Panel



| Anzahl | Bauteil          | Bestellnummer (Reichelt) | Anmerkung  |
|--------|------------------|--------------------------|--|
| 4      | D1...D4          |                          | Platine 100mm * 10mm, einseitig<br>WS2812B<br>Bauform 5050, 5V, mit integriertem Controller<br>(als einzelne LED nicht bei Reichelt erhältlich...) |
| 4      | C1, C2, C11, C12 | X7R-G1206 100N           |  |
| 1      | R5               | METALL 4,70K             | Siehe <a href="#">Seite 10</a> (Schaltbild Seite 1)  |

(diese Tabelle zeigt die Stückliste für ein Panel und ist mit der Anzahl der verwendeten Panels zu multiplizieren!)

Der Anschluss des WS2812B-Panels an die Prozessorplatine erfolgt über K1 auf der Prozessorplatine (im obigen Panel-Bild auf der rechten Seite):

- K1 Pin 10 = Datenleitung über R5 (4,7kOhm) an ◀ anschließen
- K1 Pin 12 = GND (Masse / 0V)
- K1 Pin 14 = +5V

An der (im obigen Panel-Bild) linken Seite des WS2812B-Panels können weitere Panel angeschlossen werden (der 4,7kOhm-Widerstand wird am ersten Panel benötigt und ist am Panel zu befestigen).

Die Verbindung Prozessor-Platine und erstem WS2812B-Panel sollte eine Länge 2m nicht überschreiten.

Das Panel kann an den markierten Stellen nach Bedarf gekürzt werden.

Die Software unterstützt initial 2 Panel = 8 LEDs vom Typ WS2812B.

Eine andere LED-Anzahl ist über CV2 einstellbar.

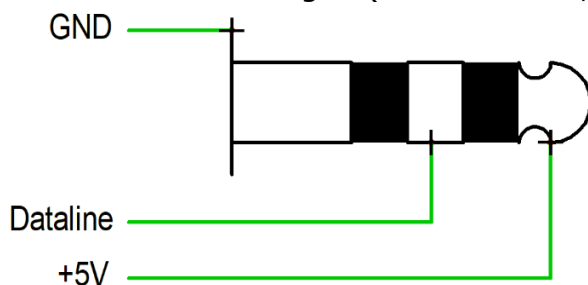
##### Montage der WS2812B-Panels

2 Panel bedeutet: die Panels werden halbiert und jede Hälfte verwendet. Diese können z.B. senkrecht in viereckiger Form angeordnet werden, um die Sichtbarkeit aus allen Richtungen zu gewährleisten.

Sofern die WS2812B-Panels nicht im Prozessorgehäuse untergebracht sind (...hoffentlich bleiben die Panels dann sichtbar...), hier ein

##### Vorschlag für eine Steckverbindung zwischen der Prozessorplatine und den WS2812B-Panelen

Der Anschluss an K1 kann dann z.B. über einen 3poligen 6,3mm (oder 3,5mm)-Klinkenstecker<sup>4</sup> erfolgen (Buchse an K1, Stecker an den WS2812B-Panels):



<sup>4</sup> Für eine Austauschbarkeit sollte man sich hier auf ein Steckersystem einigen – oder den 6,3mm-Stereoklinkenstecker mit der angegebenen Belegung als Vorgabe verwenden.

### 4.3 Alternative Anzeige durch ein (RGB-)LED-Band

Alternativ zum WS2812B-Panel werden auch (RGB-)LED-Bänder (bzw. RGBW-LED-Bänder) unterstützt.

Anstelle der Farbe Blau kann auch die Farbe Weiß verwendet werden, ins besonders beim Einsatz von LED-Bändern mit Einzelfarben oder einem RGBW-LED-Band.

Der Anschluss eines (RGB-)LED-Band an die Prozessorplatine erfolgt über K1 auf der Prozessorplatine:

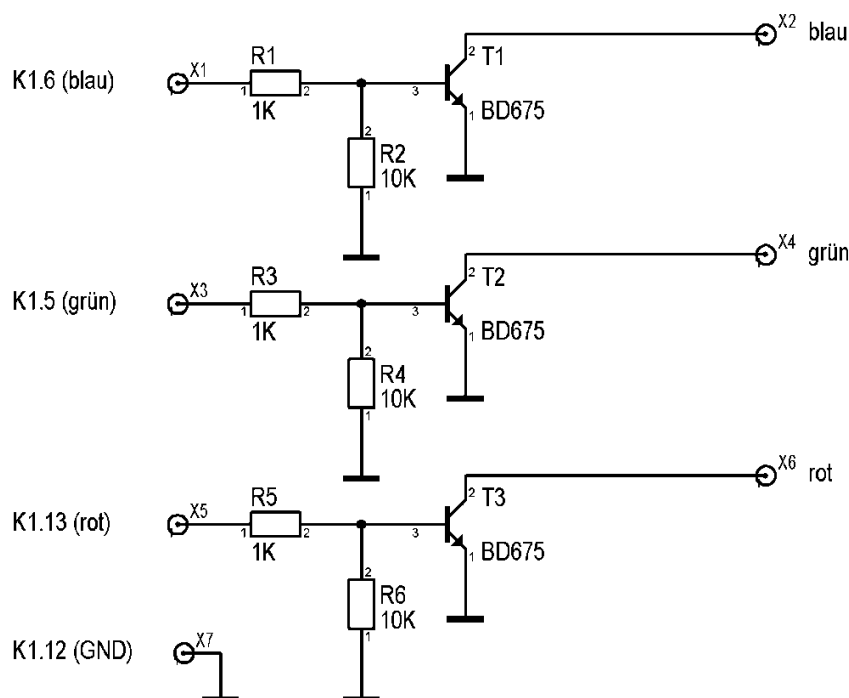
- K1 Pin 5 = Grün = FastClock läuft im FastClock-Modus (Takt schneller als 1:1)
- K1 Pin 6 = Blau = FastClock läuft im Realtime-Modus (Takt = 1:1)
- K1 Pin 12 = GND (Masse / 0V)
- K1 Pin 13 = Rot = FastClock angehalten (Uhr steht)
- K1 Pin 14 = +5V

Da der verwendete Prozessor nicht in der Lage ist,

- Ströme von mehr als 20mA je Anschluss auszugeben oder
- Spannungen von mehr als 5V zu schalten,

sind unbedingt Verstärkerstufen für LED-Bänder einzusetzen (siehe Vorschläge in den nachfolgenden Abschnitten)<sup>5</sup>.

#### 4.3.1 Transistor-Schaltstufen



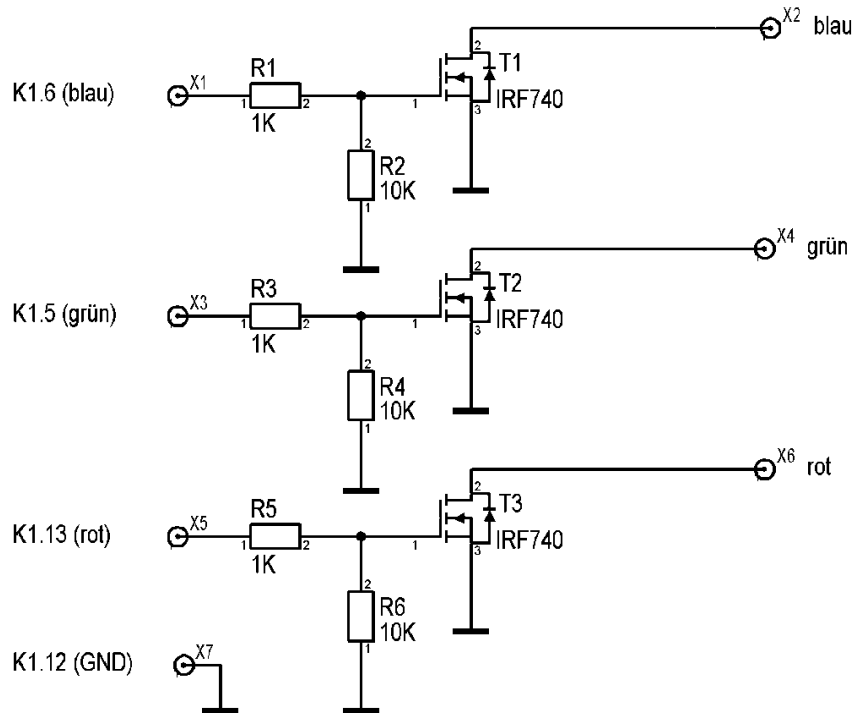
<sup>5</sup> Daten von meinem RGB-LED-Bandes (V-TAC: [LED Strip SMD5050 30 LEDs RGB IP20](#)):

Länge 5m = 50 Abschnitte à 100mm, 3 LED je Abschnitt = 30 LEDs/m = 150 LEDs

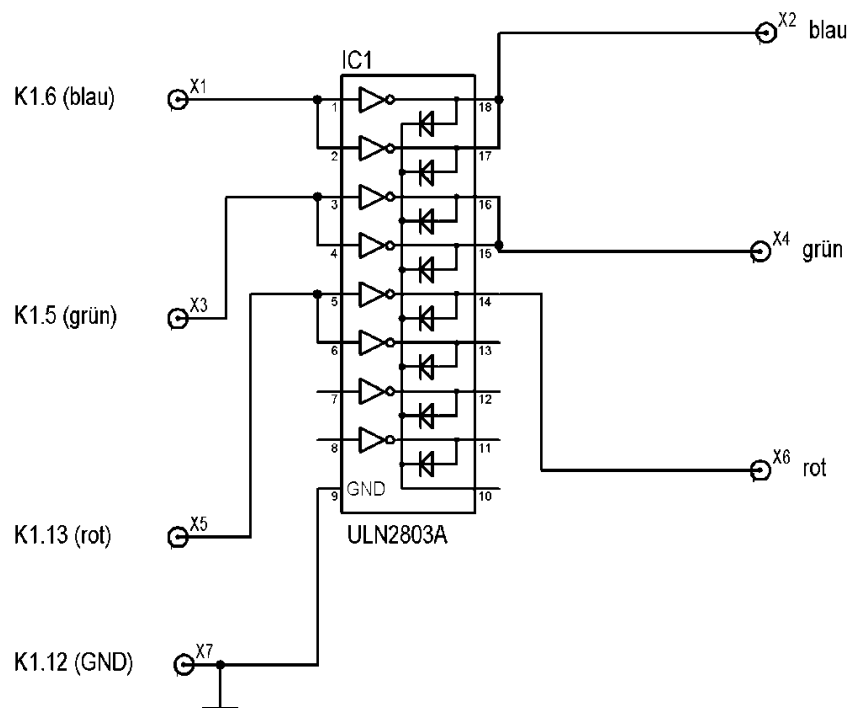
4,8W/m = 24W/5m = 0,16W/LED = 13mA/LED bei 12V-Versorgungsspannung

Gemessen wurden bei Anschluss aller 3 Farben (ergibt dann zusammen weiß) ca. 1A bei 12V = ca. 7mA/LED

### 4.3.2 MOSFET-Schaltstufen



### 4.3.3 ULN 280X





## 4.4 Spannungsversorgung der Gesamtschaltung

Grundsätzlich ist die Versorgung über den LocoNET®-Anschluss Aufgrund des hohen Strombedarfs nicht möglich.

### 4.4.1 Verwendung von WS2812B

**eine** WS2812B benötigt<sup>6</sup>

- 1,5mA für die Basisversorgung
- und zusätzlich 10,5mA für die volle Lichtstärke **einer** Farbe

Daraus ergibt sich (aufgerundet):

- ein Bedarf von 12mA je LED je Farbe

d.h. 2 WS2812B-Panel mit 8 LEDs benötigen (rechnerisch):

- 96mA für die Farbe Rot bzw. Grün bzw. Blau
- 264mA für die Farbe Weiß (= Rot + Grün + Blau)

und die Formel:

$$I_{\text{ges}} = \text{Anzahl der LEDs} * (10,5\text{mA} * \text{Anzahl Farben} + 1,5\text{mA})$$

### Versorgung durch 5V anstelle von 12V

Wird anstelle der 12V-Versorgung eine 5V-Versorgung verwendet, so kann

- o IC4 (7805) mit Kühlkörper

entfallen, am IC4 ist dann Anschluss 1 mit Anschluss 3 zu brücken. Eine Diode als Verpolungsschutz in der Einspeisung sollte nicht fehlen.

Für den Anschluss des 5V-Netzteils kann ebenfalls eine Hohlbuchse verwendet werden. Um eine fehlerhafte Einspeisung mit 12V zu verhindern, wird hier eine Hohlbuchse mit Ø-Mittenstift **2,5mm** empfohlen (HEBL 25)<sup>7</sup>. Auch hier ist der Mittenstift der ,+`-Anschluss  $\ominus \text{---} \bullet \text{---} \oplus$ . Die Hohlbuchse wird über D5 an die Platine angeschlossen.

### 4.4.2 Verwendung von (RGB-)LED-Bändern

Diese Anzeigen benötigen oftmals eine Versorgungsspannung von 12V.

Die oben vorgeschlagenen Schaltstufen sind für die auftretenden Ströme (und ggf. Spannungen) anzupassen. Da es eine Vielzahl von (RGB-)LED-Bändern gibt und die Anzahl der tatsächlich verwendeten LEDs unbekannt ist, sind für die Dimensionierung die Datenblätter zu Rate zu ziehen. Gegebenenfalls sind auch Kühlkörper erforderlich.

### Versorgung durch 5V anstelle von 12V

Ist bei 12V-LED-Bändern nicht sinnvoll.

---

<sup>6</sup> gemessen...

<sup>7</sup> dann passt der dünne 2,1mm-Hohlstecker für 12V nicht in die dicke 2,5mm-Hohlbuchse für 5V

## 4.5 Zeitanzeige mit einem TM1637 (optional)



### Beschreibung:

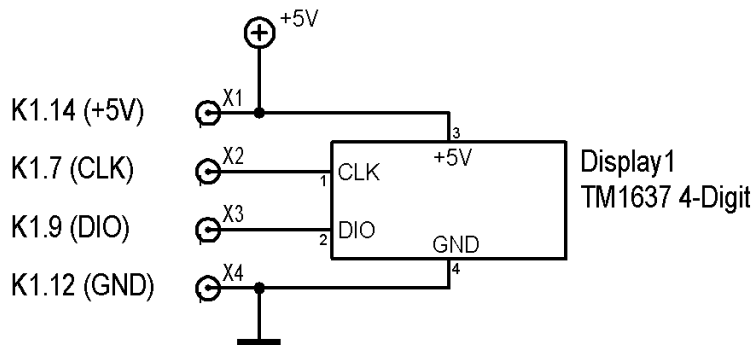
Ein Modul mit 4 Stellen aufgeteilt in eine 7-Segment-Anzeige. Der Treiber IC ist TM1637. Es kann zur Anzeige von Ziffern, Buchstaben etc. verwendet werden.

### Details:

- 4 Stellen rot alpha numerische Anzeige
- 8 einstellbare Leucht-Level
- Eingangsspannung: 3.35.25V DC
- Stromverbrauch (bei 5V): 30-80mA
- Interface level kann bei 5V oder 3.3V liegen
- Abmessungen: ca. 42x24x12mm
- Gewicht: ca. 8g

Der Anschluss des TM1637<sup>8</sup> an die Prozessorplatine erfolgt über K1 auf der Prozessorplatine:

- K1 Pin 7 = CLK-Signal zum TM1637
- K1 Pin 9 = DIO-Signal zum TM1637
- K1 Pin 12 = GND (Masse / 0V)
- K1 Pin 14 = +5V



Die Verwendung dieser Anzeige muss über CV10 Bit 1 aktiviert werden.

Bei laufender FastClock-Uhr blinkt der Doppelpunkt in der Anzeige, steht die FastClock-Uhr, so leuchtet der Doppelpunkt ständig.

### Versorgung durch 5V anstelle von 12V

- ohne Statusanzeige oder bei Verwendung von WS2812B für die Statusanzeige: siehe [Verwendung WS2812B](#)
- bei Verwendung von (RGB-)LED-Bändern nicht sinnvoll

## 4.6 LocoNET®-Überwachung (optional)

Ähnlich wie bei der Frage „Läuft die Uhr schon?“ ist bei Treffen manchmal auch der Ruf „Ich glaube, das LocoNET® ist ausgefallen!“ zu hören.

Kann man das nicht besser überwachen? Und dann anzeigen?

Ich denke schon, denn mit einer LED-Anzeige wie der Nebenuhr-Statusanzeige kann man auch andere Dinge anzeigen, so z.B. den Ausfall des LocoNET®.

Tatsächlich könnte man jetzt den Telegrammverkehr überwachen und wenn nicht alle X Sekunden ein Telegramm kommt, würde das LocoNET® als ausgefallen gelten. Doch wie groß muss X sein? Schwierig...

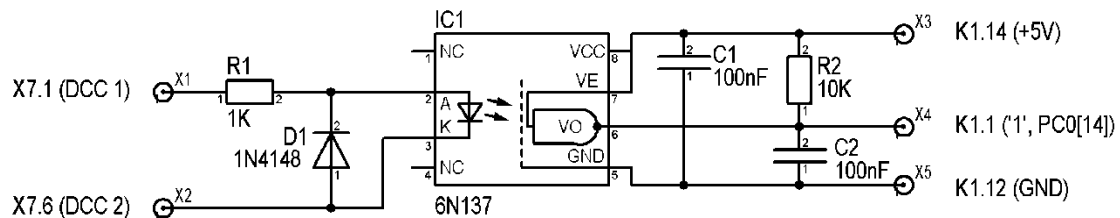
<sup>8</sup> Erhältlich z.B. bei [AZ-Delivery](#)

Bei unseren LocoNET®-Ausfällen wurde durch die Zentrale (eine Intellibox I mit aktueller Software) auch das auf der LocoNET®-Leitung liegende DCC-Signal abgeschaltet – und das machen wir uns zu Nutze und verwenden diese Status-Anzeige auch dazu, den Status des LocoNET® anzuzeigen.

Dazu ist zum einen

- CV10 Bit 7 zu setzen

zum anderen die Hardware zu erweitern<sup>9</sup>:



Hierbei sind:

- X1 und X2 an die LocoNET®-Buchse X7 Pin 1 und Pin 6 anzuschließen
- X3, X4 und X5 wie oben angegeben an K1 anzuschließen.

Ist jetzt das LocoNET®

- angeschlossen, so schaltet IC1 Pin 6 nach GND, die Statusanzeige ist im Normalbetrieb
- nicht angeschlossen oder ausgeschaltet (am Anschluss X4 liegt dann über R2 +5V an), so blinkt die Statusanzeige rot.

<sup>9</sup> Die DCC-Sniffer-Schaltung ist ohne C2 universell einsetzbar. Hier dient C2 zur Signalglättung.

## 4.7 Das Licht geht nicht an oder hat die falschen Farben?

Das Wenigste, was funktionieren sollte, ist die „Herzschlag-LED“ (D1, gelb) auf der Platinenoberseite. Wenn diese nicht pulsiert,

- liegt keine Versorgungsspannung von 5V= an
- ist der Prozessor nicht programmiert
- fehlen Bauteile auf der Platine
- existieren möglicherweise kalte Lötstellen.

Können diese Fehler ausgeschlossen werden und

- das LocoNET® ist angeschlossen
- und aktiv (also eingeschaltet),
- und die FastClock-Zentrale wurde gestartet

können folgende Tests durchgeführt werden:

- über ein angeschlossenes [I²C-LCD-Bedientafel](#)) können
  - o der aktuelle Status überprüft werden (siehe auch [Menüstruktur](#)):
 

Display-Status  
 RGB Run T 1:tt<sup>10</sup>
  - o die Helligkeitseinstellungen in den CV3, 4, 5 und 6 geprüft werden: die Werte sollten größer 0 sein ([Übersicht aller verwendeten CVs](#))
- Spannung an den Leuchten messen:
  - o WS2812B benötigen konstante 5V=
    - Die Datenleitung pulsiert (zur Messung ist i.d.R. ein Oszilloskop erforderlich)
  - o LED-Bänder werden i.d.R. mit konstanten 12V= versorgt, hier sollte zusätzlich der Ausgang der Schaltstufe gemessen werden

### Falsche Farben

Hier gilt es, zu unterscheiden, ob WS2812B oder (RGB-)LED-Stripes angeschlossen sind.

#### a.) WS2812B

Je nach Type der WS2812B haben diese intern eine unterschiedliche Farbzuordnung. Dies kann im Quelltext in der Datei „ClockHandling.ino“ angepasst werden (siehe auch im Abschnitt [Quellcode](#)):

```
constexpr neoPixelType PIXEL_FORMAT(NEO_GRB + NEO_KHZ800);
```

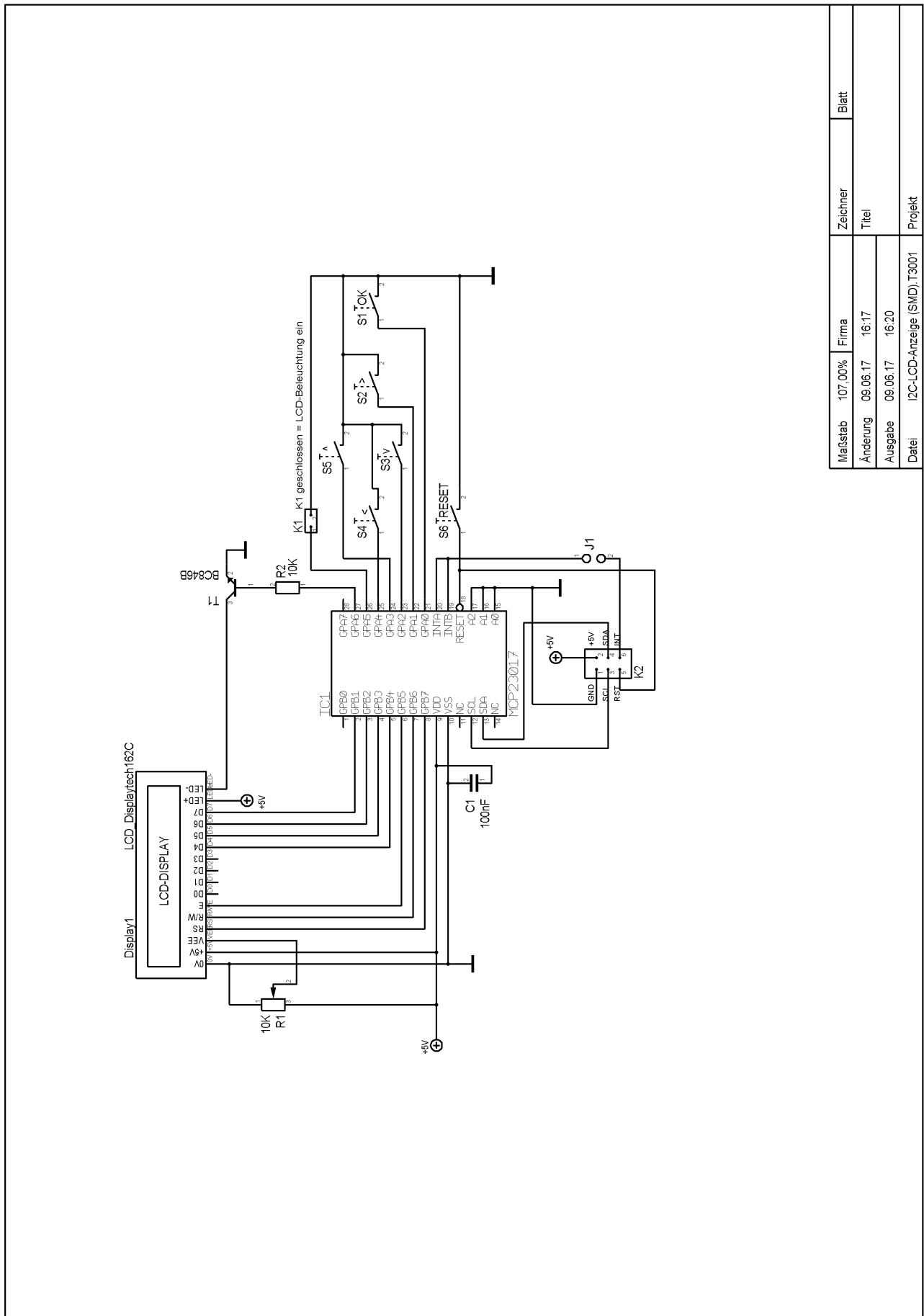
Hier ist der Wert `NEO_GRB` zu ändern. Zur Verfügung stehen andere Farbreihenfolgen, diese sind in der Datei „Adafruit\_NeoPixel.h“ definiert. Nach einer Änderung ist der Quellcode neu zu kompilieren.

#### b.) (RBG-)LED-Stripes

Hier ist die Verdrahtung zu kontrollieren: sind alle farbabhängigen Anschlüsse (siehe [Alternative Anzeige durch ein \(RGB-\)LED-Band](#)) richtig angeschlossen / zugeordnet?

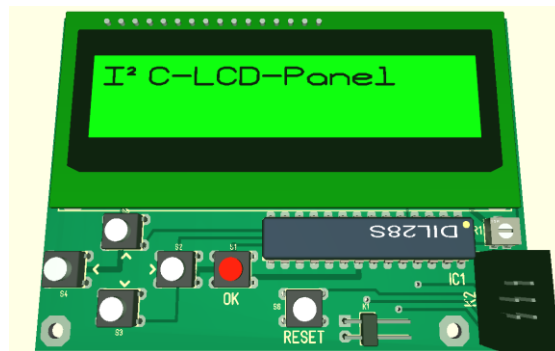
<sup>10</sup> RGB = Aktive Farbe; Run(Stp) = Uhr läuft/steht; T = FastClock-Telegramme erhalten; tt = siehe Fußnote 3

## 4.8 I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel (optional)



Nicht jeder, der eine Nebenuhr sein Eigen nennt, braucht auch eine I<sup>2</sup>C-LCD-Bedientafel – da diese aber ggf. zur Inbetriebnahme oder Diagnose benötigt wird, sollte es wenigstens eine Bedientafel im gesamten System geben...

Übrigens: diese Bedientafel wird auch zur Konfiguration diverser Baugruppen verwendet – kommt also vielfältig zum Einsatz...



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>

#### 4.8.1 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: SD 10 SW HALB) 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 andere Anwendungen (Relaisblock, Stellwerk, Intervaluino, AVR-Sound, LocoIO-SV-Editor) einsetzbar.



Der Anschluss der I<sup>2</sup>C-Bedientafel an das FastClock-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 (z.B. mein Stellwerk oder meinen Intervaluino) angeschlossen werden.

## 5 Experten-Informationen

### 5.1 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 LocoNET®-FastClock-Statusanzeige empfängt und sendet Telegramme mit den OP-Codes

- OPC\_PEER\_XFER            0xE5
- OPC\_SL\_RD\_DATA        0xE7
- 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, verwendet das ‚Format 2‘ und folgt nicht der Empfehlung 2.2.6) [Standard SV/EEPROM Locations](#) für die Verwendung von SV1...SV3.

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.