

Dipl.-Ing. Michael Zimmermann

Buchenstr. 15

42699 Solingen

☎ 0212 46267

🌐 <http://www.kruemelsoft.privat.t-online.de>

✉ BwMichelstadt@t-online.de

Michelstadt (Bw)

AVR-Sound - DFPlayer

Hardware Version 1.1

Software Version 20

© 2017 – 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	Was ist das?.....	4
2	Konfiguration.....	5
2.1	Anschluss und Einstellungen	5
2.1.1	Spannungsversorgung	5
2.1.2	Steueranschlüsse - allgemeine Informationen.....	5
2.1.3	Anzeige-LEDs	5
2.1.4	Signale und deren Anschlüsse	5
2.1.5	Start eines Sounds	6
2.1.6	Stopp eines Sounds.....	6
2.1.7	Festlegung der abzuspielenden Sound-Nummer	6
2.1.8	Festlegung der Lautstärke des abzuspielenden Sounds.....	7
2.1.9	Festlegung des Abspielmodus des abzuspielenden Sounds.....	7
2.1.10	Vom Schaltausgang verwendete CVs.....	7
2.1.11	Vom LocoNET®-Interface verwendete CVs.....	7
2.1.12	Vom PortExpander verwendete CVs.....	8
2.1.13	Von FastClock verwendete CVs.....	8
2.2	Übersicht und Beschreibung der vorhandenen CVs	9
2.3	Tabelle der CVs	13
2.4	Inbetriebnahme mit der I ² C-LCD-Anzeige- und Bedieneinheit	14
2.5	Menüstruktur	15
3	Hardware.....	18
4	Software.....	18
4.1	Versionsgeschichte	19
5	Einsatz und Verwendung.....	20
5.1	Sound einfach	20
5.2	Sound für den Bahnübergang („Schrakenmodus“)	20
5.3	Soundauswahl über den PortExpander	21
5.4	Sound-FRED.....	21
5.5	Sound einfach über LocoNET®	22
6	Übersicht der Einstellungen meiner AVR-Sound-Module.....	23
7	Anhang.....	24
7.1	AVR-Sound.....	24
7.1.1	Stückliste AVR-Sound.....	25
7.2	LocoNET® / DCC-Interface	27
7.2.1	Stückliste LocoNET®-Interface	28
7.2.2	Stückliste DCC-Interface	29
7.3	PortExpander.....	30
7.3.1	Stückliste PortExpander	31
7.3.2	Statusanzeige über PortExpander.....	32
7.4	I ² C-LCD-Bedientafel	33
7.4.1	Stückliste I ² C-LCD-Bedientafel	34
7.5	FastClock (Nebenuhr)	36
7.5.1	Stückliste FastClock (Nebenuhr)	38
7.6	Transistor-Schaltstufe.....	39
7.6.1	Stückliste Transistorschaltstufe	39
7.7	Sound-FRED Taster	40
7.7.1	Stückliste Sound-FRED Taster	40
7.8	Diagnosestecker	41
7.8.1	Stückliste Diagnosestecker	41
7.9	Kommunikation: LocoNET®-Telegramme.....	42
7.10	Übersicht: Serielle Befehle für das DFPlayer-Modul.....	42

7.10.1	Befehlssatz.....	43
7.10.2	Abfragebefehle	44

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/>>.

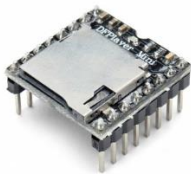
1 Was ist das?

AVR-Sound DFPlayer ist der Versuch, kostengünstig und einfach MP3-Sounds auf der Modellbahnanlage abzuspielen.

Nachdem kommerzielle Geräte sehr teuer sind, blieb nur der Selbstbau - zudem so auch eigene Anforderungen umgesetzt werden konnten:

- in meinem Stellwerk verwendbar
- an meiner Kanalbrücke verwendbar
- für meine Feuerwehr verwendbar
- über LocoNET® ansteuerbar
- erweiterungsfähig – bei neuen Ideen und Anforderungen

Zur Anwendung kommt ein ATMEL ATMEGA 328 (als Entwicklungsumgebung wurde ein *Arduino UNO R3 SMD* verwendet), der ein entsprechendes Sound-Modul (hier: *DFPlayer Mini MP3 Player Modul*) ansteuert.



Nun ist das DFPlayer-Modul an sich schon flexibel und kann direkt über Tasten angesteuert werden. Eine Ansteuerung über den ATMEL-Prozessor steigert die Möglichkeiten, einige Funktionen sind durch den Prozessor überhaupt erst möglich. Weiterhin hat das DFPlayer-Modul einen Slot für Micro-SD-Karten, auf denen die einzelnen Sounds gespeichert sind (ohne SD-Karte kein Sound!). Bei einem Wechsel der Sounds wird lediglich der Inhalt der Micro-SD-Karte geändert, eine Softwareänderung für den Prozessor ist nicht erforderlich.

Für den Betrieb von AVR-Sound wird eine leistungsfähige 5V-Versorgung benötigt, als Steueranschlüsse stehen u.a. zur Verfügung:

- *Sound ein*
- *Sound aus* (zwei separate Eingänge)
- *Schaltausgang* (auch für höhere Lasten mit MOSFET-Schaltstufe)

Das Hauptaugenmerk bei der Entwicklung lag bei der einfachen Verwendung für meine Module.

Die vielfältigen Konfigurationsmöglichkeiten (siehe CVs) erlauben insgesamt ein breites Anwendungsspektrum.

Weiterhin kann über den I²C-Anschluss von AVR-Sound auch ein FastClockSlave-Modul ([Kapitel 7.5: FastClock \(Nebenuhr\)](#)) angeschlossen werden.

Startpunkt der Entwicklung war übrigens ein Bauvorschlag als Licht- und Soundmodul für ein Gewitter: <http://www.trainelectronics.com/Animation-thunder-lightning/> - und das ist dann gewachsen...

...und beim Entwurf des LocoNET®-Interfaces hat LocoIO von Hans deLoof (<http://users.telenet.be/deloof/pageDE8.html>) Pate gestanden:

→ AVR-Sound kann mit LocoIO über das LocoNET® angesteuert werden.

2 Konfiguration

2.1 Anschluss und Einstellungen

PXy bezeichnet den Portanschluss am ATMEGA 328, **[]** bezeichnen den Port am *Arduino UNO*.

2.1.1 Spannungsversorgung

AVR-Sound benötigt eine 5V-Versorgung (mit entsprechender Leistung für das DFPlayer-Modul):

- +5V an K5.4 / K4.7 / X4.7
- Masse (0V, GND) an K5.3 / K4.3 / X4.3

Jumper für die Spannungsversorgung

- **J2** ist zu öffnen, wenn das DFPlayer-Modul mit 3,3V anstelle von 5V versorgt werden soll (dann muss auch IC3, C5 und C6 bestückt werden)
- Soll das DFPlayer-Modul mit einer separaten 5V-Versorgung betrieben werden, so ist **J6** zu öffnen. Der Anschluss der separaten Versorgung erfolgt dann ebenfalls über J6
- mit **J1** kann die Spannung für einen NF-Verstärker (Anschluss an K3) ausgewählt werden (+5V oder +12V)

2.1.2 Steueranschlüsse - allgemeine Informationen

- Die Steueranschlüsse für *Sound ein* bzw. *Sound aus* können wahlweise gegen +5V schalten (1-aktiv) oder gegen Masse schalten (0-aktiv), die entsprechende Einstellung erfolgt über CV5.
- Die Eingänge am PortExpander sind nicht konfigurierbar und immer 0-aktiv.
- Für alle 0-aktiven Eingänge wird der jeweils zugehörige Pull-Up-Widerstand aktiviert.
- Nicht verwendete Anschlüsse werden über CV6 definiert.
- Über S2 kann wahlweise
 - o die Sound-Nummer (CV9 Bit 0 = 1) oder
 - o die Lautstärke (CV9 Bit 1 = 1)
 gewählt werden.

2.1.3 Anzeige-LEDs

Auf dem AVR-Soundmodul gibt es zwei Anzeige-LEDs:

- **D3** neben dem Reset-Taster zur Anzeige des Schaltausgangs
- **D1** neben dem Quarz, der „Herzschlag“ zur Anzeige des ordnungsgemäßen Programmlaufs.
Schnelles Blinken (2Hz) dieser LED zeigt eine Störung an. Bei konstantem (Dauer-)Licht arbeitet das Programm nicht mehr, dann kann ein Reset helfen.

2.1.4 Signale und deren Anschlüsse

- *Sound ein* (K5.1 / K4.4 / PD4[4])
- *Sound aus* (K5.2 / K4.6 / X4.6 / PD5[5])
- *Sound aus 2* (K4.8 / X4.8 / PB0[8])
nur nutzbar, wenn kein LocoNET®-Interface aktiviert ist
- *Schaltausgang* (X4.4 / PB1[9])
- *DFPlayer aktiv* („busy“, PB4[12])
- *Soundmodul aktiv* (PB5[13], Anschluss über X1 (ICSP-Stecker))

- *Analog von Lautsprecher* (PC0[14], J3 ist zu schließen)

2.1.5 Start eines Sounds

...erfolgt über

- den Anschluss *Sound ein* oder
- einen LocoNET®-Befehl oder
- über den PortExpander Eingang 1...16 bzw. 17...32 oder
- einen der vier Taster (anstelle von S2; siehe „Sound-FRED“)

2.1.6 Stopp eines Sounds

...erfolgt über

- *Sound aus* oder
- *Sound aus 2* (nicht bei Verwendung des LocoNET®-Interface) oder
- einen LocoNET®-Befehl

Über CV9 Bit 3 kann festgelegt werden, ob der Anschluss *Sound aus* den Sound sofort (*Sound aus sofort*) oder erst nach dem kompletten Abspielen stoppt (*Sound aus*).

- CV10

legt fest, ob und unterhalb welcher Schaltschwelle der Befehl *Sound aus sofort* wirkt. Dazu ist auch J3 zu schließen.

- CV25

legt fest, ob beim Stopp des Sounds ein Sound abgespielt werden soll. Hierzu muss CV9 Bit 4 gesetzt sein.

2.1.7 Festlegung der abzuspielenden Sound-Nummer

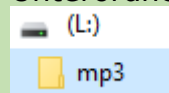
...wird festgelegt über

- CV2
- CV9 Bit 0
- CV25

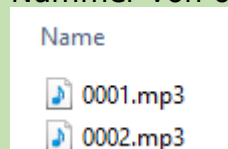
bzw. über die Anwahl mittels PortExpander (CV9 Bit 2).

Ist CV17 Bit 1 gesetzt, wird die abzuspielende Sound-Nummer aus der Adresse des empfangenen LocoNET®-Telegrammes genommen.

Grundsätzlich gilt: Alle Sound-Dateien befinden sich auf der SD-Karte des DFPlayer Mini MP3 Player Modul (FAT 16 oder FAT32, max. 32GB) im Unterordner mp3:



und haben die Namen xxxx.mp3. Hierbei steht xxxx für die Angabe der Sound-Nummer von 0001 bis 0255:



2.1.8 Festlegung der Lautstärke des abzuspielenden Sounds

...erfolgt über

- CV3
- CV9 Bit 1

2.1.9 Festlegung des Abspielmodus des abzuspielenden Sounds

...wird definiert in

- CV4
- CV9 Bit 7
- CV14
- CV20

2.1.10 Vom Schaltausgang verwendete CVs

Das Verhalten des *Schaltausgang* wird gesteuert durch

- CV5 Bit 5
- CV6 Bit 5
- CV9 Bit 5
- CV9 Bit 6
- CV11
- CV12
- CV13
- CV22
- CV23
- CV24

Wenn CV6 Bit 7 nicht gesetzt ist und J3 geschlossen wird, kann der *Schaltausgang* pegelabhängig mit

- CV15
- CV16

geschaltet werden.

CV11, CV12 und CV23 bleiben unberücksichtigt, wenn der Schaltausgang über LocoNET® geschaltet wird.

CV23 und CV24 werden bei Verwendung des LocoNET®-Interfaces berücksichtigt. Wird der Schaltausgang über das LocoNET® angesteuert, wirkt das wie eine ODER-Verknüpfung zum über CV11 vorgegebenen Verhalten.

Wenn CV9 Bit 6 gesetzt ist, wird der Schaltausgang nur aktiviert, wenn der entsprechende Sound in CV24 freigegeben ist.

2.1.11 Vom LocoNET®-Interface verwendete CVs

Das LocoNET®-Interface verwendet

- CV11
- CV17 Bit 0
- CV17 Bit 1
- CV18
- CV19
- CV22

Bei Verwendung des LocoNET®-Interface ist J4 zu schließen.

Der Eingang *Sound aus 2* (K4.8 / X4.8 / PB0[8]) kann nicht verwendet werden.

2.1.12 Vom PortExpander verwendete CVs

Der PortExpander verwendet

- CV9 Bit 2

2.1.13 Von FastClock verwendete CVs

FastClock verwendet:

- CV17 Bit 2
- CV17 Bit 3
- CV17 Bit 5

Weiterhin ist das LocoNET®-Interface anzuschließen und über

- CV17 Bit 0

zu aktivieren und J4 zu schließen.

2.2 Übersicht und Beschreibung der vorhandenen CVs

Für alle CVs gilt:

CVs werden bei Erst-IBN eingestellt und sollten danach nicht mehr geändert werden.

CV	Bedeutung
1	Eindeutige Identifikationsnummer 1...126, Standard = 1
2	Abzuspielende Sound-Nummer 1...255, Standard = 1
3	Lautstärke 1...30, Standard = 30
4	<p>Abspielmodus für den Sound, Standard = 0:</p> <p><i>Sound ein</i> (K5.1 / K4.4 bzw. über PortExpander oder über LocoNET®)</p> <p>0 = Sound wird einmal abgespielt, unabhängig von der Schaltdauer an <i>Sound ein</i></p> <p>1 = Sound wird (wiederholt) mit Pause (CV14) abgespielt, solange <i>Sound ein</i> eingeschaltet ist (Sound wird immer komplett abgespielt)</p> <p>2 = Sound wird (wiederholt) mit Pause (CV14) abgespielt, solange <i>Sound ein</i> eingeschaltet ist (Sound wird sofort abgeschaltet)</p> <p>3 = Sound wird (wiederholt) mit Pause (CV14) abgespielt und mit <i>Sound aus</i> bzw. <i>Sound aus 2</i> ausgeschaltet (Sound wird immer komplett abgespielt)</p> <p>4 = „Sound-FRED“: Sound wird einmal abgespielt, unabhängig von der Schaltdauer an einem der Taster der anstelle von S2 angeschlossen ist (ab SW-Version 3)</p>
5	<p>Anschluss invertieren:</p> <p>(Bit nicht gesetzt: Signal ist 1-Aktiv¹, Bit gesetzt: Signal ist 0-Aktiv¹, für 0-Aktive Eingänge wird ein interner Pull-Up-Widerstand aktiviert)</p> <p>Bit 0 = <i>Sound ein</i></p> <p>Bit 1 = <i>Sound aus</i></p> <p>Bit 2 = ---</p> <p>Bit 3 = ---</p> <p>Bit 4 = <i>Sound aus 2</i>²</p> <p>Bit 5 = <i>Schaltausgang</i> (Eine Invertierung ist nicht sinnvoll, wenn die MOSFET-Schaltstufe verwendet wird!)</p> <p>Bit 6 = <i>DFPlayer aktiv</i></p> <p>Bit 7 = ---</p> <p>Standard = 01010011</p>
6	<p>Anschluss nicht verwendet:</p> <p>Bit 0 = <i>Sound ein</i>³</p> <p>Bit 1 = <i>Sound aus</i>³</p> <p>Bit 2 = ---</p> <p>Bit 3 = ---</p> <p>Bit 4 = <i>Sound aus 2</i>^{2 3}</p> <p>Bit 5 = <i>Schaltausgang</i></p> <p>Bit 6 = ---</p> <p>Bit 7 = <i>Analog von Lautsprecher</i></p> <p>(wenn das Bit <u>nicht</u> gesetzt ist, dann ist J3 zu schließen)</p> <p>Standard = 10000000</p>

¹ 1-Aktiv: Schalter/Kontakt schaltet nach +5V, Eingang reagiert, wenn Spannung +5V

0-aktiv: Schalter/Kontakt schaltet nach GND, Eingang reagiert, wenn Spannung 0V

² Ohne Bedeutung, wenn ein LocoNET®-Interface angeschlossen und verwendet wird.

³ Wird im „Schrannenmodus“ ([Kapitel 5.2: Sound für den Bahnübergang \(„Schrannenmodus“\)](#)) nicht berücksichtigt

7	Softwareversion, (eigentlich) nur lesbar: Wird hier der Wert 0 eingetragen, so werden alle CVs auf ihren Standardwert zurückgesetzt. Anschließend sind alle CVs auf den gewünschten Wert zu setzen (<i>=neue Inbetriebnahme erforderlich!</i>)
8	5 = Kennung „AVR-Sound - DFPlayer“, nur lesbar <i>Kann nicht geändert werden.</i>
9	<p>Allgemeine Konfigurationen 1:</p> <p>Bit 0 = 0 = Verwende Sound-Nummer aus CV2 (1...255) 1 = Verwende Sound-Nummer von S2 (1...16) Ist Bit 1 gesetzt, bleibt Bit 0 unberücksichtigt, d.h. Bit 1 hat gegenüber Bit 0 die höhere Priorität bei der Verwendung von S2. Bei Verwendung eines PortExpanders bleibt Bit 0 immer unberücksichtigt, d.h. die Soundauswahl erfolgt dann immer über den PortExpander.</p> <p>Bit 1 = 0 = Verwende Lautstärke aus CV3 (1...30) 1 = Verwende Lautstärke von S2 Ist Bit 1 gesetzt, bleibt Bit 0 unberücksichtigt, d.h. Bit 1 hat gegenüber Bit 0 die höhere Priorität bei der Verwendung von S2.</p> <p>Bit 2 = 0 = Kein PortExpander am I²C-Bus angeschlossen 1 = Verwende PortExpander (wenn vorhanden) Die Soundanwahl über den PortExpander (Eingänge haben interne Pull-Up und sind 0-Aktiv) startet den gewählten Sound (1...16 (32), entsprechend dem betätigten Eingang [Eingang 1 = Sound 1, Eingang 2 = Sound 2 usw.]), sofort und spielt diesen ab. Bei mehreren betätigten Eingängen wird der höchste betätigte Eingang verwendet.</p> <p><i>Eine Änderung von Bit 2 wird erst nach einem Reset wirksam!</i> ⇒ Ist CV4 = 4 („Sound-FRED“) bleiben Bit 0,1 und 2 unberücksichtigt!</p> <p>Bit 3 = 0 = Sound aus wirkt als Sound aus 1 = Sound aus wirkt als Sound aus <u>sofort</u></p> <p>Bit 4 = 0 = Eingang Sound ein bzw. Sound aus ohne Entprellung 1 = Eingang Sound ein bzw. Sound aus mit Entprellung Die Entprellzeit wird über CV21 festgelegt.</p> <p>Bit 5 = 0 = Signal Sound ein wird nicht gespeichert 1 = Signal Sound ein wird für die Steuerung des Schaltausgangs gespeichert, wenn CV11 = 0 ist (diese Speicherung beeinflusst <u>nicht</u> den Abspielmodus (CV4))</p> <p>Bit 6 = 0 = Schaltausgang wirkt auf alle Sounds 1 = Schaltausgang wirkt auf die in CV24 freigegebenen Sounds</p> <p>Bit 7 = 0 = Signal Sound ein und Signal Sound aus wirken unabhängig von Sound aus 2⁴ 1 = Signal Sound ein und Signal Sound aus wirken abhängig von Sound aus 2⁵ Nicht mit aktivierten LocoNET®-Interface verwendbar (CV17 Bit 0) <i>Eine Änderung von Bit 7 wird erst nach einem Reset wirksam!</i></p> <p>Standard = 00010000</p>
10	<p>Schaltschwelle an Analog von Lautsprecher, unterhalb derer Sound aus sofort wirkt, 0...255, Standard = 0 = keine Schaltschwelle (Sound aus sofort wirkt direkt).</p> <p>Wird verwendet, wenn CV6 Bit 7 nicht gesetzt und CV9 Bit 3 gesetzt sind und J3 geschlossen ist.</p>

⁴ Ohne Bedeutung, wenn ein LocoNET®-Interface angeschlossen und verwendet wird.

⁵ „Schrackenmodus“, siehe [Kapitel 5.2: Sound für den Bahnübergang \(„Schrackenmodus“\)](#)

11	<p>Betriebsart für den Schaltausgang, Standard = 0:</p> <p>0 = der Schaltausgang folgt dem Signal <i>Sound ein</i> mit Berücksichtigung von CV12, 13 und 25 (CV6 Bit 7 muss gesetzt sein, J3 ist offen)</p> <p>1 = der Schaltausgang wird vom Signal <i>Analog von Lautsprecher</i> pegelabhängig (CV15, 16) geschaltet. (CV6 Bit 7 und CV9 Bit 3 dürfen nicht gesetzt sein, J3 ist geschlossen)</p> <p>2 = Schaltausgang folgt dem Status <i>DFPlayer aktiv</i></p> <p>3 = Schaltausgang folgt nur dem Befehl über das LocoNET®, CV12 und CV25 werden nicht berücksichtigt. (nur sinnvoll verwendbar, wenn das LocoNET®-Interface verwendet wird)</p>
12	<p>Einschaltverzögerung (in 0,1s) für <i>Schaltausgang</i>, 0...255, Standard = 0 = keine Zeitverzögerung</p> <p>Wird verwendet, wenn CV6 Bit 7 gesetzt ist und CV11=0 bzw. CV11=2 ist, J3 ist offen.</p> <p>CV12 wird beim Schalten über LocoNET® nicht berücksichtigt.</p>
13	<p>Schaltdauer (in 0,1s) für <i>Schaltausgang</i>, 0...255, Standard = 0 = Dauerimpuls an <i>Schaltausgang</i></p> <p>Wird verwendet, wenn CV6 Bit 7 gesetzt ist und CV11=0 ist, J3 ist offen.</p>
14	<p>Pause (in 0,1s) zwischen dem wiederholten Abspielen des Sounds, wenn CV4 = 1, 2 oder 3 ist, Standard = 0 = keine Pause zwischen zwei Sounds</p>
15	<p>Schaltschwelle an <i>Analog von Lautsprecher</i>, über der <i>Schaltausgang</i> eingeschaltet wird, 0...255, Standard = 188</p> <p>Wird verwendet, wenn CV6 Bit 7 und CV9 Bit 3 nicht gesetzt sind und J3 geschlossen ist.</p>
16	<p>Schaltschwelle an <i>Analog von Lautsprecher</i>, unter der <i>Schaltausgang</i> ausgeschaltet wird, 0...255, Standard = 166</p> <p>Wird verwendet, wenn CV6 Bit 7 und CV9 Bit 3 nicht gesetzt sind und J3 geschlossen ist.</p>

17	<p>LocoNET®-Konfiguration:</p> <p>Bit 0 = 0 = Kein LocoNET®-Interface an K4 angeschlossen 1 = Verwende LocoNET®-Interface an K4 (wenn vorhanden)</p> <ul style="list-style-type: none"> - J4 ist zu schließen - Eingang <i>Sound aus 2</i> ist nicht nutzbar, der Sound kann nur über <i>Sound aus</i> abgeschaltet werden - „Schrannenmodus“ ist nicht verfügbar <p>siehe Kapitel 5.2 Sound für den Bahnübergang („Schrannenmodus“) <i>Eine Änderung von Bit 0 wird erst nach einem Reset wirksam!</i></p> <p>Bit 1 = 0 = LocoNET®-Interface belegt eine Adresse 1 = LocoNET®-Interface belegt 16⁶ aufeinanderfolgende Adressen</p> <ul style="list-style-type: none"> - mit jeder Adresse wird ein Sound abgespielt - erste Adresse = Sound 1, zweite Adresse = Sound 2 usw. <p>Bit 2 = 0 = kein FastClockSlave - Modul angeschlossen 1 = FastClockSlave - Modul angeschlossen</p> <ul style="list-style-type: none"> - zum Einsatz kommt das FastClockSlave - Modul des RBM-Blockes <p><i>Eine Änderung von Bit 2 wird erst nach einem Reset wirksam!</i></p> <p>Bit 3 = 1 = FastClock läuft nach Initialisierung auch intern weiter</p> <p>Bit 4 = 1 = FastClock-Telegramme von JMRI unterstützen</p> <p>Bit 5 = 1 = FastClock Phasenlage für Nebenuhr invertieren (ab Software Version 6)</p> <p>Bit 6 = ---</p> <p>Bit 7 = 0 = LocoNET®-Telegramm B0: Umschalter aktiv High 1 = LocoNET®-Telegramm B0: Umschalter aktiv low</p> <p><i>Diese Einstellung wirkt auf alle LocoNET®-Telegramme B0</i> Standard = 00000000 (=0)</p>
18	<p>LocoNET®-Adresse für <i>Sound ein</i> bzw. <i>Sound aus</i>, 0...2048, Standard = 699 Wird verwendet, wenn CV17 Bit 0 gesetzt ist.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Für Telegramm ‚B0‘: Benennung bei LocoIO von deLoof (http://users.telenet.be/deloof/pageDE8.html): Umschalter und Ausgang Festkontakt</p> </div>
19	<p>Maximale Anzahl der verwendeten LocoNET®-Adressen für <i>Sound ein</i> bzw. <i>Sound aus</i>, siehe CV18, Standard = 1 Wird verwendet, wenn CV17 Bit 0 gesetzt ist. Maximale Anzahl insgesamt = 16</p>
20	<p>Pause (in s) zwischen dem erneuten Abspielen des Sounds, wenn CV4 = 0 ist, Standard = 0 = keine Pause zwischen zwei Sounds</p>
21	<p>Entprellzeit (in 10ms) für den Eingang <i>Sound ein</i>. Standard = 2 (20ms) Wird verwendet, wenn CV9 Bit 4 gesetzt ist. <i>Eine Änderung von CV21 wird erst nach einem Reset wirksam!</i></p>

⁶ Die erste LocoNET®-Adresse wird bestimmt durch CV18, die Anzahl der benötigten LocoNET®-Adressen kann durch CV20 begrenzt werden.

Beispiel für CV18 = 650:

- Adresse 650 schaltet den ersten Sound ein bzw. aus

- Adresse 651 schaltet den zweiten Sound ein bzw. aus usw.

22	<p>LocoNET®-Adresse für <i>Schaltausgang ein</i> bzw. <i>Schaltausgang aus</i>, 0...2048, Standard = 0 Wird verwendet, wenn CV17 Bit 0 gesetzt ist.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Für Telegramm ,B0': Benennung bei LocoIO von deLoof (http://users.telenet.be/deloof/pageDE8.html): Umschalter und Ausgang Festkontakt</p> </div>
23	<p>Ausschaltverzögerung (in 0,1s) für <i>Schaltausgang</i>, 0...255, Standard = 0 = keine Zeitverzögerung Wird verwendet, wenn CV6 Bit 7 gesetzt ist und CV11=0 bzw. CV11=2 ist, J3 ist offen. CV23 wird beim Schalten über LocoNET® nicht berücksichtigt.</p>
24	<p>Schaltausgang wird bei den freigegebenen Sounds aktiviert (wenn CV9 Bit 6 gesetzt) Bit gesetzt heißt: Schaltausgang aktiv bei Sound-Nummer Bit 0 = Sound-Nummer 1 Bit 1 = Sound-Nummer 2 Bit 2 = Sound-Nummer 3 Bit 3 = Sound-Nummer 4 Bit 4 = Sound-Nummer 5 Bit 5 = Sound-Nummer 6 Bit 6 = Sound-Nummer 7 Bit 7 = Sound-Nummer 8 Standard = 00000000</p>
25	<p>Abzuspielende Sound-Nummer, wenn der Sound gestoppt wird, 0...255, Standard = 0 = kein Sound Wird nur verwendet, wenn im Modus 0 (CV4 = 0) CV9 Bit4 gesetzt ist</p>

Für Einschränkungen in der Verwendbarkeit der CVs siehe auch [Kapitel 5.4: Sound-FRED](#)

2.3 Tabelle der CVs

(siehe: [Kapitel 6: Übersicht der Einstellungen meiner AVR-Sound-Module](#))

2.4 Inbetriebnahme mit der I²C-LCD-Anzeige- und Bedieneinheit

Nicht jeder, der ein AVR-Sound sein Eigen nennt, braucht auch eine I²C-LCD-Bedientafel – da diese aber zur Inbetriebnahme benötigt wird, sollte es wenigstens eine Bedientafel unter allen Anwendern geben...

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

Vor dem ersten Einsatz von AVR-Sound ist dieses mit Hilfe einer *I²C-LCD-Anzeige- und Bedieneinheit* zu konfigurieren, für den eigentlichen Betrieb ist die *I²C-LCD-Anzeige- und Bedieneinheit* nicht erforderlich.

Am I²C-Anschluss des AVR-Sounds kann zu jeder Zeit – auch im bereits laufenden Betrieb – die I²C-LCD-Anzeige mit Bedientastern angeschlossen bzw. entfernt werden.

Über diese Bedientafel können

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

Nach dem Anschließen der Bedientafel (bzw. nach dem Einschalten des AVR-Sounds mit angeschlossener Bedientafel) erscheint auf dem Display die folgende Information:

AVR-Sound DFPlay
Version 20

Durch Drücken einer beliebigen Taste gelangt man zur Auswahl der einzelnen Inbetriebnahme- bzw. Diagnosemöglichkeiten (siehe *Menüstruktur*).

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 verwendet.

```

graph TD
    Root["AVR-Sound DFPlay  
Version 20"]
    Root -- ^ --> Status["Status?"]
    Root -- v --> Inbetriebnahme["Inbetriebnahme?"]
    
    Status --> PlayerStatus["Player-Status nn  
00000000 po xddd  
(siehe unten)"]
    Status --> PortExpander1["PortExpander 1  
1111111111111111"]
    
    PortExpander1 --> PortExpander2["PortExpander 2  
1111111111111111"]
    PortExpander1 --> Stoerung["Stoerung  
0000000000000000  
(siehe unten)"]
    
    Inbetriebnahme --> CV["CV?"]
    Inbetriebnahme --> CV_xx["CV xx ....."]
    
    CV --> CV_xx
    
    CV_xx -- 1 --> CV_xx_2["CV xx .....  
>y"]
    CV_xx -- 2 --> I2C_Scan["I2C-Scan?"]
    
    I2C_Scan --> I2C_Scan_y["I2C-Scan  
y"]
    
    I2C_Scan_y --> Steuerung["Steuerung?"]
    Steuerung --> Player_Control["Player-Control  
>001"]
    
    Player_Control -- ^ --> Player_Status_nn["Player-Status nn"]
    Player_Control -- v --> CV_xx
    Player_Control -- > --> CV_xx_2
    Player_Control -- OK --> I2C_Scan_y
  
```

AVR-Sound DFPlay
Version 20

^ v

Status? > Player-Status nn
00000000 po xddd
(siehe unten) <

PortExpander 1 > PortExpander 2
1111111111111111 <1
ist kein Portexpander vorhanden,
wird „ohne“ angezeigt

Stoerung <1
0000000000000000
(siehe unten)
1 zurück auch mit
< oder ^ oder v

^ v

Inbetriebnahme? > CV? <

CV xx > CV xx
y <

Anzeigemodus, mit ^ bzw. v
wechselt die CV-Nummer
..... = Kurztext

Änderungsmodus², mit ^ bzw. v
wird der Wert geändert, mit OK
wird der angezeigte Wert
geändert

2 bei der Änderung wird
mit > die Position
geändert

^ v

I2C-Scan? > I2C-Scan
y <

Scanmodus, mit v wird die Adresse
des nächsten I²C-Teilnehmers angezeigt,
am Ende der Liste wird „fertig“ ausgegeben

^ v

Steuerung? > Player-Control
>001 <

Sound auswählen mit ^ bzw. v
Sound starten mit >
Sound stoppen mit OK

In diesen Feldern sind
Änderungen / Eingaben
möglich

FastClock
16:31

Je nach Ausbaustufe / angeschlossenen Erweiterungen sind nicht alle Menüpunkte sichtbar / erreichbar.

Player-Status (von links nach rechts):

- *Schaltausgang* von LocoNET®
- *Soundmodul aktiv*
- *Sound ein* von LocoNET®
- Status *Schaltausgang*, wird auch über LED D3 angezeigt
- *DFPlayer aktiv*, Sound wird abgespielt

Wenn OK nicht gedrückt ist:

- Eingang *Sound aus 2*
- Eingang *Sound aus*
- Eingang *Sound ein*

Wenn OK gedrückt ist:

- Interner Status *Sound aus 2*
- Interner Status *Sound aus*
- Interner Status *Sound ein*

- nn: Anzeige aktuelle Soundnummer
- p: Playerstatus (Ablaufolge)
- o: Schaltausgangstatus (Ablaufolge)
- ddd: Anzeige Wert von DIP-Switch
- x: s = Anzeige Wert zeigt die Sound-Nummer vom DIP-Switch an
l = Anzeige Wert zeigt die Lautstärke vom DIP-Switch an
f = Anzeige Wert zeigt die Sound-Nummer vom Sound-FRED an
. = Anzeige weder ,f', ,l' oder ,s'

Störung

- 0000000000000000x: 0 = keine Störung
1 = Zeitüberlauf beim Soundstart
der Sound ist nicht innerhalb von 2s gestartet.
Ursache kann ggf. eine nicht vorhandene Sound-Nummer sein

3 Hardware

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

Die Platinen sind professionell gefertigt und haben einen beidseitigen Bestückungsaufdruck, auf Bestückungspläne und –anleitung wird daher in dieser Anleitung verzichtet.

Viele Bauteile sind in der SMD-Variante verbaut, um den Aufbau kompakt gestalten zu können. SMD-Bauteile sind in den Stücklisten farbig hervorgehoben.

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

Das eigentliche DFPlayer-Modul gibt es z.B. bei Amazon.

4 Software

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

Die Kompilierung erfolgt für das Board „Arduino UNO“.

Für eine erfolgreiche Kompilierung sind nachfolgende Arduino-Bibliotheken erforderlich:

Arduino-Library	(Link)
Adafruit-GFX-Library_master	https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library
Adafruit_LED_Backpack_Library_master	https://github.com/adafruit/Adafruit_LED_Backpack
Adafruit_RGB_LCD_Shield_Library_master	https://github.com/adafruit/Adafruit-RGB-LCD-Shield-Library
Bounce	http://www.arduino.cc/playground/Code/Bounce
Bounce2mcp	https://github.com/cosmikwolf/Bounce2mcp
DFPlayer-Mini-mp3-master	https://wiki.dfrobot.com/DFPlayer_Mini_SKU_DFR0299
LocoNET®	http://mrrwa.org/loconet-interface/
MemoryFree	http://www.arduino.cc/playground/Code/AvailableMemory
HeartBeat	
LCDPanel	erfordert: Adafruit-GFX-Library
LocoNetKS	erfordert: LocoNET®

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

Der Quellcode (<http://www.github.com/Kruemelbahn/DFPlayer>) 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 AVR Dude und *USB AVR Prog* von U.Radig (<http://www.ulrichradig.de/>).

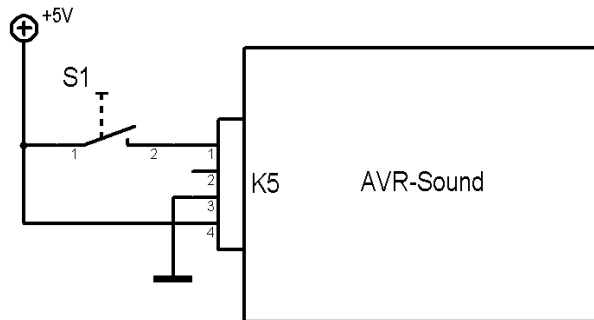
4.1 Versionsgeschichte

V1		initiale Erstellung
V2		Freigabe erste Version
V3		neue Funktion: Sound-FRED
V4		Bugfix für Schaltausgang, Unterstützung Telegramm 0xF7/0xF8
V5	neue Funktion:	Statusausgang für Diagnosestecker, Anzeige Playerstatus in LCD
V6		FastClock: Invertierung der Phasenlage für die Nebenuhr (CV17 Bit5)
V7		Bugfix für PlayerControl
V8		Unterstützung einer 2x7Segment-Diagonse-Anzeige
V9		Bugfix für PlayerControl
V10		Bugfix in LocoNET®-Bibliothek
V11		Bugfix für Software-ID
V12		Umstellung auf OPC_PEER_XFER-Telegramme
V13	20.12.2020	Bugfix für OPC_PEER_XFER-Telegramme
V14	18.03.2021	Update für B0/B1/B2-Telegramme
V15	02.10.2021	Abfrage S2 korrigiert (invertiert), Anpassungen für Sound-FRED
V16	28.06.2022	neu: CV20 zur Begrenzung der LocoNET®-Adressen neu: CV23 und CV24, um den Schaltausgang unabhängig über LocoNET® steuern zu können neu: CV25 Ausschaltverzögerung für den Schaltausgang neu: CV26 Verknüpfung von Sound-Nummer mit Schaltausgang neu: CV11 mit Betriebsart=3
V17	24.08.2022	CV-Editor optimiert, CVs neu organisiert (in der Versionsgeschichte vor V17 benannte CVs haben sich teilweise verschoben)
V18	01.10.2022	neu: CV9 Bit7 und CV25
	16.05.2023	redaktionelle Überarbeitungen
V19	21.09.2023	geänderte Bedeutung für CV9 Bit 7: neue Betriebsart „Schrackenmodus“ redaktionelle Überarbeitungen
V20	23.10.2023	Korrektur für FastClock-Telegramme, die von JMRI gesendet werden
	09.12.2023	Kapitel 4 „Software“ aktualisiert

5 Einsatz und Verwendung

In diesem Abschnitt werden einfache Grundanwendungen für AVR-Sound skizziert, um einen ersten Eindruck der Möglichkeiten zu geben.

5.1 Sound einfach



Jumper unverändert:

- J2, J6 geschlossen
- J3, J4 offen

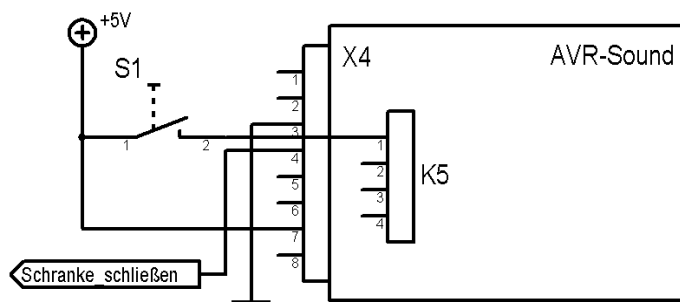
Alle CV auf Standard – bis auf:

- CV5 = 00000000
- CV6 = 10110010

Zusatzplatinen für MOSFET-Stufe und Stecker K4/X4 können abgetrennt werden (siehe auch Hinweis [Kap. 7.1.1.](#))

Einfache Soundansteuerung: der Sound wird einmalig abgespielt, wenn S1 (kurz) betätigt wird.

5.2 Sound für den Bahnübergang („Schrankenmodus“)



Jumper unverändert:

- J2, J6 geschlossen
- J3, J4 offen

Alle CV auf Standard – bis auf:

- CV5 = 00000000
- CV6 = 10010010

Zusatzplatine für MOSFET-Stufe kann abgetrennt werden (siehe auch Hinweis [Kap. 7.1.1.](#))

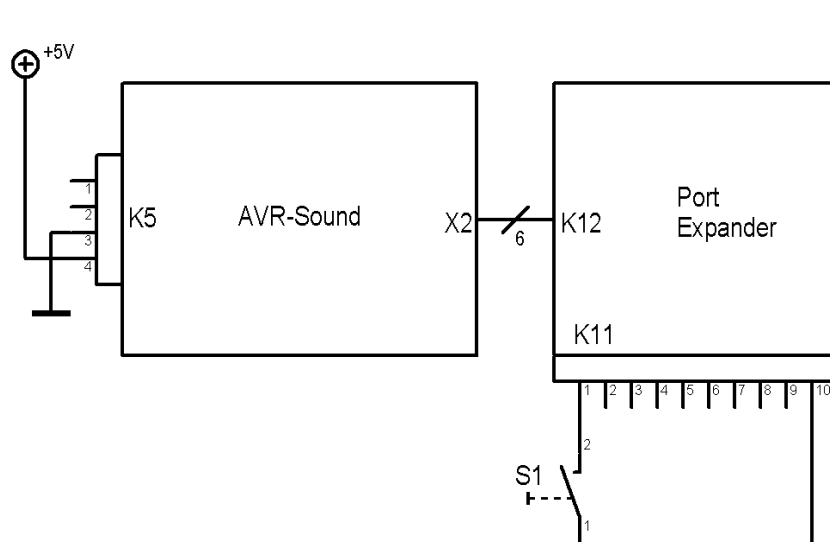
S1 entspricht dem Befehl „Schranke schließen“. Dieser Befehl startet den gewählten Sound und wird zeitverzögert (steuerbar über CV12) an den Ausgang (X4.4) weitergeleitet. Ist der Schaltimpuls an S1 kürzer als die in CV12 eingestellte Zeit, kann der Impuls mit setzen von CV9 Bit 5 gespeichert („künstlich verlängert“) werden.

Über CV25 kann ein Sound definiert werden, der beim Öffnen der Schranke abgespielt werden soll.

Mit CV9 Bit 7 = 1 kann der „Schrankenmodus“ aktiviert werden, wenn kein LocoNET®-Interface angeschlossen ist:

- dieser Modus unterdrückt die Soundausgabe, wenn:
 - die Schranke geschlossen werden soll und bereits geschlossen ist bzw.
 - die Schranke geöffnet werden soll und bereits geöffnet ist
- die Schranke wird mit *Sound ein* geschlossen
- die Schranke wird mit *Sound aus* geöffnet
- der Status der Schranke (geöffnet/geschlossen) wird aus *Sound aus 2* gelesen
- CV6 Bit 0, 1 und 4 werden nicht berücksichtigt
- der Schrankenmodus kann nicht gleichzeitig mit aktivierten LocoNET®-Interface verwendet werden (CV17 Bit 0)

5.3 Soundauswahl über den PortExpander



Jumper unverändert:
 - J2, J6 geschlossen
 - J3, J4 offen

Alle CV auf Standard – bis auf:
 - CV6 = 10110011
 - CV9 = 00000100

Zusatzplatinen für MOSFET-Stufe und Stecker K4/X4 können abgetrennt werden (siehe auch Hinweis [Kap. 7.1.1.](#))

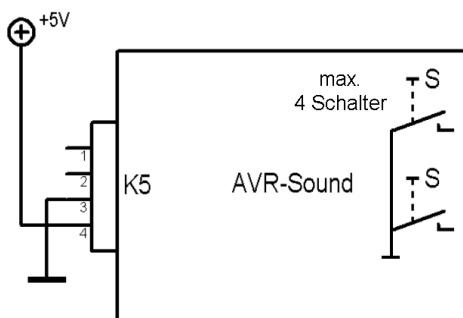
Einfache Soundansteuerung über den PortExpander:

- der Sound ‚0001.mp3‘ wird einmalig abgespielt, wenn S1 (kurz) betätigt wird
- ...
- der Sound ‚0016.mp3‘ (‚0032.mp3‘) wird einmalig abgespielt, wenn S16 (S32) (kurz) betätigt wird

Hinweis: Nicht verwendbar mit Sound-FRED

5.4 Sound-FRED

ab SW-Version 3:



Jumper unverändert:
 - J2, J6 geschlossen
 - J3, J4 offen

Alle CV auf Standard – bis auf:
 - CV4 = 4

Zusatzplatinen für MOSFET-Stufe und Stecker K4/X4 können abgetrennt werden (siehe auch Hinweis [Kap. 7.1.1.](#))

Mit (kurzer) Betätigung eines der (maximal) vier Taster, die anstelle des DIP-Schalters S2 angeschlossen sind, startet der zugehörige Sound einmalig (S2.1 → ‚0001.mp3‘, S2.2 → ‚0002.mp3‘, S2.3 → ‚0003.mp3‘, S2.4 → ‚0004.mp3‘)

Für den Aufbau als Sound-FRED steht eine kleine Platine für bis zu vier Taster zur Verfügung (siehe auch [Kap. 7.7.](#)).

Den originalen Sound-FRED gibt es hier:

http://www.h0fine.com/shop/product_info.php?products_id=42,

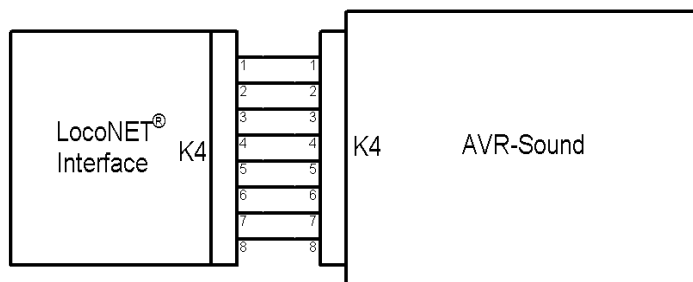
mögliche Sounds findet man z.B. hier:

[http://kleinbahnwiki.de/index.php/Sounds#Deutschland Eisenbahnger.C3.A4usche](http://kleinbahnwiki.de/index.php/Sounds#Deutschland_Eisenbahnger.C3.A4usche)

Mittlerweile gibt es den Sound-FRED mit angepasster Hardware auch passend für das FRED-(Handregler)-Gehäuse.

Hierfür gibt es eine angepasste Software. Dabei werden CV9 bis CV 22 nicht verwendet.

5.5 Sound einfach über LocoNET®



Jumper unverändert:

- J2, J6 geschlossen
- J3 offen

Jumper geändert:

- J4 geschlossen

Alle CV auf Standard – bis auf:

- CV6 = 10110011
- CV17 = 00000001

Zusatzplatine für MOSFET-Stufe kann abgetrennt werden (siehe auch Hinweis [Kap. 7.1.1.](#))

Einfache Soundansteuerung über LocoNET®: der Sound wird einmalig abgespielt, wenn über ein LocoIO-Modul der Umschalter mit Adresse 699 (Standard-Adresse, kann angepasst werden) eingeschaltet wird. Für das erneute Abspielen des Sounds ist der Eingang an Adresse 699 aus- und wieder einzuschalten.

Hinweis: Der Eingang *Sound aus 2* kann nicht verwendet werden, da er vom LocoNET®-Interface als LN-RX verwendet wird.

Einstellungen für Steuerelemente z.B. über LocoHDL für ein LocoIO von H. deLoof (<http://users.telenet.be/deloof/pageDE8.html>) am Beispiel für die Ansteuerung „Bw-E Feuerwehr“:



6 Übersicht der Einstellungen meiner AVR-Sound-Module

(Beschreibung der CVs: siehe [Kapitel 2.2: Übersicht und Beschreibung der vorhandenen CVs](#))

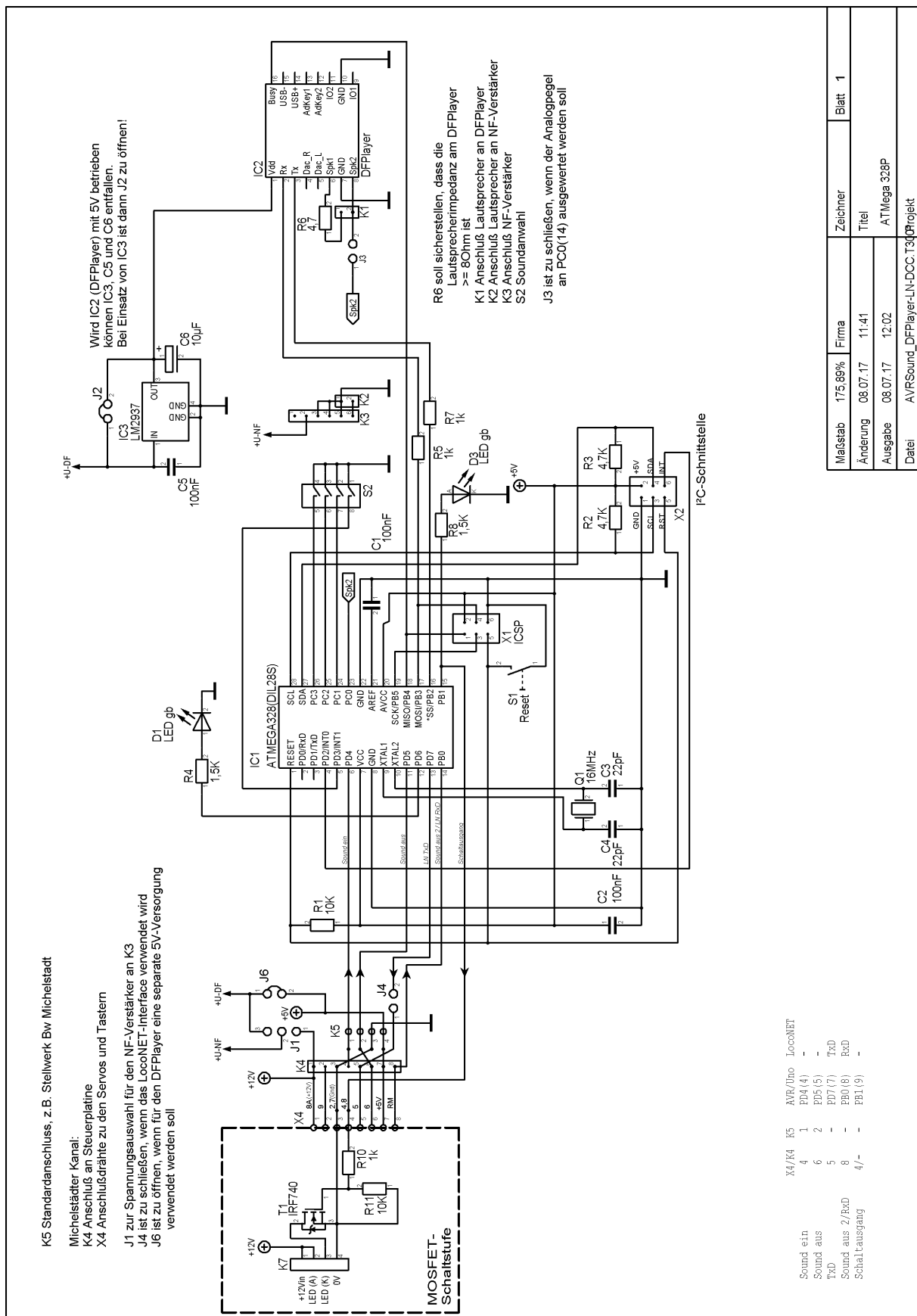
	<i>Stellwerk Glocke</i>	90°-Kurve Martinshorn	Kanalbrücke Läutewerk	<i>Raumlicht Gewitter</i>	Sound- FRED	Bw-E Feuerwehr
CV1	1	2	3	4	5	6
CV2	5	1	4	6...9	1	1
CV3	30	30	30	30	30	30
CV4	2	0	0	0	4	0
CV5	01000011	01000001	01100011	01000000	01000000	01000001
CV6	10011000	10010010	10000000	00011011	10110011	10010010
CV7	20	18	19	20	15	20
CV8	5	5	5	5	5	5
CV9	00001000	00000010	10111000	00000000	00000000	01100010
CV10	0	0	0	0	0	0
CV11	0	2	0	0	0	2
CV12	0	0	30	0	0	0
CV13	0	0	5	0	0	0
CV14	0	0	0	0	0	0
CV15	188	188	188	188	0	188
CV16	166	166	166	166	0	166
CV17	00000000	00000000	00000000	00000001	00000000	10000011
CV18	0	0	0	699	0	1601
CV19	0	0	0	0	0	6
CV20	0	0	0	0	0	0
CV21	2	2	2	2	0	2
CV22	0	0	0	0	---	1600
CV23	0	0	0	0	---	30
CV24	00000000	00000000	00000000	00000000	---	00000001
CV25	0	0	1	0	---	0

J1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
J3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
J6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

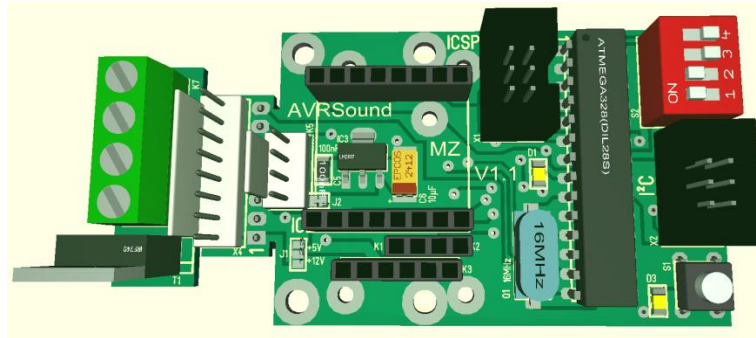
R6 [Ω]	0	0	0	0	0	0
Anschluss über X4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anschluss über K4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anschluss über K5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LocoNET®- an K4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
MOSFET- Schaltstufe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> BD675	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> BD675
Transistor- Schaltstufe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7 Anhang

7.1 AVR-Sound



7.1.1 Stückliste AVR-Sound



Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt ⁷)	Anmerkung
			Platine 83mm * 40mm, doppelseitig, V1.1 (nur AVR-Sound: Platine 60mm * 40mm, doppelseitig, V1.1)
3	C1, C2, C5	X7R-G1206 100N	
2	C3, C4	NPO-G1206 22P	
1	C6	TAJ 6032 10/35	
2	D1, D3	SMD-LED 1206 GE	
1	IC1	ATMEGA 328P-PU	
1	IC1	GS 28P-S	
1	IC2	---	DFPlayer Mp3-Soundmodul Der DFPlayer ist richtig positioniert, wenn der Auswurf der SD-Karte Richtung Prozessor erfolgt
1	IC2	---	Micro-SD-Karte ⁸ für DFPlayer
1	IC3	LM 2937 IMP-3.3	IC3 wird aktuell nicht verwendet und kommt nur zur Verwendung, wenn das DFPlayer-Modul mit 3,3V werden muss (... was aktuell nicht der Fall ist...), dann ist auch J2 zu öffnen!
1	K1, K2	MPE 094-1-004	K2 wird aktuell nicht verwendet
1	K3	MPE 094-1-006	K3 wird aktuell nicht verwendet
3	IC2, K4	MPE 094-1-008	
1	K5	PSS 254/4G	
1	K5	PSK 254/4W	
1	Q1	16,0000-HC49-SMD	
1	R1	SMD 1/4W 10K	
2	R2, R3	SMD 1/4W 4,7K	
2	R4, R8	SMD 1/4W 1,5K	
2	R5, R7	SMD 1/4W 1,0K	
1	R6	SMD 1/4W 0,0	wenn Lautsprecherimpedanz < 8Ω ist, dann ist ein passender SMD-Widerstand zu verwenden!
1	LS	LSM-S19K	Lautsprecher ⁹ , 8Ω, 35 mm * 19 mm * 7 mm
1	S1	TASTER 3301	
1	S2	NT 04	
2	X1, X2	WSL 6G	X2 kann auch mit WSL 6W bestückt werden
1	X4	PSS 254/8G	

⁷ Die in der Stückliste genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

⁸ Typ der Micro-SD-Karte nach Wunsch, es ist die Spezifikation durch den DFPlayer zu beachten.

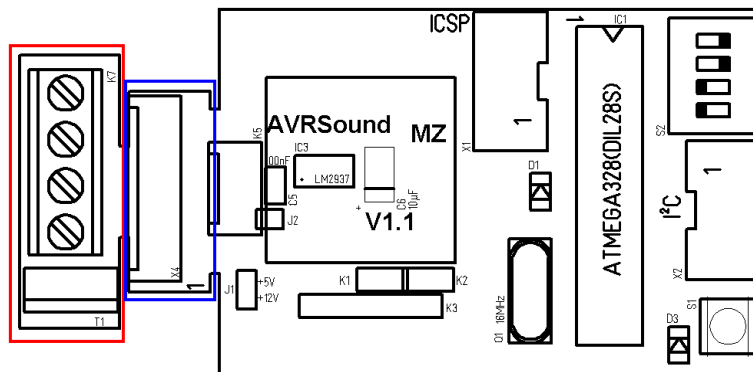
⁹ Für diesen Typ sind Montagebohrungen (M2) in der Platine vorhanden. Eigentlich tut es jeder Lautsprecher, es ist nur darauf zu achten, dass die Impedanz $\geq 8 \Omega$ ist: hierzu ist R6 zur Anpassung zu verwenden.

1	X4	PSK 254/8W	
1	K5, X4	PSK-KONTAKTE	Es werden 12 Kontakte benötigt, eine VP enthält 20 Kontakte

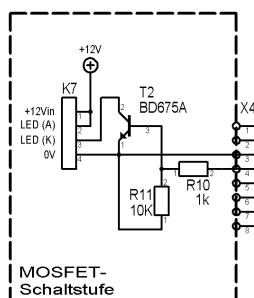
MOSFET-Schaltstufe

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt)	Anmerkung
1	R10	SMD 1/4W 1K	
1	R11	SMD 1/4W 10K	
1	T1	IRF 740	ggf. auch NPN-Transistor (s.u.)
1	K7	AKL 101-04	

Hinweise zur Platine:

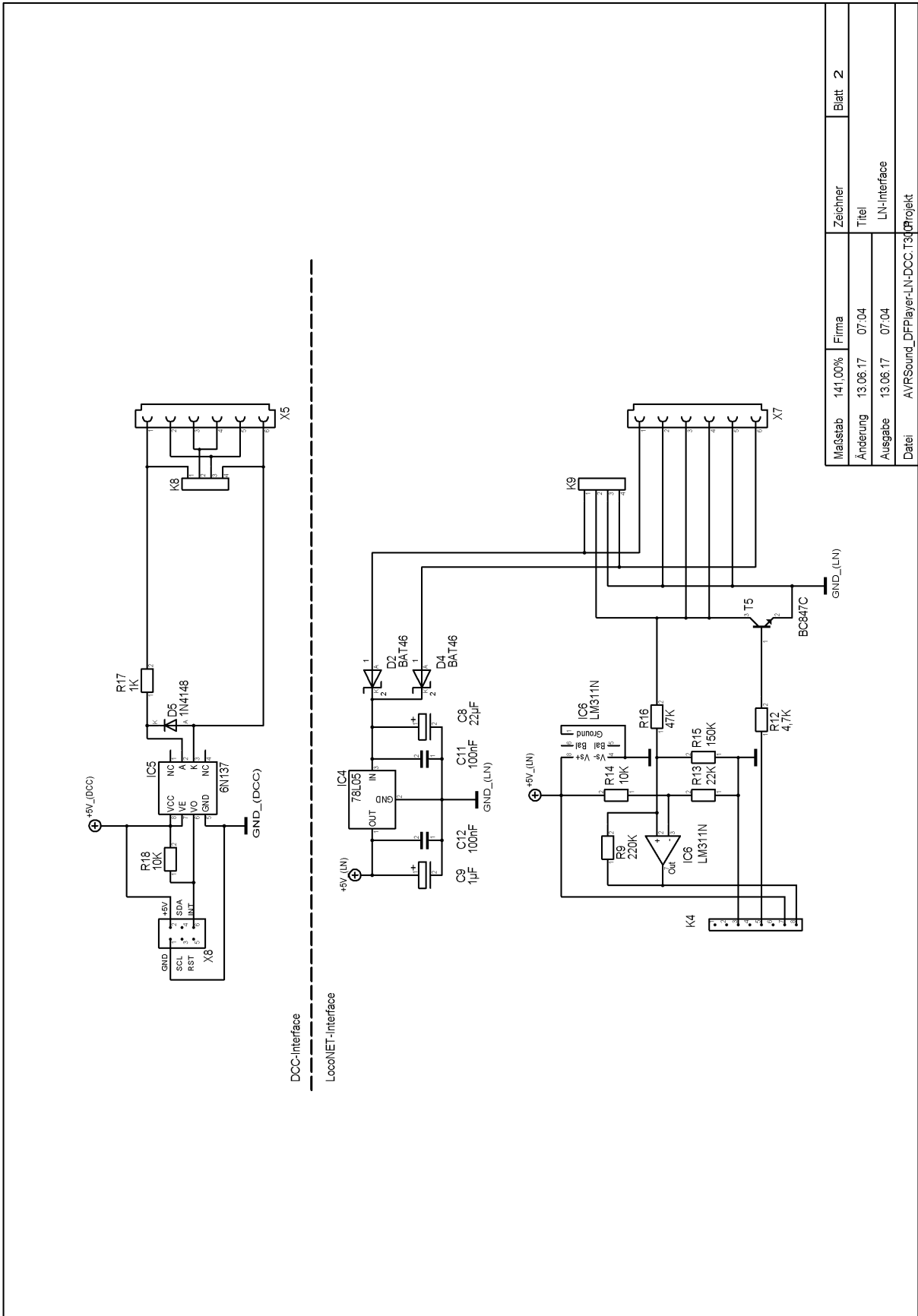


- Der rot umrahmte Teil enthält die MOSFET-Schaltstufe und kann – wenn diese nicht benötigt wird – entfallen/abgetrennt werden.
- Der blau umrahmte Teil enthält die Steckverbinder K4 und X4 für den Anschluss an den Michelstädter Kanal. Die Bestückung erfolgt nach Bedarf, der Platinenteil kann ggf. abgetrennt werden (dann ist die Schaltstufe auch abgetrennt und muss bei Bedarf über einzelne Drähte mit AVR-Sound verbunden werden).
- Der Lautsprecher ‚LSM-S19K‘ (Reichelt) kann mit vier M2-Schrauben direkt mit der Platine verschraubt werden (verwendet werden die 4 kleineren Bohrungen).
- Benötigtes Material: vier Schrauben M2*30 (oder länger), 12 Muttern M2 oder 4 Muttern und 4 Distanzhülsen).
- Anstelle des MOSFET IRF740 kann auch ein NPN-Transistor mit der Anschlussfolge ECB verwendet werden (Einbaurichtung beachten, Emitter Richtung K7!), z.B. BC639, BD241 oder BD675; R11 kann dann ggf. entfallen:



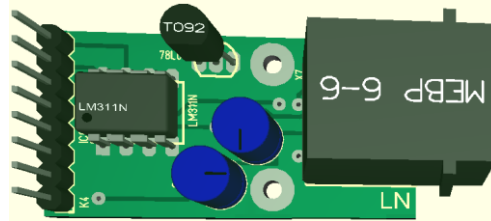
- Zur Bestückung: siehe auch weitere Anmerkungen/Texte im Schaltbild.

7.2LocoNET® / DCC-Interface



7.2.1 Stückliste LocoNET®-Interface

Das (optionale) LocoNET®-Interface kann mit dem Soundmodul verwendet werden, hierzu ist in CV17 Bit 0 zu setzen und J4 auf dem AVR-Sound zu schließen.



Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt ¹⁰)	Anmerkung
			Platine 42mm * 21mm, doppelseitig
2	D2, D4	BAT46 SMD	Siehe Hinweis!
2	C11, C12	X7R-G1206 100N	Siehe Hinweis!
1	R9	SMD 1/4W 220K	
1	R12	SMD 1/4W 4,7K	
1	R13	SMD 1/4W 22K	
1	R14	SMD 1/4W 10K	
1	R15	SMD 1/4W 150K	
1	R16	SMD 1/4W 47K	
1	T5	BC 847C SMD	
1	C8	RAD 22/35	RM 2,5; Siehe Hinweis!
1	C9	RAD 1/35	
1	IC4	µA 78L05	RM 2,5; Siehe Hinweis!
1	IC6	LM 311 DIP	
1	IC6	GS 8P	
1	K9	SL 1X40G 2,54	Es werden insgesamt zwölf Stifte benötigt, die Leiste enthält 40 Stifte. Entweder wird K9 oder X7 bestückt!
1	X7	MEBP 6-6S	Entweder wird K9 oder X7 bestückt!
1	K2	WSL 6G	

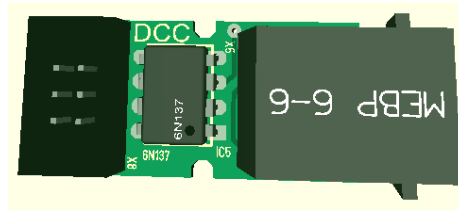
Hinweis:

- IC4, D2, D4, C8 und C11 dürfen nur bestückt werden, wenn AVR-Sound ausnahmsweise über das LocoNET® mit Spannung versorgt werden muss!
- Das LocoNET®-Modul kann – wenn die Stifte der Leiste K4 auf dem LocoNET®-Modul lang genug sind – von unten in die Buchse K4 des AVR-Sound-Moduls gesteckt werden – nach rechts oder nach links: je nachdem, ob die Stiftleiste von oben oder unten bestückt wurde.

¹⁰ Die in der Stückliste genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

7.2.2 Stückliste DCC-Interface

Das (optionale) DCC-Interface ist eine mögliche künftige Erweiterung zur Auswertung des DCC-Signals.



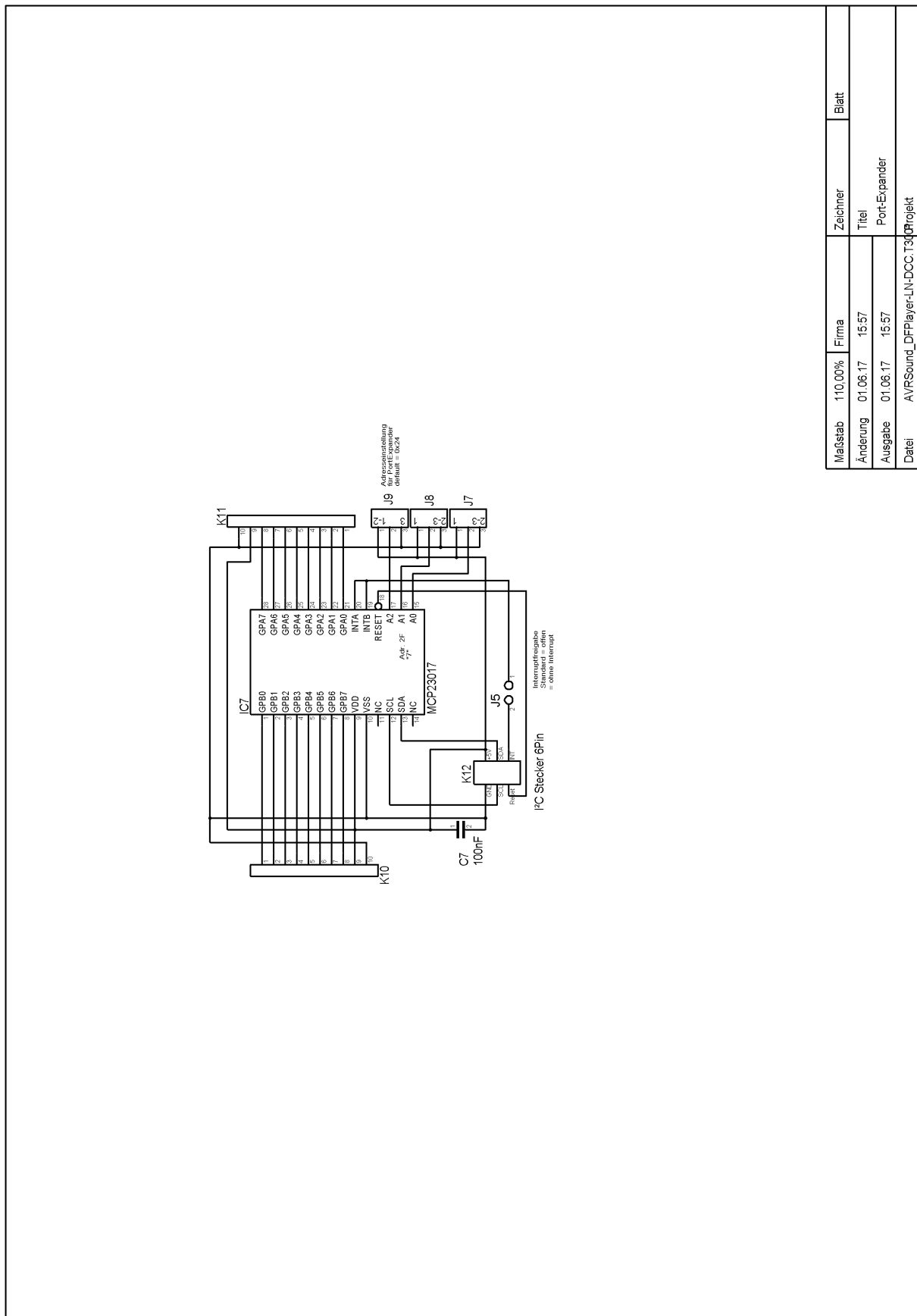
Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt ¹¹)	Anmerkung
			Platine 34mm * 16mm, doppelseitig
1	R17	SMD 1/4W 1,0K	
1	R18	SMD 1/4W 10K	
1	D5	1N 4148 SMD	
1	IC5	6N 137	
1	IC5	GS 8P	
1	K8	SL 1X40G 2,54	Es werden insgesamt vier Stifte benötigt, die Leiste enthält 40 Stifte. Entweder wird K8 oder X5 bestückt!
1	X5	MEBP 6-6S	Entweder wird K8 oder X5 bestückt!
1	K2	WSL 6G	

Hinweis:

- Das DCC-Modul wird über den I²C-Stecker mit AVR-Sound verbunden.

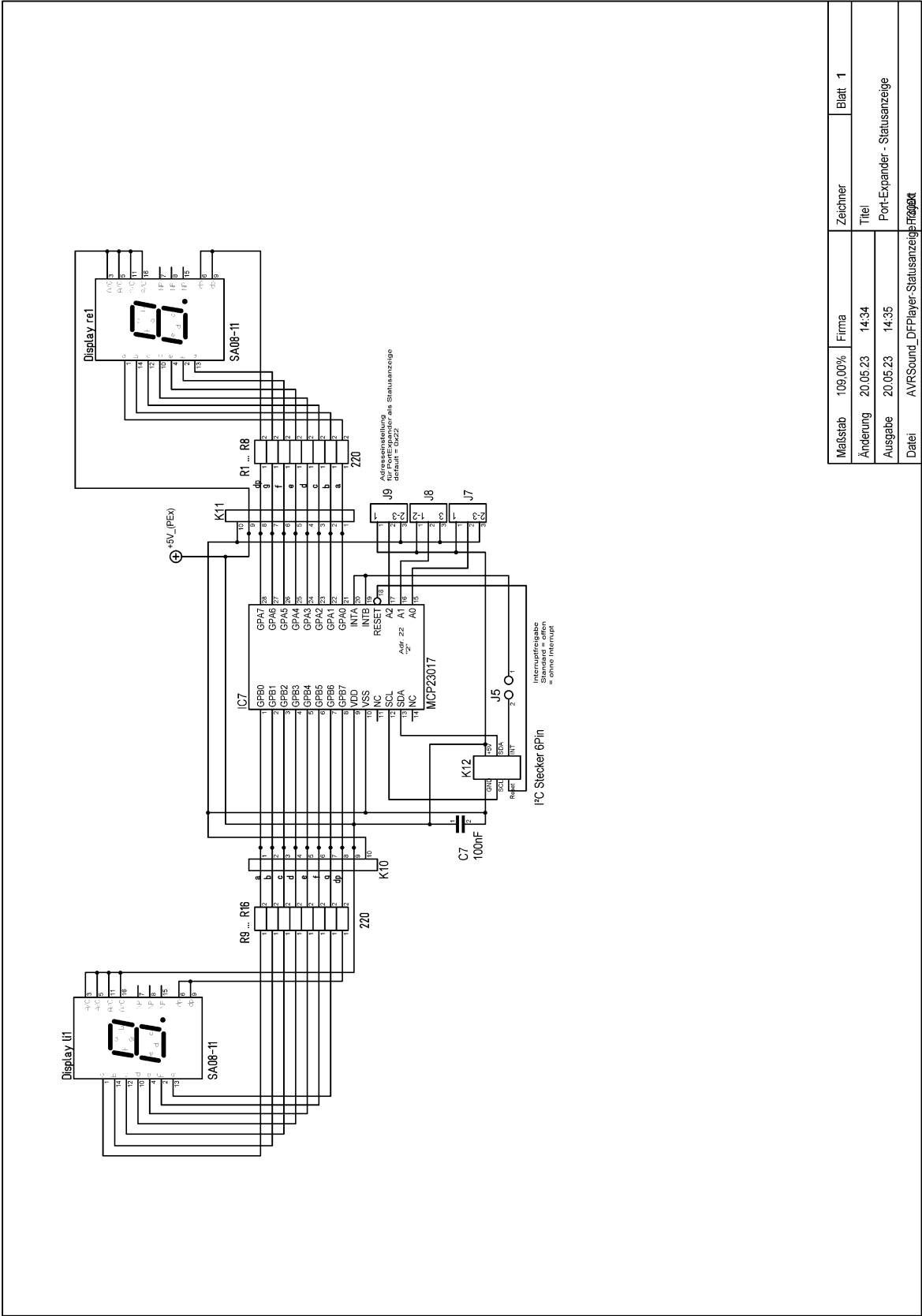
¹¹ Die in der Stückliste genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

7.3 PortExpander

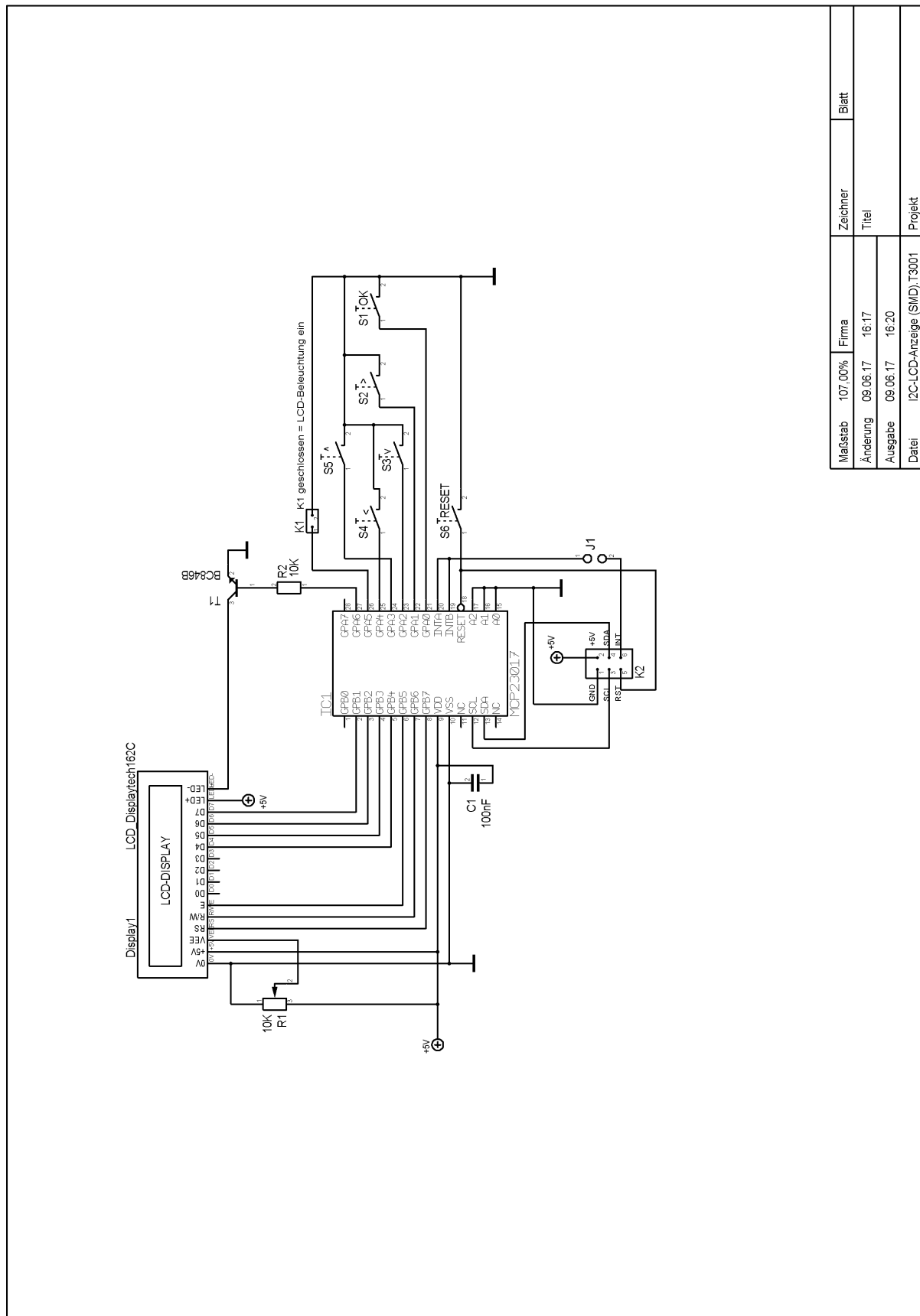


7.3.2 Statusanzeige über PortExpander

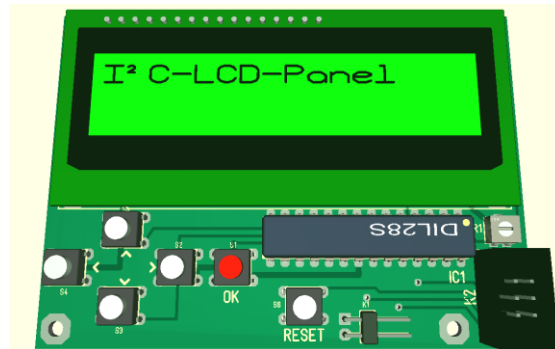
Mit Hilfe des Portexpanders kann an den I²C-Anschluss auch eine Statusanzeige über zwei Sieben-Segmentanzeigen realisiert werden, dabei wird links der Ausgangsstatus, rechts der Playerstatus angezeigt. Am PortExpander ist hierzu die Adresse 0x22 einzustellen.



7.4 I²C-LCD-Bedientafel



Die I²C-LCD-Anzeige-Einheit (optional) wird für Inbetriebnahme oder Diagnose benötigt.



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

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

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

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

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

<http://www.reichelt.de/index.html?ACTION=3;ARTICLE=31653;SEARCH=LCD%20162C%20LED>

7.4.1 Stückliste I²C-LCD-Bedientafel

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt ¹⁴)	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 ² 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	

¹⁴ Die in der Stückliste 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 (I²C-Adresse: 0x20) gilt:
 - o Das Shield ist zur direkten Verwendung mit einem Arduino vorgesehen: der I²C-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 I²C-LCD-Anzeige-Einheit habe ich in ein Gehäuse aus zwei Halbschalen (Bestellnummer bei Reichelt: SD10) mit einem seitlichen SUB-D9-Stecker für den Anschluss an den I²C-Bus montiert.

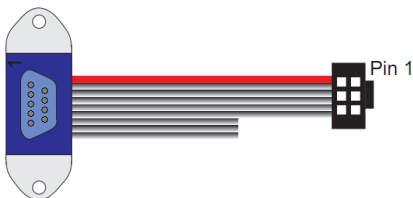
Die Anzeigeeinheit ist auf diese Art universell auch für viele weitere Anwendungen einsetzbar:

- Intervaluino
- LocoIO-SV-Editor
- LocoNET®-UhrTaktgeber
- RBM-Relaisblock
- Stellwerk
- Uhrenzentrale (Start-Stop)



Der Anschluss der I²C-Bedientafel kann komfortabel über Flachbandkabel erfolgen.

In meinem Fall habe ich den I²C-Anschluss mit einem SUB-D9-Stecker über ein Stück Flachbandkabel verbunden:



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

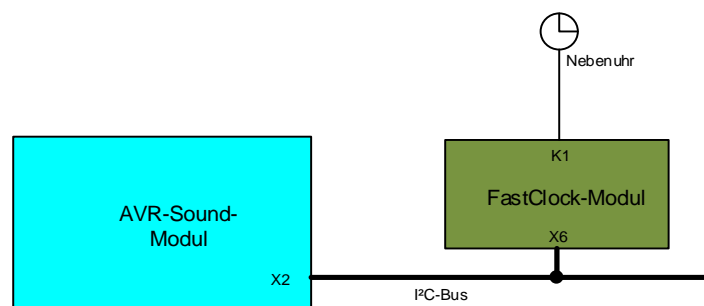
7.5 FastClock (Nebenuhr)

Richtig: schnelle Uhr.

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 wird über ein spezielles LocoNET[®]-Telegramm versendet und kann ausgewertet werden.

Das von der DCC-Zentrale (leider jedoch nicht von der Frankenzentrale, hier wird ein anderes Prinzip¹⁵ verwendet) gesendete Zeitsignal kann auf unterschiedliche Arten verwendet werden:

- a.) am AVR-Sound-Modul kann über den I²C-Bus ein FastClockSlave-Modul (optional, Platinengröße 64mm * 23mm) angeschlossen werden, mit der unsere Nebenuhr angesteuert werden kann. Die für die Nebenuhr erforderlichen 12V¹⁶ können auf dem Modul erzeugt werden.

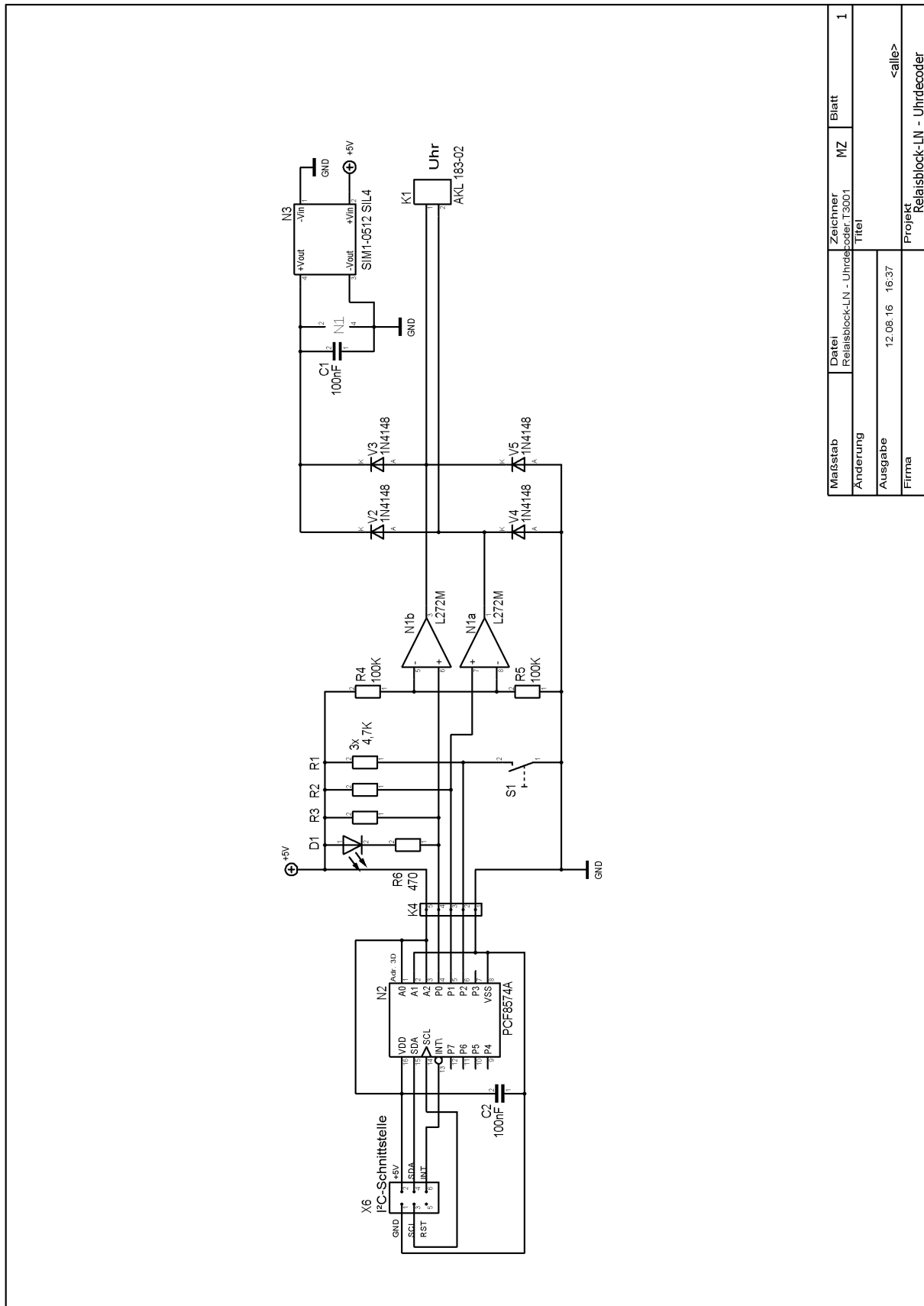


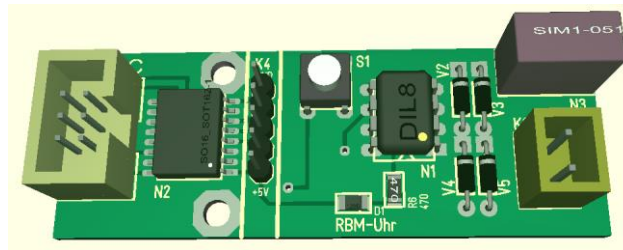
- b.) Anzeige über die I²C-Bedientafel (siehe [Kapitel 2.3 Inbetriebnahme mit der I²C-LCD-Bedientafel](#))
- c.) Über ein externes (ebenfalls optionales) I²C-LED-Anzeigemodul (I²C-Adresse: 0x70), z.B. dieses: <https://www.amazon.de/Adafruit-4-Ziffern-7-Segment-Display-Backpack/dp/B00DHK1E1O>
- d.) Aktuell kann die Verwendung von Anzeigemodulen mit einem TM1637-Chip (z.B. <https://www.amazon.de/AZDelivery-Digital-Display-Arduino-Raspberry/dp/B06X952QXS>) nicht unterstützt werden.

Somit ist ein Fahren nach Fahrplan auch mit einer FastClock-fähigen Zentrale (z.B. RocRail <http://www.rocrail.de> zusammen mit OpenDCC Z1 <http://www.opendcc.de>) möglich.

¹⁵ Die Frankenzentrale schaltet auf der Lokadresse 250 (diese belegt den Slot x) im eingestellten Uhrentakt abwechselnd F1 ein und aus, der aktuell verwendete Uhrendecoder OS6025 von O.Spannekrebs wertet das DCC-Signal aus.

¹⁶ Technische Daten meiner Uhr: Spannung: 12V, Innenwiderstand 1kOhm, Stromaufnahme ca. 12mA





7.5.1 Stückliste FastClock (Nebenuhr)

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt ¹⁷)	Anmerkung
			Platine 64mm * 23mm, doppelseitig
2	C1,C2	X7R-G1206 100N	
1	D1	SMD-LED 1206 GE	
1	K1	AKL 183-02	
1	N1	L 272 M	
1	N1	GS 8P	
1	N2	PCF 8574 AT	I ² C-Adresse: 0x3D <i>Hinweis: es wird unbedingt die ,AT'-Version benötigt – sonst passt die I²C-Adresse nicht!</i>
1	N3	SIM1-0512 SIL4	Wandler 5V nach 12V
3	R1...R3	SMD 1/4W 4,7K	
2	R4,R5	SMD 1/4W 100K	
1	R6	SMD 1/4W 470	
1	S1	TASTER 3301	Kurzhubtaster
4	V2...V5	1N 4148	
1	X6	WSL 6G	

Hinweise:

- FastClock wertet zur Steuerung der Nebenuhr die entsprechenden LocoNET[®]-Telegramme (OPC_SL_RD_DATA [0xE7] und OPC_WR_SL_DATA [0xEF]) aus und benötigt daher auch das LocoNET[®]-Interface
- K4 wird nicht bestückt.
- Stehen zusätzlich zur 5V-Versorgung auch 12V zur Verfügung, so kann anstelle von N3 auch eine direkte Einspeisung dieser 12V erfolgen (Anschlüsse 3 und 4 von N3). Hierbei ist zu beachten, dass die Massen (GND) von 5V und 12V zusammengeschaltet sind (gemeinsames Bezugspotential).

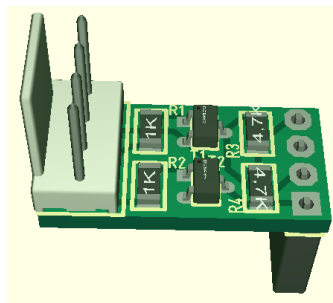
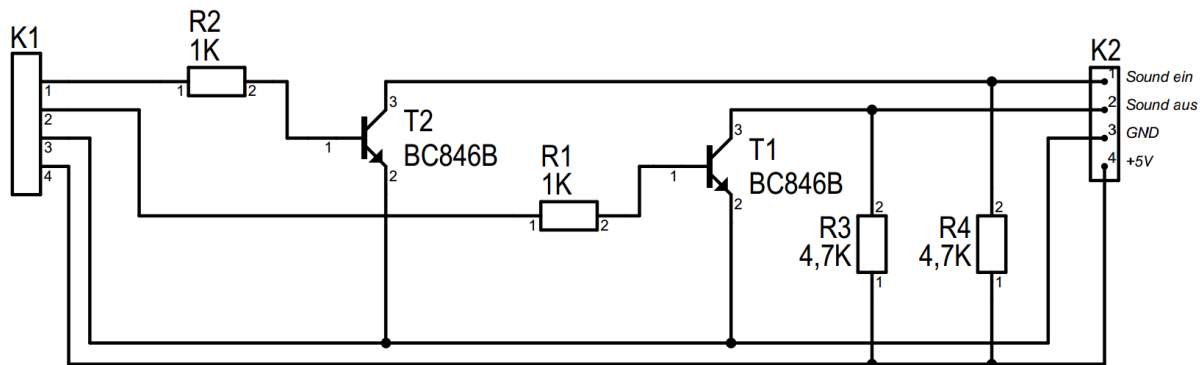
Inbetriebnahme

- Uhr am Wannenstecker K1 anschließen, die Uhr muss auf 12V-Betrieb stehen
- Wenn man den Taster S1 drückt, springt die Uhr auf die nächste Minute.
- Die Leuchtdiode D1 leuchtet immer bei einer ungeraden Minute.
 - Sollte die Uhr anders reagieren, dann muss
 - das Kabel zur Uhr gedreht angeschlossen werden
 - oder
 - die Phasenlage über CV17 Bit 4 invertiert werden

¹⁷ Die in der Stückliste genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

7.6 Transistor-Schaltstufe

Zur Potentialanpassung bei Verwendung an meiner 90°-Kurve dient mir eine zweifach-Transistorschaltstufe (die auch an anderen Stellen durchaus Verwendung finden wird, z.B. ohne R3/R4 auch als OpenCollector-Schaltstufe):

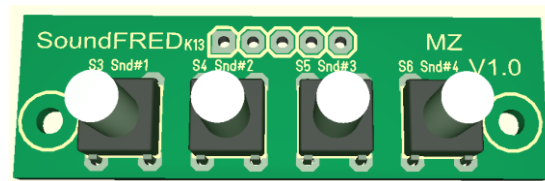
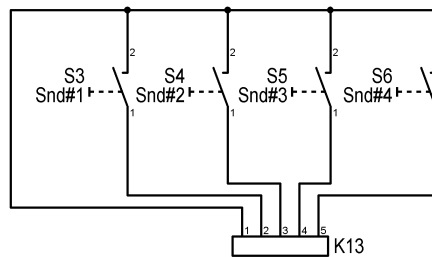


7.6.1 Stückliste Transistorschaltstufe

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt ¹⁸)	Anmerkung
			Platine 20mm * 15mm, doppelseitig
2	R1, R2	SMD 1/4W 1,0K	
2	R3, R4	SMD 1/4W 4,7K	
2	T1, T2	BC 846B SMD	
1	K1	PSS 254/4G	
1	K2	MPE 094-1-004	Buchse wird von unten montiert und passt an K5 von AVR-Sound

¹⁸ Die in der Stückliste genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

7.7 Sound-FRED Taster



7.7.1 Stückliste Sound-FRED Taster

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt ¹⁹)	Anmerkung
			Platine 45mm * 14mm, einseitig
4	S3...S6	TASTER 3301B	Tasterhöhe nach Bedarf
1	K13	SL 1X40G 2,54	Es werden insgesamt fünf Stifte benötigt, die Leiste enthält 40 Stifte. Je nach Platzbedarf kann auch eine gewinkelte Leiste verwendet werden.

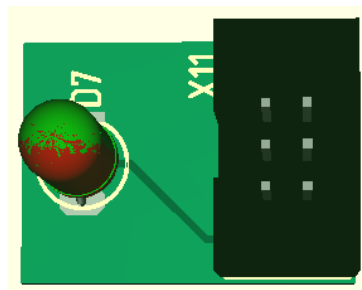
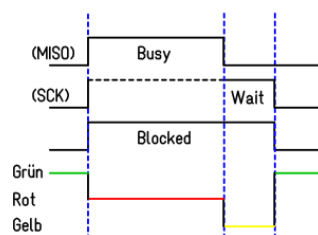
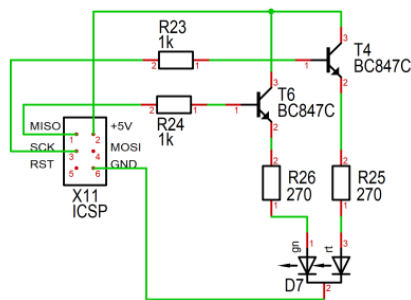
Hinweise:

- S2 auf der AVR-Platine wird nicht bestückt
- K13 wird mit den Anschlüssen von S2 verbunden:
 - o K13.1 ist der gemeinsame Anschluss (GND) und wird an S2.1 (S2.2, S2.3 oder S2.4) angeschlossen
 - o K13.2 wird an S2.5 angeschlossen
 - o K13.3 wird an S2.6 angeschlossen
 - o K13.4 wird an S2.7 angeschlossen
 - o K13.5 wird an S2.8 angeschlossen

¹⁹ Die in der Stückliste genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

7.8 Diagnosestecker

Zur Statusanzeige (Diagnose) kann am ICSP-Anschluss ein Diagnosestecker angeschlossen werden.



Anzeige:

- Grün = Sound betriebsbereit
- Rot = Sound wird abgespielt
- Gelb = Wartezeit nach Abspielen des Sounds aktiv

7.8.1 Stückliste Diagnosestecker

Anzahl	Bauteil	Bestellnummer (Reichelt ²⁰)	Anmerkung
			Platine 22mm * 16mm, doppelseitig
2	R23, R24	SMD 1/4W 1,0K	
2	R25, R26	SMD 1/4W 270	
2	T4, T6	BC 846B SMD	
1	X11	WSL 6G	
1	D7	LED 5RG-3	

²⁰ Die in der Stückliste genannten Bestellnummern können aktuell geändert worden bzw. der Artikel nicht mehr lieferbar sein.

7.9 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_SW_REQ 0xB0
- 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 beschrieben, verwendet das „Format 2“ und folgt nicht der Empfehlung „2.2.6) Standard SV/EEPROM Locations“.

7.10 Übersicht: Serielle Befehle für das DFPlayer-Modul

Eine Kenntnis der seriellen Befehle für die Kommunikation mit dem DFPlayer-Modul ist nicht erforderlich und dient an dieser Stelle lediglich der Dokumentation, diese ist entnommen aus:

https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/DFPlayer_Mini_SKU:DFR0299

Die in der Spalte "Commands" **fettgedruckten** Befehle werden direkt von der verwendeten Bibliothek <DFPlayer_Mini_Mp3.h> unterstützt

(<https://github.com/DFRobot/DFPlayer-Mini-mp3.git>).

Das Handbuch zum DFPlayer-Modul gibt es hier:

<http://www.dfrobot.com/image/data/DFR0299/DFPlayer%20Mini%20Manul.pdf>

7.10.1 Befehlssatz

Commands	Function Description	Parameters(16 bit)
0x01	Next	
0x02	Previous	
0x03	Special tracking(NUM)	0-2999
0x04	Increase volume	
0x05	Decrease volume	
0x06	Specify volume	0-30
0x07	Specify EQ 0/1/2/3/4/5	Normal/Pop/Rock/Jazz/Classic/Bass
0x08	Specify playback mode(0/1/2/3)	repeat/folder repeat/single repeat/random
0x09	Specify playback source(0/1/2/3/4)	U/TF/AUX/SLEEP/FLASH
0x0A	Enter into standby-low power loss	
0x0B	Normal working	
0x0C	Reset module	
0x0D	Playback	
0x0E	Pause	
0x0F	Specify folder to playback	1-10 (need to set by user)
0x10	Volume adjust set	[DH=1:Open volume adjust][DL:set volume gain 0-31]
0x11	Repeat play	[1:start repeat play][0:stop play]
0x12	Specify MP3 tracks folder	0-9999
0x13	Commercials	0-9999
0x14	Support 15 folder	See detailed description
0x15	Stop playback, play background	
0x16	Stop playback	
0x17	??	
0x18	?Random?	
0x19	?single play?	
0x1A	?DAC?	

7.10.2 Abfragebefehle

Commands	Function Description	Parameters(16bit)
0x3C	STAY	
0x3D	STAY	
0x3E	STAY	
0x3F	Send initialization parameters	0-0x0F (each bit represent one device of the low-four bits)
0x40	Returns an error, request retransmission	
0x41	Reply	
0x42	Query the current status	
0x43	Query the current volume	
0x44	Query the current status EQ	
0x45	Query the current playback mode	This version retains this feature
0x46	Query the current software version	This version retains this feature
0x47	Query the total number of TF card files	
0x48	Query the total number of U-disk files	
0x49	Query the total number of FLASH card files	
0x4A	keep on	
0x4B	Queries the current track of TF card	
0x4C	Queries the current track of U-disk	
0x4D	Queries the current track of Flash	