MBCAN

Fernsteuerung einer märklin - Modelleisenbahn

Nicht-kommerzielles Projekt – Alle Angaben ohne Gewähr

Bedienungsanleitung

Schiebebühnendecoder mbc-86

Version 1.0

HW 24.02.20, FW 1.00, Parametriercenter ab 2.2.3.0

1 Inhalt

2 Disclaimer 4
3 Revision 5
3.1 Bedienungsanleitung 5
3.2 Firmware 5
4 Einleitung 6
5 Funktion 7
6 Schaltbild 8
7 Bestückung 10
8 Bauteileliste 11
9 Firmware 13
10 Steckverbindungen 14
11 Anschlussbeispiele 16
12 Inbetriebnahme 17
12.1 Modul in Betriebsbereitschaft versetzen 17
12.2 Modul konfigurieren 17
12.2.1 Rückmeldung der Gleisanfahrt 18
12.2.2 Einstellungen für den Lokdecoder der Schiebebühne 18
12.3 Modul mit der CS3® verbinden 20
12.4 Modul als Automatik-Gerät an der CS3® 21
13 Modulbilder 23
14 Systemarray-Belegung für Eigenentwicklungen 24
14.1 Allgemeiner Bereich zum Modul 24
14.2 Modulspezifischer Bereich für Funktionsparameter 27
15 Befehlssatz zu den Modulen 29
15.1 PC_DH_H - Übertragung des Datenbanknamens mit 12 Bytes (1-4) 31
15.2 PC_DH_M - Übertragung des Datenbanknamens mit 12 Bytes (5-8) 32
15.3 PC_DH_L - Übertragung des Datenbanknamens mit 12 Bytes (9-12) 33
15.4 PC_KENNER - Kenner und Identifier für die Module 34
15.5 PC_NEU - Neuanmeldeaufforderung 35
15.6 PC_NEU_DATA - Rückmeldung PC an Modul während des Neuanmeldeprozesses 36
15.7 MD_NEU_DATA - Meldung des Moduls während des Neuanmeldeprozesses 37

15.8 PC_RESET - Durchführen eines Hardware-Resets auf dem Modul 38
15.9 PC_MD_SEL - Modul aus Datenbank entfernen 39
15.10 PC_ALIVE - ALIVE-Abfrage 40
15.11 MD_ALIVE - ALIVE-Abfrage 41
15.12 PC_ARRAY - Zugriff Systemarray anfragen 42
15.13 MD_ARRAY - Zugriff Systemarray freigegeben 43
15.14 PC_ARRAY_DATA - Zugriff Systemarray freigegeben 44
15.15 MD_ARRAY_DATA - Antwort des Moduls auf Systemarray-Zugriff 45
15.16 PC_UPGRADE - Firmware-Upgrade 46
15.17 MD_UPGRADE - Firmware-Upgrade freigeben 47
15.18 PC_UPGRADE_DATA - Schreibe Firmware 48
15.19 MD_UPGRADE_DATA - Antwort des Moduls auf Schreibe Firmware 49
15.20 PC_BOOT - Modul neu Booten 50
15.21 MD_S88 - Stellungsmeldung mbc-88 / mbc-90 51
16 Post-Code 52
17 Quellenverzeichnis 54
18 Allgemeine Hinweise zum MBCAN-Projekt 55

2 Disclaimer

ACHTUNG: Nur für erfahrene Elektronikbastler geeignet. KEIN Kinderspielzeug!

Bei Arbeiten an oder mit der aus dieser Dokumentation erstellten Leiterplatte beachten Sie bitte:

- Der Betrieb ist nur an Spannungen kleiner 24 V DC erlaubt. Verwenden Sie ausschließlich geprüfte und zugelassene Steckernetzteile
- Zusammenbau oder Instandsetzungen/Änderungen an der Leiterplatte sind immer im spannungsfreien Zustand durchzuführen
- Betreiben Sie das Gerät nur in trockenen Räumen. Beim Einsatz im Freien sollten Sie entsprechende Maßnahmen zum Schutz gegen Feuchtigkeit ergreifen
- Die zulässigen Ströme an den Schaltausgängen sind einzuhalten. Details finden Sie im jeweiligen Kapitel zur Funktion (vgl. Kapitel 5)
- Dieses Produkt ist nicht für die Nutzung durch Kinder unter 14 Jahren geeignet. Die Anforderungen an Kinderspielzeug werden NICHT erfüllt

Bitte beachten Sie außerdem das Kapitel „Allgemeine Hinweise zum MBCAN-Projekt“ bevor Sie mit dem Nachbau oder der Anwendung der Informationen für eigene Entwicklungen beginnen.

3 Revision

3.1 Bedienungsanleitung

1.0	07.03.2018	Erste Version

3.2 Firmware

FW: 1.00 - Basisversion

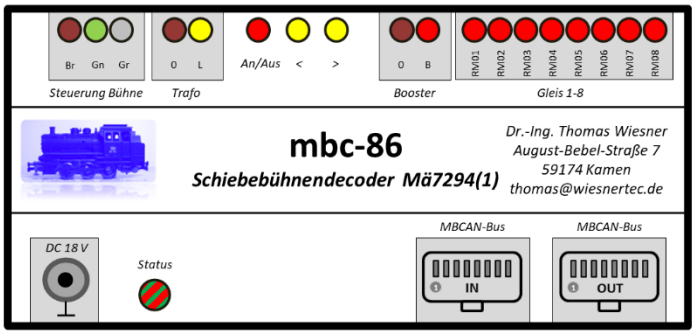
4 Einleitung

"Machine-to-Machine (M2M) steht für den automatisierten Informationsaustausch zwischen Endgeräten wie Maschinen, Automaten, Fahrzeugen oder Containern untereinander oder mit einer zentralen Leitstelle, zunehmend unter Nutzung des Internets und den verschiedenen Zugangsnetzen, wie dem Mobilfunknetz. Eine Anwendung ist die Fernüberwachung, -kontrolle und -wartung von Maschinen, Anlagen und Systemen, die traditionell als Telemetrie bezeichnet wird. Die M2M-Technologie verknüpft dabei Informations- und Kommunikationstechnik."
[Wikipedia, https://de.wikipedia.org/wiki/Machine_to_Machine]

Was für professionelle Systeme gilt, kann für die Automatisierung einer Modelleisenbahn nicht schlecht sein. Auch hier haben wir eine Leitstelle (bei Märklin® die CS2/3® oder MS2®) und verteilte Komponenten, die über den CAN-Bus verbunden sind. Auf dem CAN-Bus finden wir ein von Märklin® definiertes Protokoll vor. Der Austausch von Informationen erfolgt dann automatisch, wobei es keine reine Master-/Slave-Struktur auf dem Bus gibt, sondern ein Multi-Master-System. Das bedeutet, dass sich die mbc-Module bei Änderungen im Prozess, z.B. beim Umstellen der Weiche, selbständig bei der Leitstelle melden (Aktoren). Gleiches gilt für die Rückmelder (Sensoren).

Neben den Sensoren sind vor allem Aktoren für eine ferngesteuerte Modelleisenbahn notwendig. Diese sind entweder Magnetspulenantriebe oder, immer mehr aufkommend, Servomotoren. Im Folgenden finden Sie hier die Beschreibung eines Decoders um die Märklin®-Schiebebühne 7294/72941 zu digitalisieren, ohne sie umbauen zu müssen.

5 Funktion



Dieses Modul stellt die Verbindung zwischen einer Märklin®-Schiebebühne 7294/72941 und der MBCAN-Welt her.

Die Schiebebühne braucht dazu nicht umgebaut werden – die Stromversorgung über einen AC-Lichttrafo wird weiterverwendet.

Abbildung 5-1:Modullabel

Eine Steuerung über die CS2/3® und die MS2® ist möglich. Das erreichte Gleis und den Stand/Bewegung der Schiebebühne wird über die s88®-Funktion auf dem CAN-Bus bereitgestellt.

Steckverbinder	2x RJ45 MBCAN-Bus / Anschlussklemmen für das originale Stellpult und den Kran
Stromversorgung	Steckernetzteil / RJ45-Versorgung
Statusanzeige	Betriebszustand und Traffic wird über Dreifarb-LED angezeigt
Adresszuordnung	Adresse per PC-Software einstellbar
Adressformat	DCC® über CAN-Bus-Protokoll, DCC®-Adresse 1 bis 80 möglich
Features	Parametrierung, Firmwareupdate und Auslesung über PC möglich / Anzeige des Moduls in der GUI der CS2/3®

6 Schaltbild

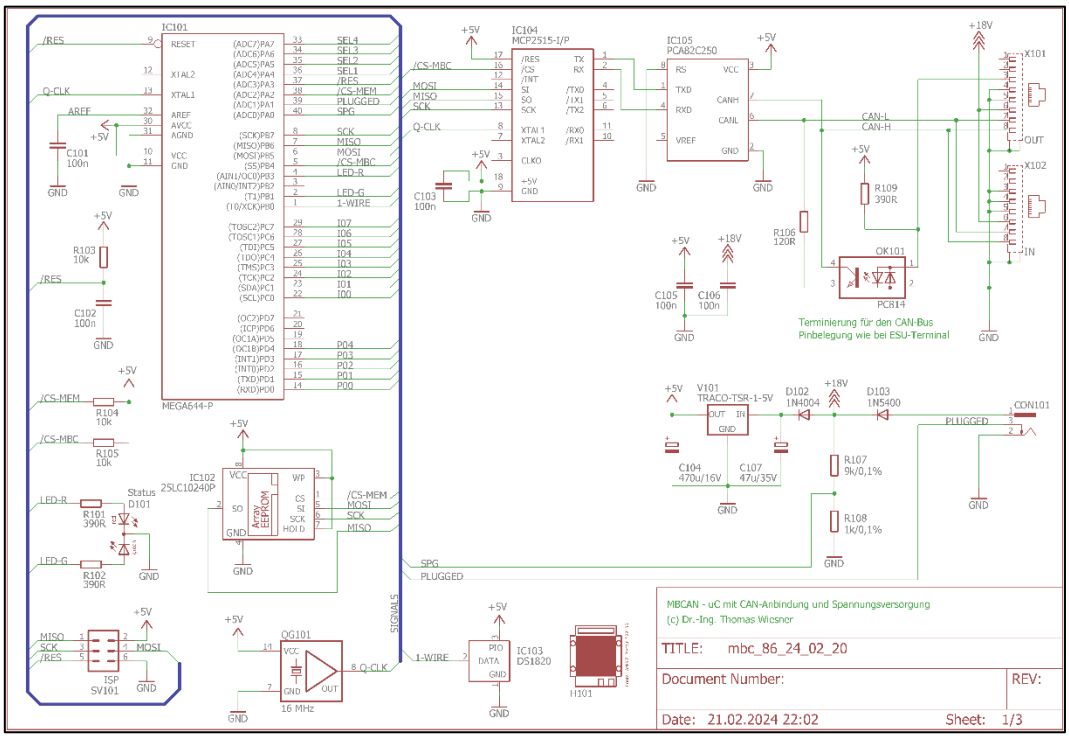


Abbildung 6-1: Prozessor-Schaltbild

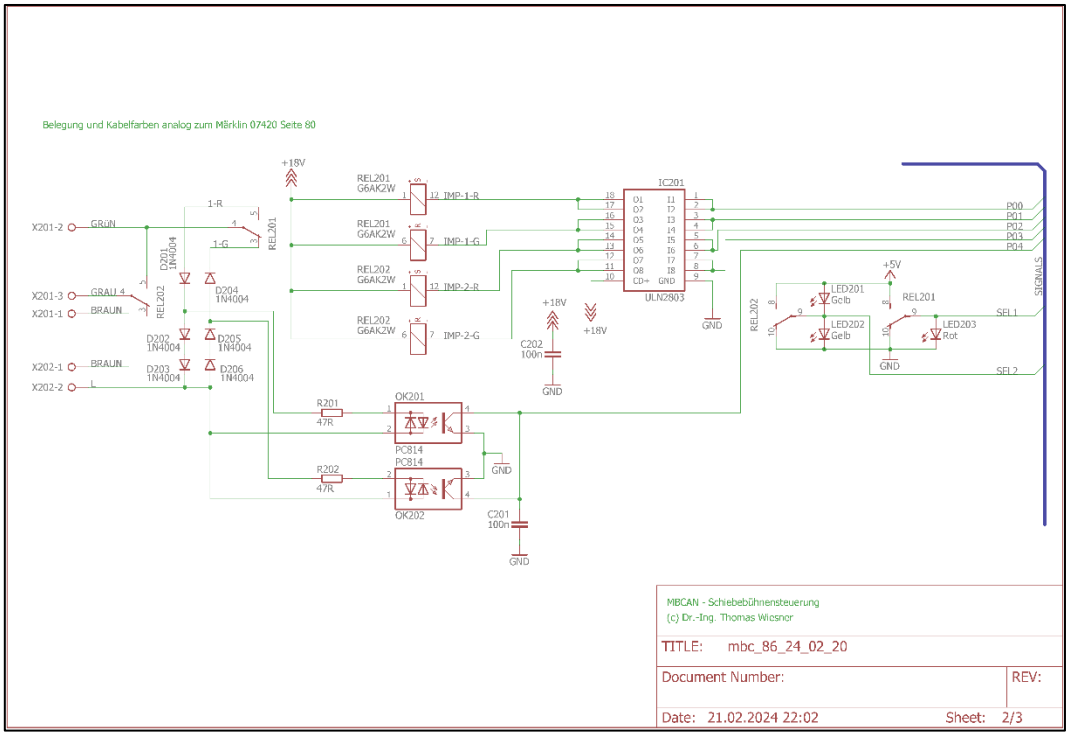


Abbildung 6-2: Sonderfunktion Steuerung

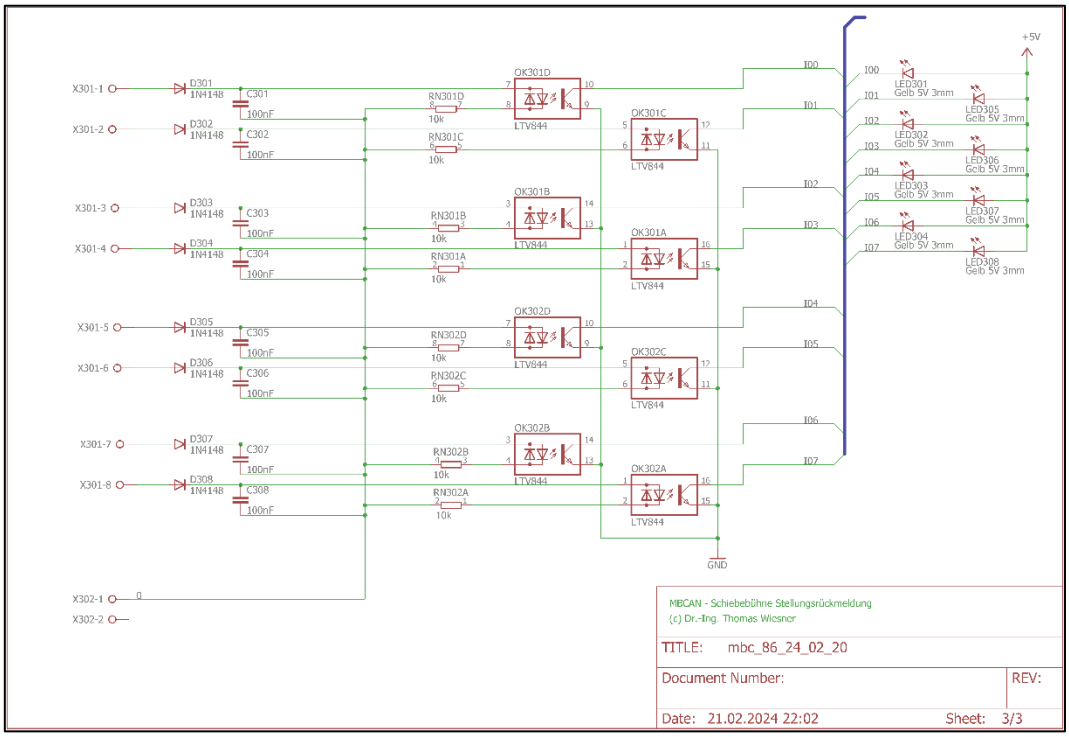


Abbildung 6-3: Sonderfunktion Rückmeldung

Das in Abbildung 6-1 gezeigte Schaltbild zeigt den bei allen Modulen identischen Prozessor-Kern mit Thermosensor DS 1820 als Seriennummer-Lieferant, einem externen EEPROM für die Upgrade-Fähigkeit und dem CAN-Bus-Interface nebst automatischer Terminierung des CAN-Bus.

Die Sonderfunktionen des Schiebebühnendecoder bestehen aus den Steckverbindungen für die Ansteuerung der Bühne sowie die Stellungsrückmeldung.

In Abbildung 6-2 ist die Umsetzung des Vorschlags von Märklin zur Digitalisierung mithilfe eines m84 dargestellt. Ob die Bühne sich noch bewegt, wird über die beiden Optokoppler abgefragt.

Abbildung 6-3 zeigt die Einweg-Gleichrichtung inkl. Optokoppler zur Identifikation des Erreichens eines Gleisanschlusses.

7 Bestückung

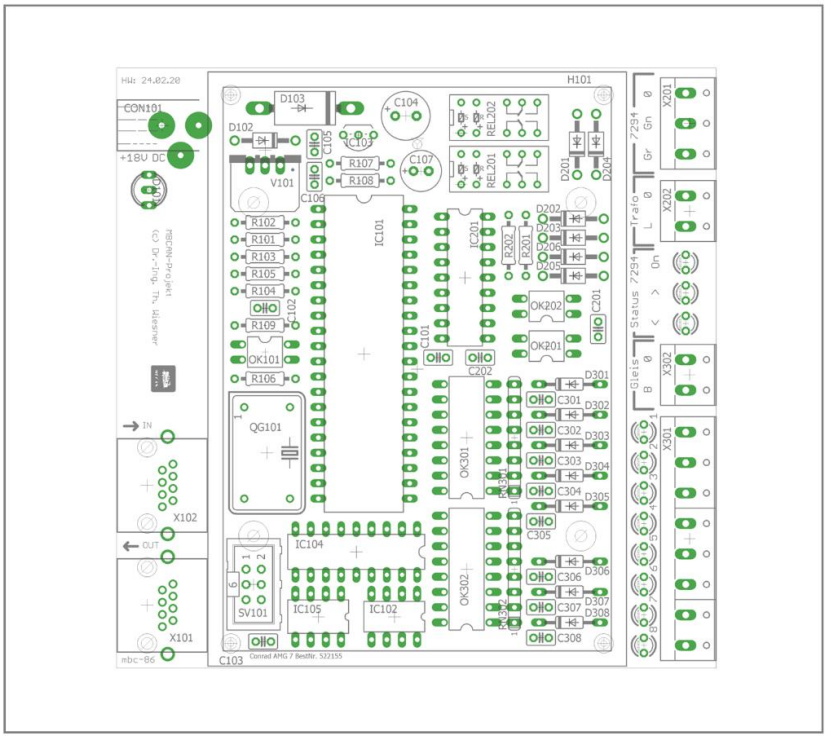


Abbildung 7-1: Bestückung Bauteilnummern

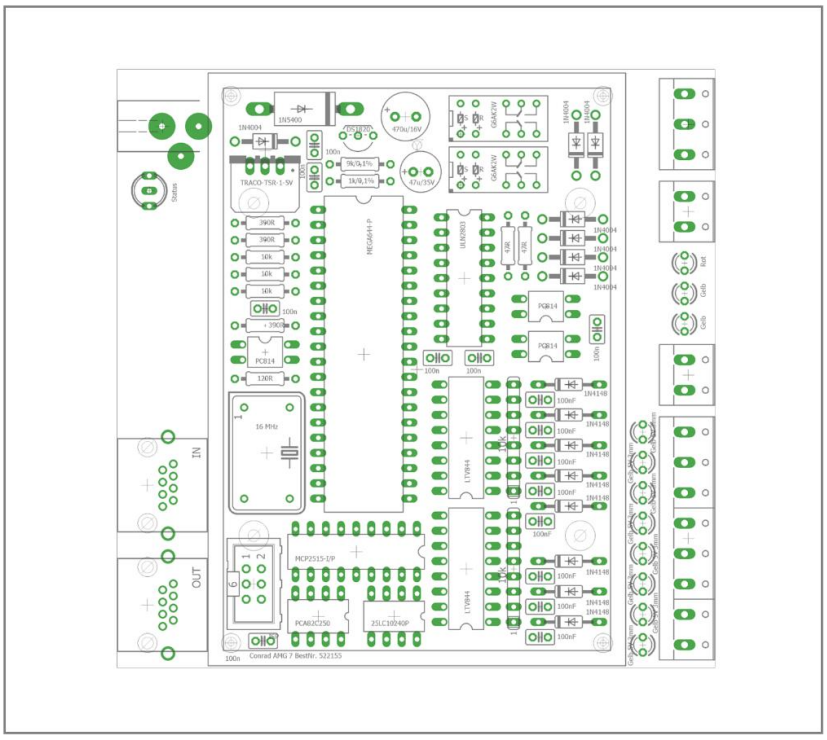


Abbildung 7-2: Bauteilwerte

8 Bauteileliste

Die für die Bestückung benötigten Bauteile sind in nachfolgender Tabelle aufgelistet. Ergänzt sind außerdem ein möglicher Lieferant sowie die zugehörige Bestellnummer. Der Lieferant ist nur ein Vorschlag und ist nicht bindend.

Tabelle 8-1: Stückliste

Part	Value	Lieferant	Bestellnummer	Anzahl
C101 - C103, C105, C106, C201, C202, C301 - C308	100n	Reichelt	MKS02-63 100N	15
C104	470u/16V	Reichelt	RAD 470/16	1
C105	47u/35V	Reichelt	RAD 47/35	1
D101	DUOLED R/G 5MM	Reichelt	LED 5 RG-3	1
D102, D201 - D208	1N4004	Reichelt	1N 4004	9
D301 - D308	1N4148	Reichelt	1N 4148	8
D103	1N5400	Reichelt	1N 5400	1
IC101	MEGA644-P	Reichelt	ATMEGA 644P-20PU	1
IC102	25LC1024	Reichelt	25LC1024-I/P	1
IC103	DS1820	Reichelt	DS 18S20	1
oder	DS1820	Reichelt	DS 18B20	1
IC104	MCP2515-I/P	Reichelt	MCP 2515-I/P	1
IC105	PCA82C250	Reichelt	MCP 2551-I/P	1
IC201	ULN2803	Reichelt	ULN 2803A	1
OK101, OK201, OK202	PC814	Reichelt	LTV 814	3
OK301, OK302	LTV844	Reichelt	LTV 844	2
LED201, LED202, LED301 - LED308	LED Gelb 3mm 5V	Reichelt	LED 3MM 5V GE	10
LED203	LED Rot 3mm 5V	Reichelt	LED 3MM 5V RT	1
V101	TSR 1-2450	Reichelt	TSR 1-2450	1
QG101	QG5860	Reichelt	OSZI 16,000000	1
R106	120R	Reichelt	METALL 120	1
R101, R102, R109	390R	Reichelt	METALL 390	3
R103 - R105	10k	Reichelt	METALL 10,0K	3
R107	9k/0,1%	Reichelt	MPR 9,10K	1
R108	1k/0,1%	Reichelt	MPR 1,10K	1
R201, R202	47R	Reichelt	METALL 47	2
RN301, RN302	10k	Reichelt	SIL 8-4 10K	2
REL201, REL202	G6AK 2W	Reichelt	G6AK 2W 12DC	2
J101, J102	MBCAN	Reichelt	CAT5 T1U 2.8N4N	2
CON101	HEBW 21	Reichelt	LUM NEB 21R	1
SV101	ISP	Reichelt	WSL 6G	1
ICS-8pol	Sockel 8	Reichelt	GS 8P	2

ICS-18pol	Sockel 18	Reichelt	GS 18P	2
ICS-16pol	Sockel 16	Reichelt	GS 16P	2
ICS-40pol	Sockel 40	Reichelt	GS 40P	1
ICS-Sockelleiste	Sockelleiste	Reichelt	MPE 006-1-018	1
X202, X302	AKL 101-02	Reichelt	AKL 101-02	2
X301	AKL 101-08	Reichelt	AKL 101-08	1
X201	AKL 101-03	Reichelt	AKL 101-03	1
Platine	mbc_86.brd	PCBPOOL	mbc_86.brd	1

9 Firmware

Die Firmware zum Modul kann entweder direkt onboard via ISP-Schnittstelle oder extern auf den Controller gebracht werden (vgl. Bestückung).

Entsprechende Dateien können von der Webseite heruntergeladen werden. Die Dateitypen sind dabei wie folgt zu unterscheiden:

a) Dateien des Typs ***mbc_xx_xx_xx_xx_isp.hex*** sind für die Erstprogrammierung zu verwenden und über die ISP-Schnittstelle aufzuspielen
b) Dateien des Typs ***mbc_xx_xx_xx_xx_upgrade.hex*** sind für das Upgrade über das Parametriercenter gedacht. Sie funktionieren NICHT bei der Programmierung über die ISP-Schnittstelle

Die korrekte Einstellung der FUSES ist Abbildung 9-1 zu entnehmen, wenn das AVR Studio verwendet wird.

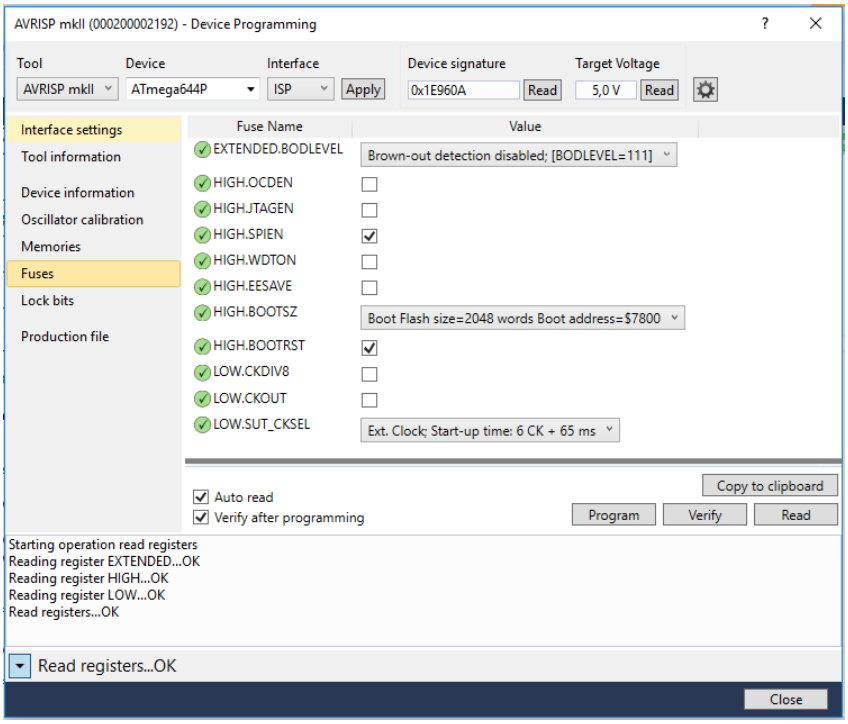


Abbildung 9-1: FUSES im AVR Studio

10 Steckverbindungen

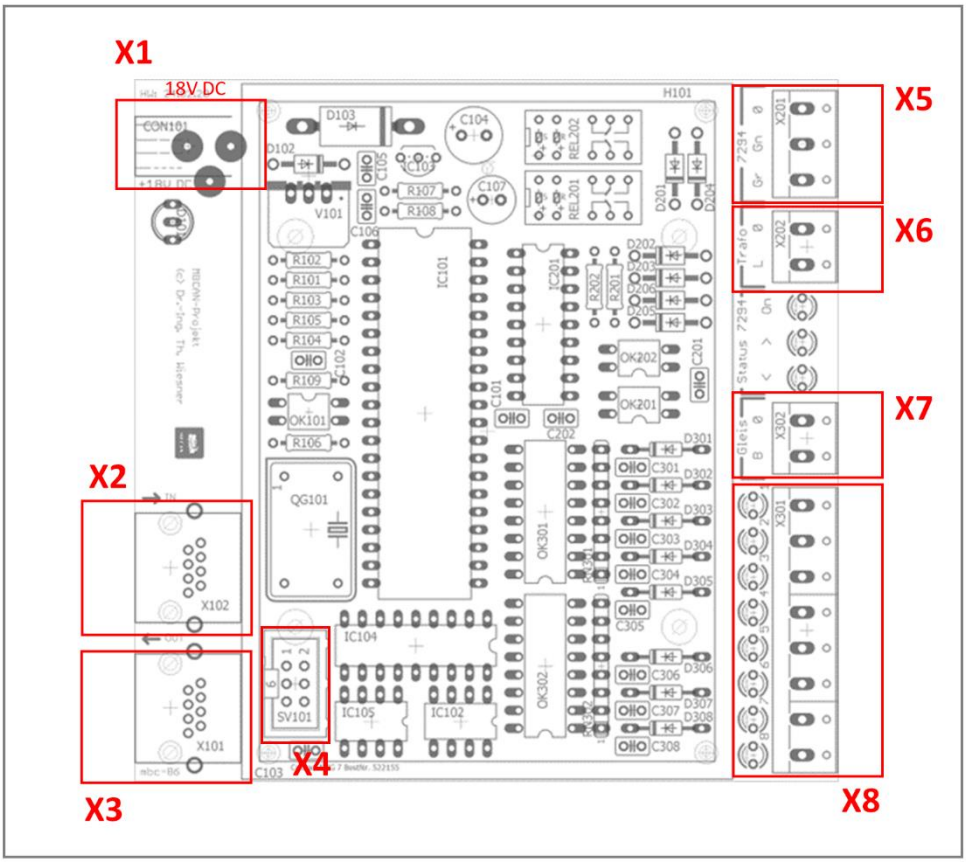


Abbildung 10-1: Steckverbinder

X1 *dezentrale Spannungsversorgung*

Diese Schraubklemmen werden genutzt, um die Basis-Spannungsversorgung in den MBCAN-Bus einzuspeisen. Die jeweiligen Eingänge für +18V DC und Masse sind auf der Platine und auf dem Label zum Modul beschriftet.

X2 *MBCAN-IN*

Modulverbindung zum vorherigen Modul in der Kette über Cat.5-Netzwerkkabel.

X3 *MBCAN-OUT*

Modulverbindung zum nächsten Modul in der Kette über Cat.5-Netzwerkkabel.

X4 *Optionale ISP-Schnittstelle*

Programmierschnittstelle für Atmel-Programmieradapter. Wird nur zur initialen Installation oder im Falle eines Modulcrashs benötigt.

X5 *Schiebebühnen-Anschlüsse*

Die Kabel der Schiebebühne sind mit diesen Anschlüssen zu verbinden. Die Kabelfarben befinden sich auf dem Label. Sollte die Richtung der Funktion nicht stimmen bitte die jeweiligen Kabelpaare tauschen.

X6 *Schiebebühne-Spannungsversorgung*

Diese Schraubklemmen werden genutzt, um die Schiebebühne mit Strom zu versorgen. Die jeweiligen Eingänge für 18V AC und Masse sind auf der Platine und auf dem Label zum Modul beschriftet.

X7 *Gleisanschluss*

Wird für das Bezugspotenzial der Stellungsrückmeldung benötigt

X8 *Gleisanschlüsse für Stellungsrückmeldung*

Diese Eingänge dienen der Stellungsrückmeldung der Bühnenposition.

11 Anschlussbeispiele

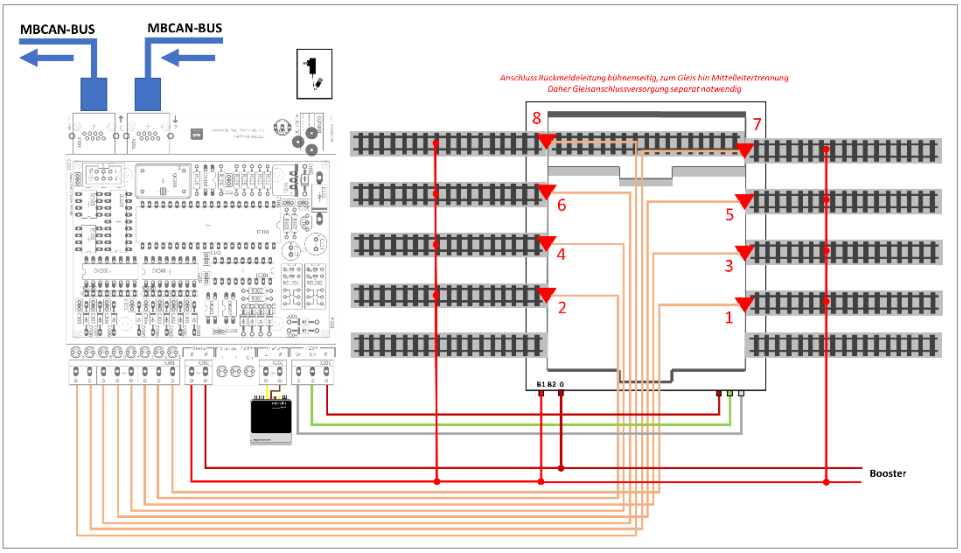


Abbildung 11-1: Anschluss der Schiebebühne über den Anschluss B1 mit Mitteleitertrennung

Bitte beachten Sie, dass an den Gleisanschlüssen der Abstellgleise Rückmeldekabel bühnenseitig und Mittelleitertrennungen gleisseitig anzubringen sind. Dies macht eine separate Versorgung der Abstellgleise mit Bahnstrom notwendig. Nur so kann über den Bühnenkontakt das erreichte Gleis detektiert werden und ein Kurzschluss zwischen ggf. unterschiedlichen Boostern bei der Abstellgleisversorgung vermieden werden.

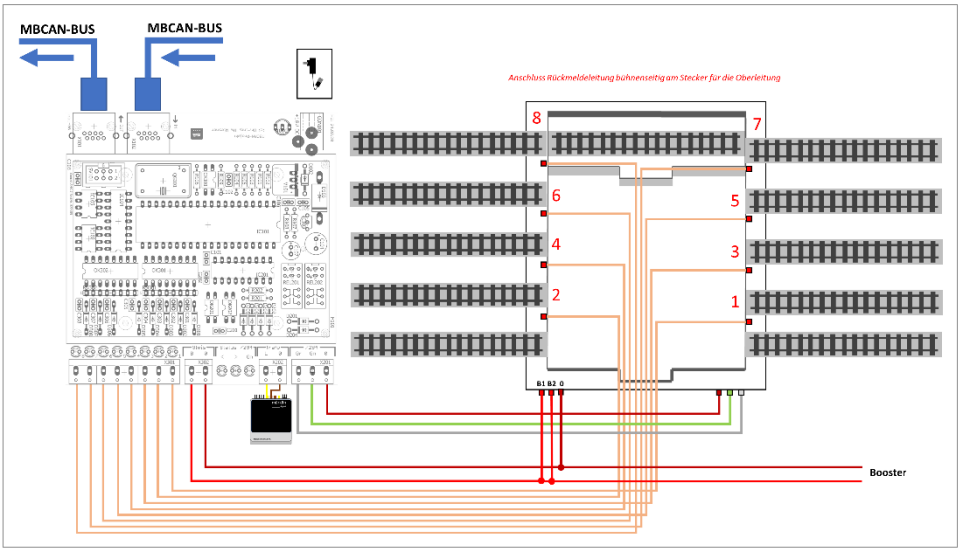


Abbildung 11-2: Anschluss der Schiebebühne über den Anschluss B2 der Oberleitung

Alternativ kann die Schiebebühne über die Oberleitungsanschlüsse für den 7295-Nachrüstsatz angeschlossen werden, die mit B2 verbunden sind.

12 Inbetriebnahme

12.1 Modul in Betriebsbereitschaft versetzen

Nach dem Start des Parametriercenters und dem Anlegen der Spannungsversorgung an die **Steckverbindung X1** meldet sich das Modul automatisch an, sobald eine Verbindungsart zum MBCAN-Bus ausgewählt wurde (siehe Bedienungsanleitung zum Terminaladapter mbc-80).

12.2 Modul konfigurieren

Nach erfolgreicher Anmeldung am Parametriercenter und Auslesen des Moduls (vgl. Bedienungsanleitung zum Parametriercenter) erscheint folgender Konfigurationsbereich:

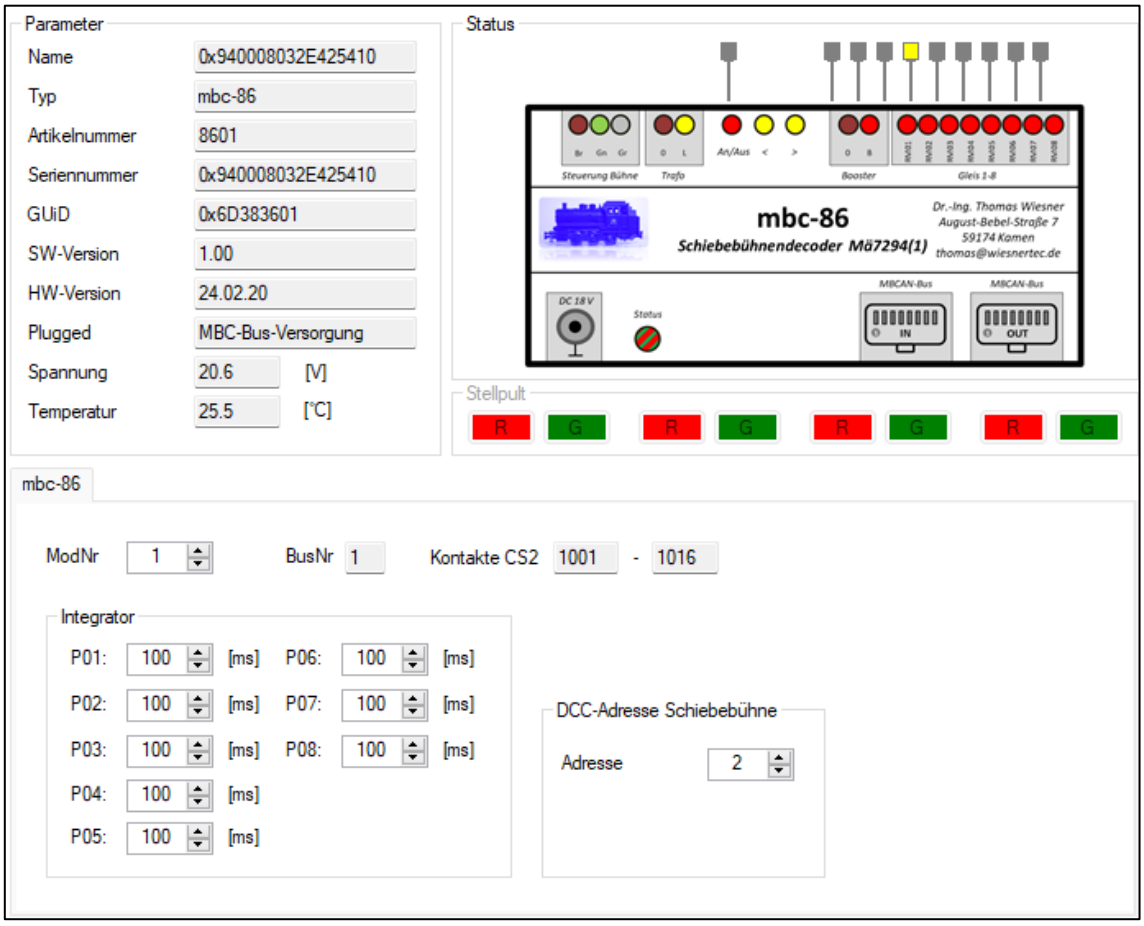


Abbildung 12-1: Konfigurationsbereich

Im obigen Beispiel wurde der Name des Moduls bereits auf „Schiebebühne“ geändert. Im Urzustand steht hier die Seriennummer. Der Name kann jederzeit über den Modul-Baum angepasst werden (siehe Bedienungsanleitung Terminaladapter mbc-80). Das Stellpult ist deaktiviert.

Konfiguriert werden kann die **<DCC-Lok-Adresse>**, unter der das Modul seitens der CS2/3®/MS2® oder einer PC-Anwendung erreichbar ist.

Bei Veränderung der **<DCC-Lok-Adresse>** über die Up-/Down-Buttons wird der Wert um 1 angepasst. Möglich sind softwareseitig die Adressen 1 bis 80.

Wird der Wert angepasst, wird das Feld *gelb* hinterlegt und alle Buttons deaktiviert. Dafür werden die Buttons **<Verwerfen>** und **<Update>** aktiviert. Mit **<Verwerfen>** kann die Eingabe rückgängig gemacht werden und der vorher gültige Wert wieder übernommen. Das Feld wird dann wieder in *weiß* hinterlegt. Mit dem Button **<Update>** wird der neue Parameter in das Modul geschrieben.

12.2.1 Rückmeldung der Gleisanfahrt

Konfiguriert werden kann die **<ModulNr>**, unter der das Modul seitens der CS2/3® oder einer PC-Anwendung erreichbar ist. Dabei entsprechen die Modulnummer bis 32 den Modulen 1 bis 31 des Bus 1, die Modulnummern 32 bis 62 den Modulen 1 bis 31 des Bus 2 und die Modulnummern 63 bis 93 den Modulen 1 bis 31 des Bus 3.

Der Eingang 1 zeigt den Stand der Bühne am Übergabe-/Transfergleis „0“ an. Die Eingänge 2 bis 9 korrespondieren mit den jeweiligen vorhandenen Gleisanschlüssen der Schiebebühne. Der Eingang 10 signalisiert, ob sich die Bühne noch bewegt. Zusammen mit den Eingängen 1 bis 9 kann somit in einem Trigger auf den Eingang 10 eine automatisierte Steuerung aufgebaut werden.

Die Felder **<BusNr>** und **<Kontakte CS2>** zeigen die korrespondierenden Einstellwerte für die CS2®. Bei der CS3® werden nur die Busnummer, die Modulnummer und die Kontaktnummer benötigt. In Abbildung 12-1 befindet sich die Bühne am Gleis „3“.

Die Integratorzeiten **<Integrator Gleise>** je Eingang 2 bis 9 in *ms* entsprechen der Länge des Belegtimpulses nach der letzten Aktivierung durch eine Achse des Zuges. Es entspricht in gewisser Weise einer Entprellung des Eingangs. Einstellmöglichkeiten bis 2500 ms sind möglich. 100 ms SIND ALS Default voreingestellt.

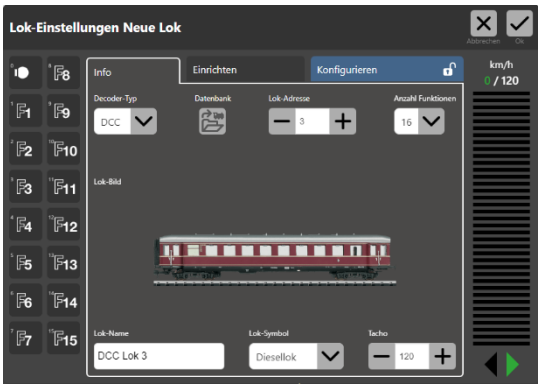
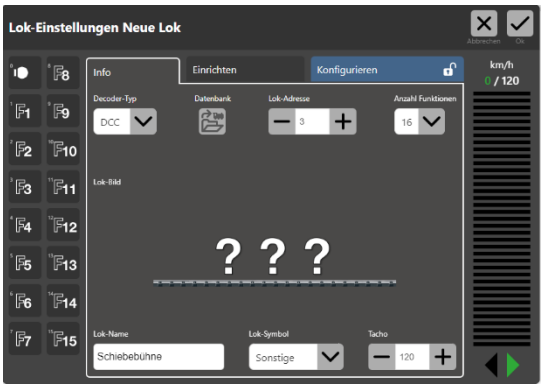
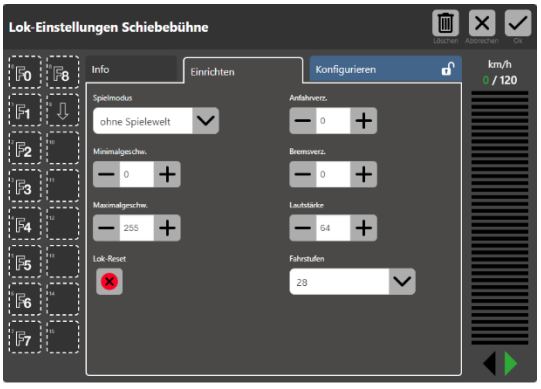
Wird der Wert angepasst, wird das Feld *gelb* hinterlegt und alle Buttons deaktiviert. Dafür werden die Buttons **<Verwerfen>** und **<Update>** aktiviert. Mit **<Verwerfen>** kann die Eingabe rückgängig gemacht werden und der vorher gültige Wert wieder übernommen. Das Feld wird dann wieder in *weiß* hinterlegt. Mit dem Button **<Update>** wird der neue Parameter in das Modul geschrieben.

12.2.2 Einstellungen für den Lokdecoder der Schiebebühne

Das Modul mbc-86 emuliert einen Funktionsdecoder mit dem Protokoll DCC und möglichen Adressen von 1 bis 80. Da es einen entsprechenden Decoder in der Lokdatenbank nicht gibt, muss dieser manuell angelegt werden. Nachfolgend der Ablauf bei der erstmaligen Initialisierung des Moduls auf eine CS3®.

Wichtig ist, dass die Funktionen als **Impulsausgang** programmiert werden. So kann der Decoder die GUI der CS3® entsprechend des erreichten Gleises (blinken) und des Ziel-Gleises (konstantes Leuchten) anzeigen.

Tabelle 12-1: Anlegen einer neuen DCC-Lok

Neue Lok anlegen	***Decoder-Typ auf DCC, Wunschadresse, Funktionen auf 16, Name vergeben und Lok-Symbol auf Sonstiges***
	
Funktionssymbole einstellen, nicht genutzte Funktionen deaktivieren, alle Funktionen auf Impulsfunktion stellen	***Lok-Bild nach Belieben auswählen***
	

Die Lok ist nun eingerichtet und das Modul kann sofort über die GUI der CS2/3®/MS2 gesteuert werden. Die Gleisnummern entsprechen dem Schema gemäß Abschnitt 11.

In der Tabelle 12-2: Funktionsmapping sind die Funktionen und ihre Aktionen für die CS3® beschrieben.

Sollte die Bewegungsrichtung nicht mit dem internen Programm des Moduls übereinstimmen bitte die Anschlüsse (Farbcode) überprüfen.

Tabelle 12-2: Funktionsmapping

ICON	Fx	Beschreibung
	0	Die Bühne wird in die Übergabeposition „bidirektional“ gefahren
 bis	1 - 8	Wenn die Funktion als **AN** dargestellt wird, signalisiert sie den letzten gültigen Gleisanschluss (Bühne mit Kontrollstand eingerastet). Wird die Funktion ausgelöst (Momentfunktion), gilt dies als Zielgleisanschlussvorwahl. Die Bühne setzt sich dann in Bewegung zum Ziel. Ein blinkendes ICON signalisiert das Ziel-Gleis.
	9	Stoppt die automatische Fahrt zum Ziel und stoppt am nächsten Gleisanschluss

12.3 Modul mit der CS3® verbinden

Ist das Modul über den Terminaladapter mbc-80 mit der CS3® verbunden, meldet es sich über seine GUiD an und ist im **<System/Einstellungen>-Bereich** unter **<sonstige Geräte>** anzeigbar. Im **<Info>-Bereich** werden die Artikelnummer, die Version in der Märklin-Konvention, die Seriennummer in der Märklin-Konvention (Modulnummer des Modultyps = letzte Zahl der GUiD + 1), die aktuelle Spannung und die Gehäuseinnentemperatur des Moduls angezeigt, letztere dynamisch.

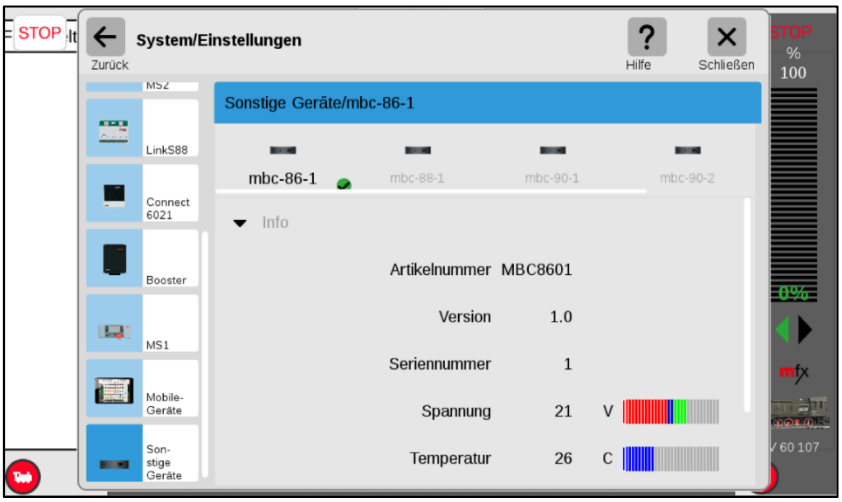


Abbildung 12-2: <Info>-Bereich

Im **<Einstellungen>-Bereich** werden der Name des Moduls (Nickname kann angepasst werden), die Seriennummer, die Firmware und die Hardwareversion in der MBCAN-Konvention angezeigt.

Das **<Status-Abfrage-Intervall>-Feld** regelt die Abfrage auf dem CAN-Bus zu diesem Modul. Es sollte auf dem vorgeschlagenen Wert belassen werden.

Analog wird das Modul auch von der CS2® erkannt und verwaltet. Näheres siehe Bedienungsanleitung zur CS2®.

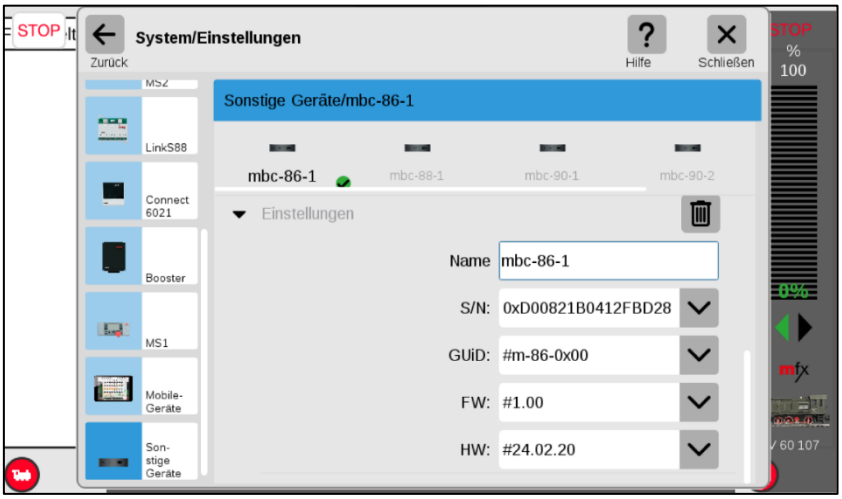


Abbildung 12-3: <Einstellungen>-Bereich

12.4 Modul als Automatik-Gerät an der CS3®

Bei der CS3® funktioniert die Verwaltung der Rückmelder mbc-86 als Automatik-Gerät über den mbc-80 als LinkS88®. Die untergeordneten mbc-86-Module antworten entsprechend, wenn der korrespondierend mbc-80 angesprochen wird.

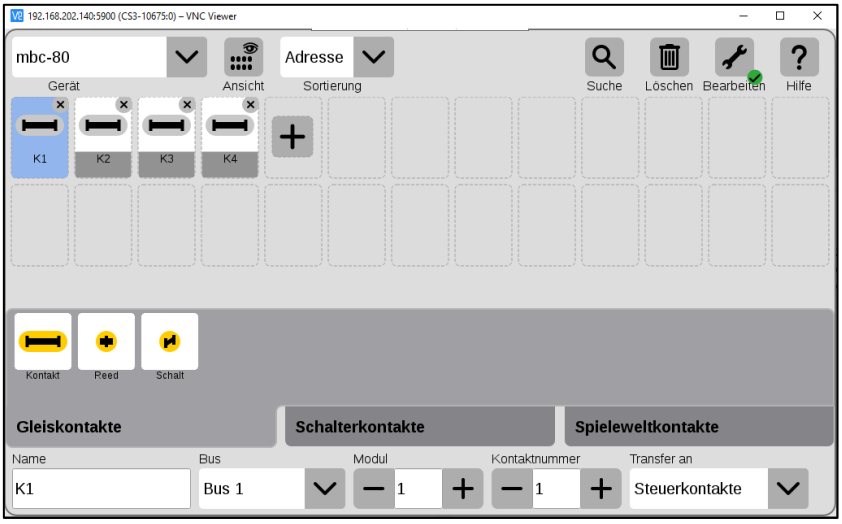
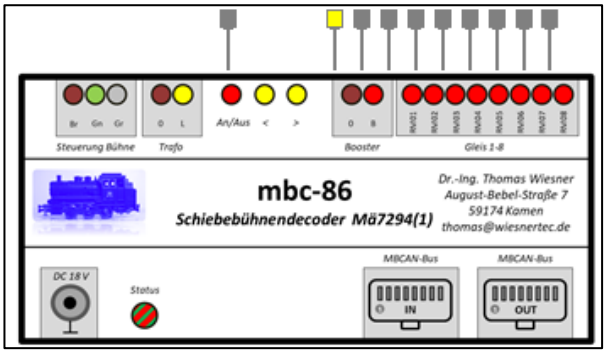


Abbildung 12-4: Zuordnung von Rückmeldekontakten

Dazu ist im Pulldown-Menü im **<s88®-Artikelfenster>** der CS3® oben links im Konfigurationsfenster zu den **<Gleiskontakten>** das *mbc-80* auszuwählen. Bitte beachten Sie, dass *mbc-80* hier der **<Nickname>** des LinkS88® ist, den Sie wie in Abschnitt 12.2.1 gezeigt vergeben haben.

Neben dem **<Name>** des Kontaktes ist die Busnummer **<Bus 1>**, **<Bus 2>** oder **<Bus 3>** auszuwählen. Die Nummer des **<Modul>** entspricht der Modulnummer, die Sie in Abschnitt 12.2.1 vergeben haben. Bei Bus 2 ist diese jedoch um den Wert 31 zu verringern, bei Bus 3 um 62. Die **<Kontaktnummer>** ist entsprechend der Belegung des mbc-86-Moduls zu wählen. Die Einstellung **<Transfer an>** sollte auf Steuerkontakte eingestellt bleiben.



Die Eingänge 1 bis 9 werden im Parametriercenter als Symbol bei Aktivierung angezeigt. Im Bild links befindet sich die Bühne am Übergabe-/Transfergleis „0“.

Bewegt sich die Bühne, wird dies durch ein rotes Symbol angezeigt.

Analog wird das Modul auch von der CS2® erkannt und verwaltet mit dem Unterschied der Kontaktnummern. Näheres siehe Bedienungsanleitung zur CS2®.

13 Modulbilder

Abbildung 13-1: Fertiges Modul inkl. Gehäuse

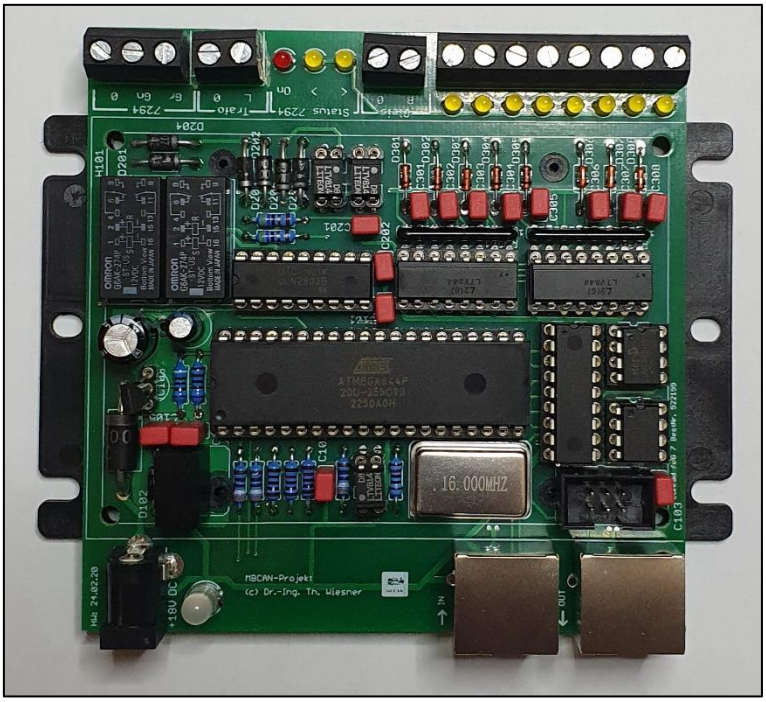


Abbildung 13-2: bestückte Platine

14 Systemarray-Belegung für Eigenentwicklungen

Nachfolgend ist die Belegung des Systemarrays abgebildet. Dies erleichtert bei Eigenentwicklungen von Software, die notwendigen Informationen des Moduls auslesen und parametrieren zu können.

14.1 Allgemeiner Bereich zum Modul

Der allgemeine Teil des Systemarrays ist bei allen mbc-Modulen gleich. Dargestellt ist die C-Schreibweise:

```
//================================================================================
//= Systemarray mit Parametern zum Zustand                                       =
//================================================================================

// MBC_ARRAY_START              Start des belegten Systemarrays

#define MBC_ARRAY_START         1

// MBC_ALLG_START               Start des Allgemeinblocks

#define MBC_ALLG_START          MBC_ARRAY_START

// MBC_INFO_START               Start des Neuanmeldeblocks

#define MBC_INFO_START          MBC_ARRAY_START

// MBC_L_SNR                    Laenge der Seriennummer
// MBC_S_SNR                    Index Start Seriennummer
// MBC_SNR                      Seriennummer

#define MBC_L_SNR               8
#define MBC_S_SNR               MBC_ARRAY_START
#define MBC_SNR                 sys_array[MBC_S_SNR]

// MBC_L_ART                    Laenge der Artikelnummer
// MBC_S_ART                    Index Start Artikelnummer
// MBC_ART_1                    Artikelnummer Byte 4
// MBC_ART_2                    Artikelnummer Byte 3
// MBC_ART_3                    Artikelnummer Byte 2
// MBC_ART_4                    Artikelnummer Byte 1

#define MBC_L_ART               4
#define MBC_S_ART               (MBC_L_SNR + MBC_S_SNR)
#define MBC_ART_1               sys_array[MBC_S_ART]
#define MBC_ART_2               sys_array[MBC_S_ART + 1]
#define MBC_ART_3               sys_array[MBC_S_ART + 2]
#define MBC_ART_4               sys_array[MBC_S_ART + 3]

// MBC_L_SW                     Laenge Softwareversion
// MBC_S_SW                     Index Start Softwareversion
// MBC_SW_1                     Softwareversion Byte 3
// MBC_SW_2                     Softwareversion Byte 2
// MBC_SW_3                     Softwareversion Byte 1

#define MBC_L_SW                3
#define MBC_S_SW                (MBC_L_ART + MBC_S_ART)
#define MBC_SW_1                sys_array[MBC_S_SW]
#define MBC_SW_2                sys_array[MBC_S_SW + 1]
```

```
#define MBC_SW_3                sys_array[MBC_S_SW + 2]

// MBC_L_HW                     Laenge Hardwareversion
// MBC_S_HW                     Index Start Hardwareversion
// MBC_HW_1                     Hardwareversion Byte 6
// MBC_HW_2                     Hardwareversion Byte 5
// MBC_HW_3                     Hardwareversion Byte 4
// MBC_HW_4                     Hardwareversion Byte 3
// MBC_HW_5                     Hardwareversion Byte 2
// MBC_HW_6                     Hardwareversion Byte 1

#define MBC_L_HW                6
#define MBC_S_HW                (MBC_L_SW + MBC_S_SW)
#define MBC_HW_1                sys_array[MBC_S_HW]
#define MBC_HW_2                sys_array[MBC_S_HW + 1]
#define MBC_HW_3                sys_array[MBC_S_HW + 2]
#define MBC_HW_4                sys_array[MBC_S_HW + 3]
#define MBC_HW_5                sys_array[MBC_S_HW + 4]
#define MBC_HW_6                sys_array[MBC_S_HW + 5]

// MBC_L_NAMEBLOCK              Laenge des Modulnamens
// MBC_S_NAMEBLOCK              Index Start Modulname
// MBC_NAME                     Name des Moduls

#define MBC_L_NAMEBLOCK         20
#define MBC_S_NAMEBLOCK         (MBC_L_HW + MBC_S_HW)
#define MBC_NAME                sys_array[MBC_S_NAMEBLOCK]

// MBC_INFO_ENDE                Ende des Neuanmeldeblocks

#define MBC_INFO_ENDE           (MBC_L_NAMEBLOCK + MBC_S_NAMEBLOCK - 1)

// MBC_L_GUID                   Laenge der GuiD
// MBC_S_GUID                   Index Start GUiD
// MBC_UiD_1                    GUiD Byte 4
// MBC_UiD_2                    GUiD Byte 3
// MBC_UiD_3                    GUiD Byte 2
// MBC_UiD_4                    GUiD Byte 1

#define MBC_L_GUID              4
#define MBC_S_GUID              (MBC_L_NAMEBLOCK + MBC_S_NAMEBLOCK)
#define MBC_UiD_1               sys_array[MBC_S_GUID]
#define MBC_UiD_2               sys_array[MBC_S_GUID + 1]
#define MBC_UiD_3               sys_array[MBC_S_GUID + 2]
#define MBC_UiD_4               sys_array[MBC_S_GUID + 3]

// MBC_L_DB                     Laenge der Datenbankversion
// MBC_S_DB                     Index Start Datenbankversion
// MBC_DB                       Datenbanknummer des PC

#define MBC_L_DB                12
#define MBC_S_DB                (MBC_L_GUID + MBC_S_GUID)
#define MBC_DB                  sys_array[MBC_S_DB]

// MBC_L_KN                     Laenge CS2-Geraetekennung
// MBC_S_KN                     Index Start CS2-Geraetekennung
// MBC_KN_H                     CS2-Geraetekennung HIGH
// MBC_KN_L                     CS2-Geraetekennung LOW
// MBC_AK_H                     CS2-Autokennung HIGH
```

```
// MBC_AK_L                     CS2-Autokennung LOW
// MBC_CS2_GER                  CS2-Geraetegruppe

#define MBC_L_KN                5
#define MBC_S_KN                (MBC_L_DB + MBC_S_DB)
#define MBC_KN_H                sys_array[MBC_S_KN]
#define MBC_KN_L                sys_array[MBC_S_KN + 1]
#define MBC_AK_H                sys_array[MBC_S_KN + 2]
#define MBC_AK_L                sys_array[MBC_S_KN + 3]
#define MBC_CS2_GER             sys_array[MBC_S_KN + 4]

// MBC_L_PARA                   Laenge Parametersatz
// MBC_S_PARA                   Index Start Parametersatz
// MBC_PLUGGED                  Steckernetzteil gesteckt
// MBC_SPG_1                    Spannung 10er Digit
// MBC_SPG_2                    Spannung 1er Digit
// MBC_SPG_3                    Spannung 0.1er Digit
// MBC_TMP_1                    Temperatur 10er Digit
// MBC_TMP_2                    Temperatur 1er Digit
// MBC_TMP_3                    Temperatur 0.1er Digit

#define MBC_L_PARA              7
#define MBC_S_PARA              (MBC_L_KN + MBC_S_KN)
#define MBC_PLUGGED             sys_array[MBC_S_PARA]
#define MBC_SPG_1               sys_array[MBC_S_PARA + 1]
#define MBC_SPG_2               sys_array[MBC_S_PARA + 2]
#define MBC_SPG_3               sys_array[MBC_S_PARA + 3]
#define MBC_TMP_1               sys_array[MBC_S_PARA + 4]
#define MBC_TMP_2               sys_array[MBC_S_PARA + 5]
#define MBC_TMP_3               sys_array[MBC_S_PARA + 6]

// MBC_ALLG_ENDE                Ende des Allgemeinblocks

#define MBC_ALLG_ENDE           (MBC_L_PARA + MBC_S_PARA - 1)

// MBC_BOOT_START               Anfang des BOOT-Bereiches

#define MBC_BOOT_START          (MBC_L_PARA + MBC_S_PARA)

// BOOT-Array-PAGE-Size         Groesse der EEPROM-PAGE

#define MBC_BOOT_PGSZ           256

// Anzahl der Pakete fuer die BOOT-Array-Uebertragung

#define MBC_BOOT_PGMAX          (MBC_BOOT_PGSZ / 4)

// MBC_L_BOOT                   Laenge BOOT-Array
// MBC_S_PARA                   Index Start BOOT-Array
// MBC_BOOT                     BOOT-Array

#define MBC_L_BOOT              (2 + MBC_BOOT_PGSZ)
#define MBC_S_BOOT              MBC_BOOT_START
#define MBC_BOOT_ARRAY          sys_array[MBC_BOOT_START]

// MBC_BOOT_ENDE                Ende des BOOT-Bereiches

#define MBC_BOOT_ENDE           (MBC_L_BOOT + MBC_S_BOOT - 1)
```

```
// Je nach Modultyp ist das sys_array unterschiedlich lang. Alle Module
// haben einen gemeinsamen Teil mit einer Laenge von 69 Bytes und einem Boot-Block
// von 256 Bytes. Bei den anderen Modulen kommt noch ein General-Purpose-Array mit
// einer Laenge von 2048 Bytes hinzu, respektive 512 Bytes beim mbc-80.

// MBC_L_GENPURP                Laenge des General Purpose Arrays
// MBC_S_GENPURP                Index Start des General-Purpose-Arrays
// MBC_ARRAY_MAX                Laenge des Systemarrays

#ifdef _mbc_80_
       #define MBC_L_GENPURP      512

       #define MBC_S_GENPURP      (MBC_BOOT_ENDE + 1)
       #define MBC_ARRAY_MAX      (MBC_L_GENPURP + MBC_S_GENPURP)
#else
       #define MBC_L_GENPURP      2048
       #define MBC_S_GENPURP      (MBC_BOOT_ENDE + 1)
       #define MBC_ARRAY_MAX      (MBC_L_GENPURP + MBC_S_GENPURP)
#endif

// MBC_ARRAY_ENDE               Ende des Systemarrays

#define MBC_ARRAY_ENDE            (MBC_ARRAY_MAX - 1)
```

Listing 14-1: Modulparameter

Um die geänderten Parameter in das interne EEPROM zu schreiben, werden folgende Indizes verwendet:

```
//=========================================================================
//= Parameter fuer die EEPROM-Steuerung                                   =
//=========================================================================

#define EE_NAME             0x01        // ID Block Name
#define EE_GUID             0x02        // ID Block GUiD
#define EE_KENNUNG          0x03        // ID Block Geraetekennung
#define EE_DB               0x04        // ID Block Datenbank
```

Listing 14-2: EEPROM-Indizes Modul

14.2 Modulspezifischer Bereich für Funktionsparameter

Der modulspezifische Teil des Systemarrays beinhaltet die für die Funktion des Moduls vom Standard abweichenden Parameter. Dieser liegt im GENPURP-Bereich des Systemarrays. Dargestellt ist die C-Schreibweise:

```
//================================================================================
//= Sonderbelegung des Systemarrays nach dem Allgemeinblock                      =
//================================================================================

// Laenge modulspezifische Parameter
// Index Start modulspezifische Parameter
// S88Addr HIGH
// S88Addr LOW
// Eingaenge 9-16
// Eingaenge 1-8

#define MBC_86_L_S88        4
#define MBC_86_S_S88        MBC_S_GENPURP
#define MBC_86_S88_H        modul.sys_array[MBC_86_S_S88]
#define MBC_86_S88_L        modul.sys_array[MBC_86_S_S88 + 1]
#define MBC_86_S88_RM_H     modul.sys_array[MBC_86_S_S88 + 2]
#define MBC_86_S88_RM_L     modul.sys_array[MBC_86_S_S88 + 3]

// Anzahl der S88PINS
// Index Start S88PINS
// Integrationszeit s88

#define MBC_86_L_INTS88     16
#define MBC_86_S_INTS88     (MBC_86_L_S88 + MBC_86_S_S88)
#define MBC_86_INTS88       modul.sys_array[MBC_86_S_INTS88]

// Anzahl der DCC-Lok-Adresse
// Index Start DCC-Lok-Adresse
// DCC-Lok-Adresse

#define MBC_86_L_DCCLOK     1
#define MBC_86_S_DCCLOK     (MBC_86_L_INTS88 + MBC_86_S_INTS88)
#define MBC_86_DCCLOK       modul.sys_array[MBC_86_S_DCCLOK]
```

Listing 14-3: Funktionsparameter

Um die geänderten Parameter in das interne EEPROM zu schreiben, werden folgende Indizes verwendet:

```
//================================================================================
//= Parameter fuer die EEPROM-Steuerung                                          =
//================================================================================

#define EE_86_S88Addr       0x0A                // ID Block Adresse
#define EE_86_S88Timing     0x0B                // ID Block Timing
#define EE_86_LOK           0x0C                // ID Block DCC-Lok-Adresse
```

Listing 14-4: EEPROM-Indizes Funktionen

15 Befehlssatz zu den Modulen

Um die Module des MBCAN-Projektes auf dem CAN-Bus ansprechen und parametrieren zu können, bedarf es neben der Geräte-UiD auch einen adäquaten Befehlssatz. Der Befehlssatz von Märklin® setzt sich aus Kommandos zusammen, die im CAN-Header integriert sind. Da dieser Header sehr sensibel auf Fehler reagiert, fällt er für eigene Befehlsübertragungen aus.

Märklin® hat aber eine Möglichkeit geschaffen, dass Privatpersonen, Vereine o.ä. freie Adressräume in der Loc-ID (Local ID, nicht Lokomotiv-ID) nutzen können. Diese liegen im Adressraum 0x00001800 bis 0x00001BFF (Datenbytes 1 bis 4 der CAN-Nachricht) und sind u.a. über das Schaltkommando 0x0B (= 0x16 im CAN-Header) verfügbar.

Der Befehlssatz von MBCAN baut auf diesem Adressraum und das Märklin®-Schaltkommando auf. Anders als bei Märklin® üblich, werden nur uni-direktionale Befehle generiert. D.h., dass das Response-Bit im CAN-Header nicht genutzt wird.

```
//=====================================================================
//= CAN-Befehlsnummern PC-Kommunikation initialisieren                =
//= Dieser ist der zweite Teil in der Addr der CAN-Nachricht 0x18xx   =
//=====================================================================

// PC_DB_H                 PC - Datenbanknummer HIGH
// PC_DB_M                 PC - Datenbanknummer MID
// PC_DB_L                 PC - Datenbanknummer LOW
// PC_KENNER               PC - Geraetekenner und Identifier
// PC_NEU                  PC - Neuanmeldungsanforderung des PC
// PC_NEU_DATA             PC - Neuanmeldungskanal des PC
// MD_NEU_DATA             MD - Neuanmeldungskanal des Moduls
// PC_RESET                PC - Reset durch PC
// PC_MD_DEL               PC - Modul wurde aus Datenbank geloescht
// PC_ALIVE                PC - Alivemeldung durch PC angefordert
// MD_ALIVE                MD - Acknowledge des Moduls auf PC_ALIVE
// PC_ARRAY                PC - Anfordern, auf das Systemarray des Moduls
//                         zuzugreifen
// MD_ARRAY                MD - Acknowledge des Moduls auf PC_ARRAY
// PC_ARRAY_DATA           PC - Schreiben/Lesen und ggf. Wert und Systemarray-
//                         index uebergeben
// MD_ARRAY_DATA           MD - Ack des Moduls auf PC_ARRAY_DATA und Wert aus
//                         dem Systemarray uebergeben
// PC_UPGRADE              PC - Anfordern, auf das Systemarray des Moduls
//                         zuzugreifen
// MD_UPGRADE              MD - Acknowledge des Moduls auf PC_UPGRADE
// PC_UPGRADE_DATA         PC - Schreiben/Lesen und ggf. Wert und Systemarray-
//                         index uebergeben
// MD_UPGRADE_DATA         MD - Ack des Moduls auf PC_UPGRADE_DATA und Wert
//                         aus dem Systemarray uebergeben
// PC_BOOT                 PC - Modul mit neuer Firmware starten
// MD_S88                  MD - S88-Stellungsmeldung

#define PC_DB_H             0x00
#define PC_DB_M             0x01
#define PC_DB_L             0x02
#define PC_KENNER           0x03
#define PC_NEU              0x04
#define PC_NEU_DATA         0x05
```

```
#define MD_NEU_DATA         0x06
#define PC_RESET            0x07
#define PC_MD_DEL           0x08
#define PC_ALIVE            0x09
#define MD_ALIVE            0x0A
#define PC_ARRAY            0x0B
#define MD_ARRAY            0x0C
#define PC_ARRAY_DATA       0x0D
#define MD_ARRAY_DATA       0x0E
#define PC_UPGRADE          0x0F
#define MD_UPGRADE          0x10
#define PC_UPGRADE_DATA     0x11
#define MD_UPGRADE_DATA     0x12
#define PC_BOOT             0x13
#define MD_S88              0x14
```

Listing 15-1: Befehlssatz der MBCAN-Module

Die Nachrichten auf dem MBCAN-Bus zur Kommunikation der Module untereinander und zum Parametriercenter entsprechen wie beschrieben der Märklin®-Konvention mit einer Datenlänge von 8 Byte (vgl. UDP-Datenformat bei Kopplung mit der CS2®):

Beispiel: **00 16 5F 38 08 00 00 18 09 6D 38 34 01**

Übersetzung:

PRIO: 0x00	*= Normale Priorität der Nachricht*
KOMMANDO: 0x16	*= Schaltkommando*
HASH: 0x5F38	*= HASH des Senders aus der GUiD gemäß Märklin®*
DLC: 0x08	*= Länge der Nachricht*
Loc-ID: 0x00001809	*= ALIVE-Anfrage (0x1800 als Basis und 0x0009 als Befehl MD_ALIVE*
GUiD: 0x6D383401	*= Anfrage an mbc-84 #1*

Weitere Informationen zu den CAN-Nachrichten gemäß Märklin®-Konvention siehe Quellenangabe unten.

Nachfolgend sind die Befehle und ihre Funktionen aufgeführt.

15.1 PC_DH_H - Übertragung des Datenbanknamens mit 12 Bytes (1-4)

Befehl	PC_DB_H
Sender	PC
Loc-ID	0x00001800
Funktion	Übertragung des Datenbanknamens mit 12 Bytes (1-4)
Beschreibung	Bytes 1 bis 6 stellen das Datum, Bytes 7 bis 12 die Uhrzeit dar. Beispielstring: "070917235340" = am 07.09.2017 um 23:53:40 wurde die Datenbank erstellt. Die einzelnen Bytes werden in ASCII-Werte übersetzt und dann übertragen. Dieser String findet sich auch im Dateinamen der exportierten Datenbank aus dem Parametriercenter.
Genutzte Datenbytes	D0 – D3: Loc-ID 0x00001800
	D4 – D7: Bytes 1-4 des Datum-/Uhrzeit-Strings
Nachricht	00 16 5F 38 08 00 00 18 00 30 37 30 39
Antwort	-/-

15.2 PC_DH_M - Übertragung des Datenbanknamens mit 12 Bytes (5-8)

Befehl	PC_DB_M
Sender	PC
Loc-ID	0x00001801
Funktion	Übertragung des Datenbanknamens mit 12 Bytes (5-8)
Beschreibung	Bytes 1 bis 6 stellen das Datum, Bytes 7 bis 12 die Uhrzeit dar. Beispielstring: "070917235340" = am 07.09.2017 um 23:53:40 wurde die Datenbank erstellt. Die einzelnen Bytes werden in ASCII-Werte übersetzt und dann übertragen. Dieser String findet sich auch im Dateinamen der exportierten Datenbank aus dem Parametriercenter.
Genutzte Datenbytes	D0 – D3: Loc-ID 0x00001801
	D4 – D7: Bytes 5-8 des Datum-/Uhrzeit-String
Nachricht	00 16 5F 38 08 00 00 18 00 31 37 32 33
Antwort	-/-

15.3 PC_DH_L - Übertragung des Datenbanknamens mit 12 Bytes (9-12)

Befehl	PC_DB_L
Sender	PC
Loc-ID	0x00001802
Funktion	Übertragung des Datenbanknamens mit 12 Bytes (9-12)
Beschreibung	Bytes 1 bis 6 stellen das Datum, Bytes 7 bis 12 die Uhrzeit dar. Beispielstring: "070917235340" = am 07.09.2017 um 23:53:40 wurde die Datenbank erstellt. Die einzelnen Bytes werden in ASCII-Werte übersetzt und dann übertragen. Dieser String findet sich auch im Dateinamen der exportierten Datenbank aus dem Parametriercenter.
Genutzte Datenbytes	D0 – D3: Loc-ID 0x00001802
	D4 – D7: Bytes 5-8 des Datum-/Uhrzeit-Strings
Nachricht	00 16 5F 38 08 00 00 18 00 35 33 34 30
Antwort	-/-

15.4 PC_KENNER - Kenner und Identifier für die Module

Befehl	PC_KENNER
Sender	PC
Loc-ID	0x00001803
Funktion	Kenner und Identifier für die Module
Beschreibung	Die Kennung der MBCAN-Module folgt strikt dem Format der Geräte-UiD von Märklin. In der GUiD stellt die erste Stelle die Kennung dar. Zurzeit verwendet MBCAN die Kennung "m" (0x6D). Im Parametriercenter kann die Kennung angepasst werden, falls Märklin den Kenner "m" für seine eigene Module reklamiert. Darüber hinaus bekommt jedes Modul noch einen Identifier, mit dem es sich an der GUiD der CS2/3 als „Sonstige Geräte“ anmelden kann. Zurzeit ist dies „AAAA“ (0xAAAA). Im Parametriercenter kann die Kennung angepasst werden, falls Märklin den Identifier "m" für seine eigene Module reklamiert. Ausgenommen sind die Module mbc-80 (Identifier 0x0040) und mbc-82 (Identifier 0x0000) die von Märklin fest vorgegeben sind. Diese Identifier sind in der Firmware der Module bereits fest integriert.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001803
	D4: 0x00
	D5 - D6: Identifier
	D7: Kennung
Nachricht	00 16 5F 38 08 00 00 18 03 00 AA AA 6D
Antwort	-/-

15.5 PC_NEU - Neuanmeldeaufforderung

Befehl	PC_NEU
Sender	PC
Loc-ID	0x00001804
Funktion	Neuanmeldeaufforderung
Beschreibung	Zyklische Aufforderung an neu am MBCAN-Bus angeschlossene und noch nicht angemeldete Module, sich am Parametriercenter anzumelden. Dies gilt auch für Module, die über das Parametriercenter zurückgesetzt wurden.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001804
	D4 - D7: 0x00
Nachricht	00 16 5F 38 08 00 00 18 04 00 00 00 00
Antwort	MD_NEU_DATA

15.6 PC_NEU_DATA - Rückmeldung PC an Modul während des Neuanmeldeprozesses

Befehl	PC_NEU_DATA
Sender	PC
Loc-ID	0x00001805
Funktion	Rückmeldung des PC an das Modul während des Neuanmeldeprozesses
Beschreibung	Der PC sendet das empfangene Seriennummer-Byte auf den MBCAN-Bus zurück als Quittierung. Das entsprechende Modul reagiert dann mit dem nächsten Byte der Seriennummer, alle anderen Module schalten in den Listen-Modus und reagieren erst nach einer weiteren PC_NEU-Nachricht, falls sie noch nicht erfolgreich angemeldet waren.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001805
	D4 - D6: 0x00
	D7: n-tes Byte xx der Seriennummer
Nachricht	00 16 5F 38 08 00 00 18 05 00 00 00 xx
Antwort	MD_NEU_DATA

15.7 MD_NEU_DATA - Meldung des Moduls während des Neuanmeldeprozesses

Befehl	MD_NEU_DATA
Sender	Modul
Loc-ID	0x00001806
Funktion	Meldung des Moduls während des Neuanmeldeprozesses
Beschreibung	Wenn das Modul noch nicht am Parametriercenter angemeldet war, reagiert es mit dieser Nachricht an den PC. Es sendet sein erstes Byte seiner Seriennummer an den PC. Reagiert der PC mit der Nachricht PC_NEU_DATA mit exakt dem gleichen Byte, sendet es weitere Bytes seiner Seriennummer, bis entweder alle Bytes übertragen wurden (erfolgreiche Anmeldung) oder der PC gerade ein anderes Modul initiiert. Stimmt das Byte nicht überein, geht es in den Listen-Modus und wartet auf eine weitere PC_NEU-Nachricht.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001806
	D4 - D6: 0x00
	D7: n-tes Byte xx der Seriennummer
Nachricht	00 16 2B 17 08 00 00 18 06 00 00 00 xx
Antwort	PC_NEU_DATA

15.8 PC_RESET - Durchführen eines Hardware-Resets auf dem Modul

Befehl	PC_RESET
Sender	PC
Loc-ID	0x00001807
Funktion	Durchführen eines Hardware-Resets auf dem Modul
Beschreibung	Über das Parametriercenter können Module gezielt einem RESET unterzogen werden. Die Identifizierung der Module geschieht über ihre GUiD.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001807
	D4 - D7: GUiD des Moduls
Nachricht	GUiD mbc-84 #1 = 6D 38 34 01
	00 16 5F 38 08 00 00 18 07 6D 38 34 01
Antwort	-/-

15.9 PC_MD_SEL - Modul aus Datenbank entfernen

Befehl	PC_MD_DEL
Sender	PC
Loc-ID	0x00001808
Funktion	Modul aus Datenbank entfernen
Beschreibung	Das Modul wurde aus der Datenbank entfernt und kann sich an dieser Datenbank auch nicht mehr neu anmelden. Wird in der Regel nur bei Modulen verwendet, die sich in der Datenbank befinden aber nicht mehr am Bus angeschlossen werden sollen. Wird nur einmal gesendet, wenn das Modul im Parametriercenter gelöscht wird. Ist das Modul nicht am Bus und wird nach einem Neustart der Software wieder am Bus angeschlossen, meldet es sich nicht mehr neu an, es sei denn, die Datenbank wird neu erstellt.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001808
	D4 - D7: GUiD des Moduls
Nachricht	GUiD mbc-84 #1 = 6D 38 34 01
	00 16 5F 38 08 00 00 18 08 6D 38 34 01
Antwort	-/-

15.10 PC_ALIVE - ALIVE-Abfrage

Befehl	PC_ALIVE
Sender	PC
Loc-ID	0x00001809
Funktion	ALIVE-Abfrage
Beschreibung	Zyklische Abfrage über die GUiD, ob das betreffende Modul sich noch am MBCAN-Bus befindet. Es antwortet mit der Nachricht MD_ALIVE.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001809
	D4 - D7: GUiD des Moduls
Nachricht	GUiD mbc-84 #1 = 6D 38 34 01
	00 16 5F 38 08 00 00 18 09 6D 38 34 01
Antwort	MD_ALIVE

15.11 MD_ALIVE - ALIVE-Abfrage

Befehl	MD_ALIVE
Sender	Modul
Loc-ID	0x0000180A
Funktion	ALIVE-Abfrage
Beschreibung	Zyklische Abfrage über die GUiD, ob das betreffende Modul sich noch am MBCAN-Bus befindet. Es antwortet mit der Nachricht MD_ALIVE.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x0000180A
	D4 - D7: GUiD des Moduls
Nachricht	GUiD mbc-84 #1 = 6D 38 34 01
	00 16 2B 17 08 00 00 18 0A 6D 38 34 01
Antwort	-/-

15.12 PC_ARRAY - Zugriff Systemarray anfragen

Befehl	PC_ARRAY
Sender	PC
Loc-ID	0x0000180B
Funktion	Zugriff Systemarray anfragen
Beschreibung	Der PC fragt über die GUiD an, ob er auf das Systemarray des Moduls zugreifen darf.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x0000180B
	D4 - D7: GUiD des Moduls
Nachricht	GUiD mbc-84 #1 = 6D 38 34 01
	00 16 5F 38 08 00 00 18 0B 6D 38 34 01
Antwort	MD_ARRAY

15.13 MD_ARRAY - Zugriff Systemarray freigegeben

Befehl	MD_ARRAY
Sender	Modul
Loc-ID	0x0000180C
Funktion	Zugriff Systemarray freigegeben
Beschreibung	Antwort des durch die GUiD im Befehl PC_ARRAY adressierten Moduls mit Freigabe des Zugriffs. Das Modul geht dann in die Wartestellung, alle anderen Module werten die folgenden Anfragen des PC nicht mehr aus. Ausgenommen sind Anfragen des PC außerhalb des Befehls PC_ARRAY_DATA.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x0000180C
	D4 - D7: GUiD des Moduls
Nachricht	GUiD mbc-84 #1 = 6D 38 34 01
	00 16 2B 17 08 00 00 18 0C 6D 38 34 01
Antwort	-/-

15.14 PC_ARRAY_DATA - Zugriff Systemarray freigegeben

Befehl	PC_ARRAY_DATA
Sender	PC
Loc-ID	0x0000180D
Funktion	Zugriff Systemarray freigegeben
Beschreibung	Der PC stellt die Zugriffsanfrage. Dies kann entweder ein Lese- oder ein Schreibzugriff sein. Außerdem ist der Systemarray-Index enthalten, der gelesen oder beschrieben werden soll. Beispiel: D4 = 0 -> Lesen, 1 -> Schreiben D5 + D6 = Systemarray-Index D7 = zu schreibender Wert, bei lesendem Zugriff irrelevant Über den Index des Systemarrays wird außerdem das Ende einer Datenübertragung angezeigt. Liegt der Index über der Maximallänge des Systemarrays und entspricht es einem bestimmten Wert, wird die Wartestellung des Modus für weitere Datenübertragungen aufgehoben und alle anderen Module können wieder auf einen PC_ARRAY-Zugriff angesprochen werden.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x0000180D
	D4: 0 -> Lesen, 1 -> Schreiben
	D5 - D6: Systemarray-Index
	D7: zu schreibender Wert, beim Lesen n.c.
Nachricht	Wert 0x0A an die Stelle 0x0001 im Systemarray schreiben
	00 16 5F 38 08 00 00 18 0D 01 00 01 0A
Antwort	MD_ARRAY_DATA

15.15 MD_ARRAY_DATA - Antwort des Moduls auf Systemarray-Zugriff

Befehl	MD_ARRAY_DATA
Sender	Modul
Loc-ID	0x0000180E
Funktion	Antwort des Moduls auf Systemarray-Zugriff
Beschreibung	Bei einem lesenden Zugriff übergibt das Modul auf D7 den Inhalt des Systemarrays, bei einem schreibenden Zugriff ist D7 irrelevant. Die anderen Datenbytes der Nachricht (D4 ... D6) sind identisch mit der Nachricht des PC.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x0000180E
	D4: 0 -> Lesen, 1 -> Schreiben
	D5 - D6: Systemarray-Index
	D7: gelesener Inhalt des Systemarrays, beim Schreiben n.c.
Nachricht	Gelesener Wert 0x07 aus der Stelle 0x0108 im Systemarray
	00 16 2B 17 08 00 00 18 0E 00 01 08 07
Antwort	-/-

15.16 PC_UPGRADE - Firmware-Upgrade

Befehl	PC_UPGRADE
Sender	PC
Loc-ID	0x0000180F
Funktion	Firmware-Upgrade
Beschreibung	Der PC fragt über die GUiD an, ob er die Firmware des Moduls upgraden darf. Ist nur aktiv bei Modulen der 3. Generation und nicht gültig für die Module des Typs mbc-91.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x0000180F
	D4 - D7: GUiD des Moduls
Nachricht	GUiD mbc-84 #1 = 6D 38 34 01
	00 16 5F 38 08 00 00 18 0F 6D 38 34 01
Antwort	MD_UPGRADE

15.17 MD_UPGRADE - Firmware-Upgrade freigeben

Befehl	MD_UPGRADE
Sender	Modul
Loc-ID	0x00001810
Funktion	Firmware-Upgrade freigeben
Beschreibung	Antwort des durch die GUiD im Befehl PC_UPGRADE adressierten Moduls mit Freigabe des Zugriffs. Das Modul geht dann in die Wartestellung, alle anderen Module werten die folgenden Anfragen des PC nicht mehr aus. Ausgenommen sind Anfragen des PC außerhalb des Befehls PC_UPGRADE_DATA.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001810
	D4 - D7: GUiD des Moduls
Nachricht	GUiD mbc-84 #1 = 6D 38 34 01
	00 16 2B 17 08 00 00 18 10 6D 38 34 01
Antwort	-/-

15.18 PC_UPGRADE_DATA - Schreibe Firmware

Befehl	PC_UPGRADE_DATA
Sender	PC
Loc-ID	0x00001811
Funktion	Schreibe Firmware
Beschreibung	Der PC übermittelt die Upgrade-Daten. Das Modul speichert diese in das externe EEPROM zur Vorbereitung der Neuprogrammierung. Die Daten werden PAGE-weise (je 64 Byte) vom Parametriercenter übertragen, so dass der BOOTLOADER hinterher die Daten aus dem externen EEPROM auch korrekt auslesen kann.
Genutzte Datenbytes	HASH: Laufende Nummer in der jeweiligen PAGE
	D0 - D3: Loc-ID 0x00001811
	D4 - D7: 4 zu schreibende Bytes
Nachricht	Schreibe im laufenden Index 2 die Werte 0x01, 0x00, 0x01 und 0x0A fortlaufend in das externe EEPROM
	00 16 03 02 08 00 00 18 11 01 00 01 0A
Antwort	MD_UPGRADE_DATA

15.19 MD_UPGRADE_DATA - Antwort des Moduls auf Schreibe Firmware

Befehl	MD_UPGRADE_DATA
Sender	Modul
Loc-ID	0x00001812
Funktion	Antwort des Moduls auf Schreibe Firmware
Beschreibung	Das Modul antwortet mit der exakten Datenstruktur der gesendeten Nachricht und signalisiert damit, dass es die Upgrade-Daten im externen EEPROM gespeichert hat.
Genutzte Datenbytes	HASH: Laufende Nummer in der jeweiligen PAGE
	D0 - D3: Loc-ID 0x00001812
	D4 - D7: 4 zu schreibende Bytes
Nachricht	Schreibe im laufenden Index 2 die Werte 0x01, 0x00, 0x01 und 0x0A fortlaufend in das externe EEPROM
	00 16 03 02 08 00 00 18 12 01 00 01 0A
Antwort	-/-

15.20 PC_BOOT - Modul neu Booten

Befehl	PC_BOOT
Sender	PC
Loc-ID	0x00001813
Funktion	Modul neu Booten
Beschreibung	Nach erfolgreicher Übertragung der neuen Firmware signalisiert der PC einen Hardwarereset des Moduls. Dies geschieht nicht über den Befehl PC_RESET, da vorher noch Identifier in das externe EEPROM gespeichert werden müssen die anzeigen, dass eine neue Firmware vorliegt.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001813
	D4 - D7: GUiD des Moduls
Nachricht	GUiD mbc-84 #1 = 6D 38 34 01
	00 16 5F 38 08 00 00 18 13 6D 38 34 01
Antwort	-/-

15.21 MD_S88 - Stellungsmeldung mbc-88 / mbc-90

Befehl	MD_S88
Sender	Modul
Loc-ID	0x00001814
Funktion	Stellungsmeldung mbc-88 / mbc-90
Beschreibung	Sendet bei Statusänderung eines PINs die Stellung auf den MBCAN-Bus, so dass sowohl des Parametriercenter als auch andere Module diese ggf. weiterverarbeiten können. Ist ein Relikt aus den ersten beiden Generationen der MBCAN-Modulreihe und sollte bei Eigenentwicklungen durch Auswertung der 0x22/23-CAN-Kommandos von Märklin® ersetzt werden.
Genutzte Datenbytes	D0 - D3: Loc-ID 0x00001814
	D4 - D5: Modulnummer (BUS 1 1…31, BUS 2 32…62, BUS 3 63…93)
	D6: Kontaktnummer (1…16)
	D7: Stellung
Nachricht	Modul 16, Kontakt 2 hat Stellung 1
	00 16 2B 17 08 00 00 18 14 00 10 02 01
Antwort	-/-

16 Post-Code

Jedes Modul besitzt eine Dreifarb-LED zur Anzeige des Betriebsstatus. Dies ist notwendig, da die Module ansonsten ohne Bus-Verbindungen keine Möglichkeiten haben zu sagen "wie es ihnen gerade geht". Ähnlich dem Post-Code bei den PC, wo über Töne beim Booten die einzelnen Schritte bestätigt oder Fehler akustisch ausgegeben wurden, habe ich mir einen Licht-Code für die Dreifarb-LED einfallen lassen.

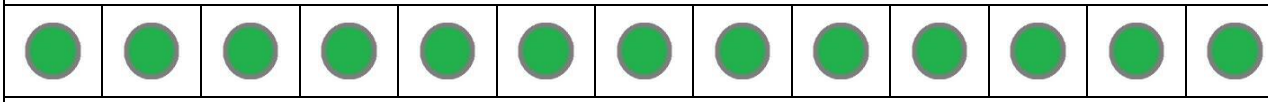
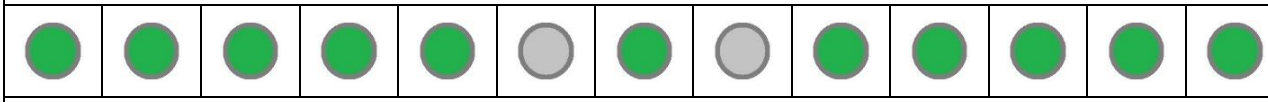
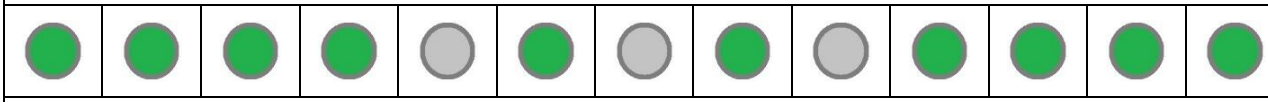
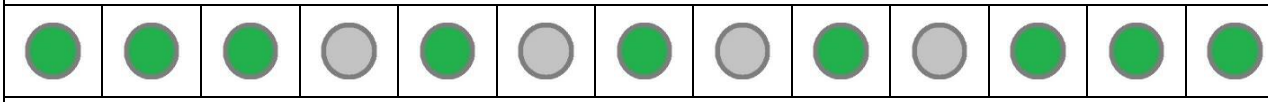
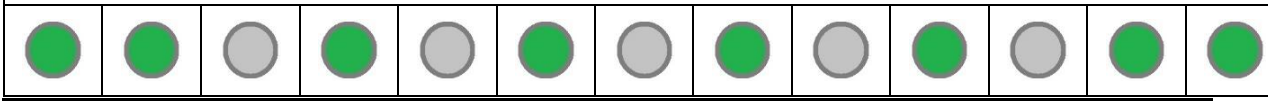
Die LED-Anzeige wird mit 500 ms getaktet und ist je Botschaft 7 s lang; d.h., dass im Grundsatz 6 Blinkschematas zu je einer der drei Farben ROT, ORANGE und GRÜN möglich sind, Mischungen mal ausgenommen. Die Farbe der LED sind drei Klassen von Botschaften resp. Stati zugeordnet:

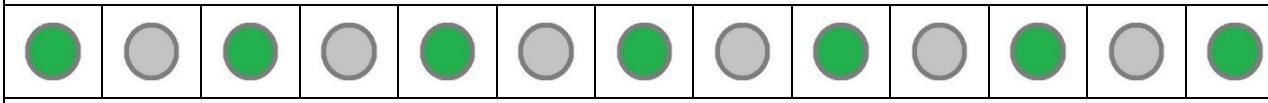
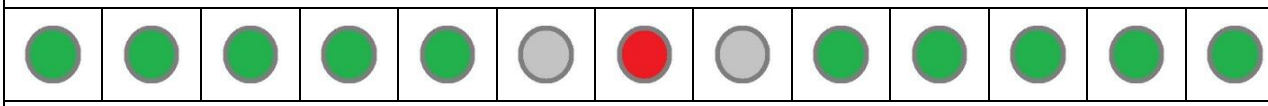
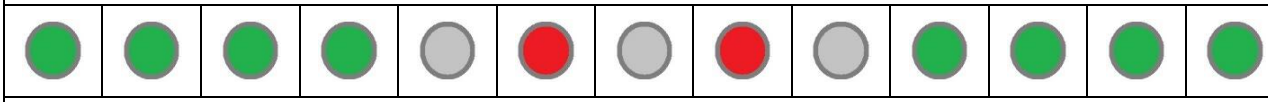
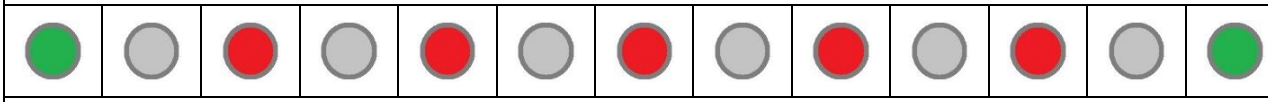
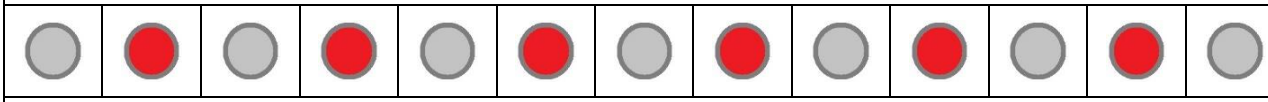
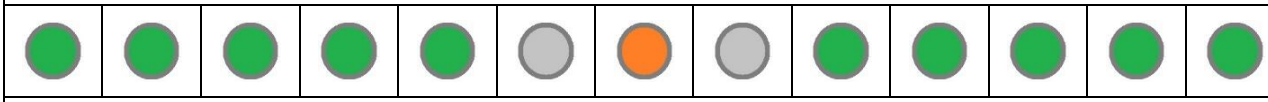
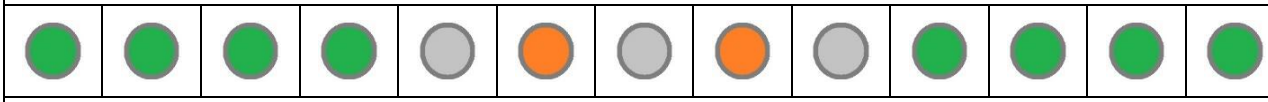
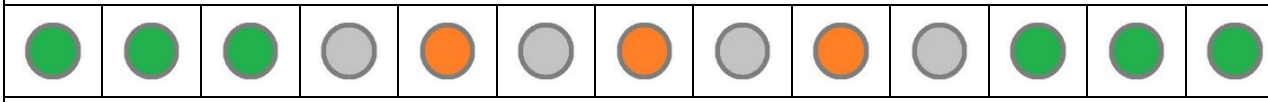
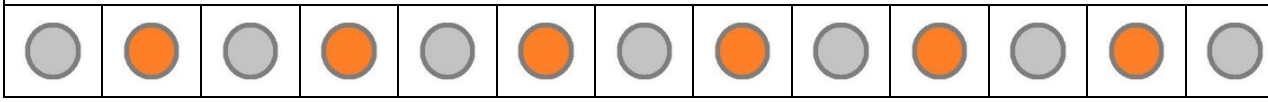
ROT: Fehler im Modul *ORANGE: Konfiguration des Moduls* *GRÜN: Bestätigung von Prozessen*

Unregelmäßiges Aufflackern der orangenen LED-Farbe bei ansonsten grüner LED zeigt Datentraffic auf dem CAN-Bus an bzw. während des Upgrades aus dem externen EEPROM entsprechende Schreib-/Lesezugriffe. Damit ist erkennbar, ob der auf dem Modul implementierte CAN-Baustein Nachrichten verarbeitet.

Stand heute sind folgende Post-Codes implementiert:

Tabelle 16-1: LED-Signalbedeutung

Normalbetrieb (kein Blinken)

Neuanmeldung PC erfolgreich (1x grün blinken)

Neuanmeldung CS2/3 erfolgreich (2x grün blinken)

Modulupdate erfolgreich (3x grün blinken)

BT-Schreiben erfolgreich (4x grün blinken)


FW-Upgrade erfolgreich (5x grün blinken)

MCP-CAN-Baustein defekt oder nicht vorhanden (1x rot blinken)

Versorgungsspannung zu niedrig (2x rot blinken)

Firmware-Upgrade abgebrochen, da Fehler beim Parsen des neuen Programms. Das im Controller gespeicherte Programm wird wieder ausgeführt. (4x rot blinken)

Firmware-Upgrade hat einen allgemeinen Systemfehler erzeugt. Das Modul muss über die ISP-Schnittstelle komplett neu aufgesetzt werden. (5x rot blinken)

Interne Firmware wird gestartet (nur bei Modulen mit Upgrade-Funktion) (1x orange blinken)

Firmware-Upgrade - Probedurchlauf wird durchgeführt (2x orange blinken)

Firmware-Upgrade - Programmierung des internen EEPROM wird durchgeführt (3x orange blinken)

Modul konfiguriert die interne Hardware (10x orange blinken)


17 Quellenverzeichnis

Bei der Erstellung der Hard- und Software sowie der Dokumente und Texte zum MBCAN-Projekt sind u.a. folgende Fundstellen verwendet worden:

[01] Märklin: „Kommunikationsprotokoll CAN transportierbar über Ethernet“, 2012
[02] Märklin: „Einstieg in Märklin Digital“, 1994
[03] Atmel: „ATMega644P - 8-bit AVR“, 2008
[04] Microchip: „MCP2515 - Stand-Alone CAN Controller With SPI™ Interface “, 2003
[05] Schmitt: „Mikrocomputertechnik mit Controllern der Atmel AVR-RISC-Familie“, 2008
[06] Luis: „C/C++ - Das komplette Programmierwissen für Studium und Job“, 2004
[07] CAN: „http://www.kreatives-chaos.com/artikel/can“
[08] MM-Protokoll: „http://home.snafu.de/mgrafe/Programme/Signalerzeugung - Froitzheim.pdf
[09] Eagle: „http:www.cadsoft.de“
[10] Microsoft: „https://www.visualstudio.com/products/visual-studio-dev-essentials-vs“
[11] Atmel: „http://www.atmel.com/microsite/atmel-studio/“
[12] Forum: „http://www.mikrocontroller.net“
[13] Wolff: „HTML5 und CSS3 - Das umfassende Handbuch“, 2016
[14] SelfHTML: "https://wiki.selfhtml.org/wiki/CSS/Tutorials/Bildergalerie", 2018

18 Allgemeine Hinweise zum MBCAN-Projekt

Dies ist eine Dokumentation zu meiner privaten, nicht-kommerziellen Internetseite zum MBCAN-Projekt und dient ausschließlich der Darstellung meines Hobbys. Dazu gehören auch die dort zum Download angebotenen Dokumente und Softwarepakete.
Die Ausführungen beziehen sich auf die Internetpräsenz "wiesnertec.de" und die gespiegelte Internetpräsenz "mbcan.de".

Herausgeber:

Dr.-Ing. Thomas Wiesner
August-Bebel-Str. 7
59174 Kamen
eMail: info@wiesnertec.de

Haftungshinweis:

Die Inhalte der Internetpräsenz "wiesnertec.de" und der gespiegelten Internetpräsenz "mbcan.de", die Dokumentation, deren Inhalt sowie die Ideen dürfen nur für den privaten Gebrauch genutzt werden. Der Nachbau der gezeigten Schaltungen oder Anwendung der Software geschieht auf eigene Gefahr. Ich übernehme keine Haftung für eventuell durch die Anwendung entstandenen Sach-, Vermögens- oder Personenschäden.

Copyrights:

Die auf den Internetseiten und in den Dokumenten ggf. verwendeten jeweiligen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Unternehmen. Alle ggf. damit verbundenen Rechte werden durch mich uneingeschränkt anerkannt.

Kamen, 22.02.2024 gez. Dr.-Ing. Thomas Wiesner