Software für Arduino: Ein universeller DCC-Zubehördecoder

Dies ist eine Software für einen DiY-DCC-Zubehördecoder auf Arduinobasis.
Für den Aufbau sind nur Grundkenntnisse in der Arduino-Programmierung notwendig. Der eigentliche Sketch muss normalerweise nicht angepasst werden. Das Verhalten kann über Konstantendefinitionen in einer Parameterdatei eingestellt werden.

Bei entsprechender externer Beschaltung und mit einer geeigneten Zentrale können die CV-Werte sowohl geschrieben, als auch gelesen werden.

Die Hardware muss selbst erstellt werden, ein Bausatz existiert nicht. Beispiel-Schaltpläne sind im Anhang vorhanden.

Die folgende Zubehörtypen können (auch gemischt) eingerichtet werden. Pro Typ können bis zu 3 Portausgänge konfiguriert werden.

- Servos (opt. mit Relais zur Polarisierung von Weichen)
- Doppelspulenantriebe
- statische Ausgänge
- blinkende Ausgänge (optional Wechselblinker)
- Lichtsignale

Bis zu 12 (aufeinanderfolgende) Zubehöradressen sind ansteuerbar
die 1. Adresse ist per Programmierung einstellbar. Die im Einzelfall nutzbare Zahl der Adressen ist von den verfügbaren Ausgängen abhängig.

Das Verhalten der konfigurierten Zubehörtypen wird über CV-Programmierung festgelegt:

- bei Servoausgängen die Endlagen und die Geschwindigkeit
- bei Doppelspulenantrieben die Einschaltzeit der Spulen.
- bei blinkenden Ausgängen das Blinkverhalten
- Bie Lichtsignalen die Zuordnung der Ausgangszustände zu den Signalzuständen.

Die parametrierbaren Eigenschaften des Decoders lassen sich über eine ‚Steuerdatei‘ (DCC_Zubehordecoder.h) einstellen, ohne den eigentlichen Sourcecode der .ino-Datei ändern zu müssen.

Parametrierbar sind:

- Portbelegung für Startverhalten
- Zahl und Typ der ansteuerbaren Zubehöradressen
- die Ports für die Zubehöranschlüsse
- initiale Grundeinstellungen für die jeweiligen Zubehörtypen (diese können per CV-Programmierung überschrieben werden.

Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme kann der Decoder in verschiedene Betriebsmodi gebracht werden. Dies wird über Spannungspegel an 2 analogen Eingängen (Standard:A5/A4) beim Hochlauf bestimmt.
Die im folgenden mit A5 bzw. A4 bezeichneten Eingänge lassen sich per Einstellung in der .h-Datei auch auf andere Analogeingänge verlegen.

```
const byte betrModeP    =   A5;
const byte resModeP     =   A4;
```

A5:

- 5V (nur Pullup) normaler Betriebsmodus, kein PoM
- 3,3V (Spannungsteiler 1:2) PoM immer aktiv, Adresse immer aus defaults
- 1,6V (Spannungsteiler 2:1) IniMode: CV's werden immer auf init-Werte aus .h-Datei gesetzt
- 0V Programmiermodus / PoM (1. Empfamgenes Telegramm bestimmt Adresse)

A4:

- Ist A4 beim Programmstart auf 0, werden alle CV's einschl. interner Statuswerte auf die Defaults zurückgesetzt
- Im Betrieb können mit diesem Eingang zur Justierung die Servos in die Mittelstellung gebracht werden (nur wenn die Justierung per Encoder aktiv ist, s. Kapitel ‚Servo')

Definition der Zubehörfunktionen

Welche Zubehörfunktionen den jeweiligen Adressen zugeordnet werden, wird in Konstantendefinitionen festgelegt:

```
const byte iniTyp[]   = { FCOIL, FSIGNAL2, FSIGNAL0, FSERVO, FSERVO, FSTATIC, FSTATIC };
const byte out1Pins[] = {    A2,        9,       12,     A0,     A1,       7,       8 };
const byte out2Pins[] = {    A3,       10,        5,     NC,     NC,       6,      NC };
const byte out3Pins[] = {    NC,       11,       NC,     NC,     NC,      NC,      NC };
```

Die erste Zeile bestimmt die Funktion der jeweiligen Zubehöradresse, die darunterliegenden Zeilen die zugeordneten Ausgangspins. Es müssen nicht allen Adressen 3 Ausgänge zugeordnet werden. Nicht verwendete Ausgänge werden mit NC gekennzeichnet.

Das Verhalten der jeweiligen Funktionen wird über 4 CV-Werte pro Zubehöradresse angepasst. Für die erste Adresse sind dies CV50-53. Für alle weiteren Zubehöradressen gilt ein Offset von 5. D.h. z.B. für die 3. Zubehöradresse sind die CV‘s 60-63 zuständig.
Die Initialwerte werden ebenfalls in der Konfigurationsdatei festgelegt. Diese Werte können per CV-Programmierung überschrieben werden.

```
const byte iniFmode[] = {CAUTOOFF,       0, 0b10000, SAUTOOFF,    0, BLKMODE,        0 };
const byte iniPar1[]  = {      50, 0b00010, 0b10100,        0,    0,      50,        0 };
const byte iniPar2[]  = {      50, 0b10001, 0b11001,      180,  180,      50,        0 };
const byte iniPar3[]  = {       0,      50,       8,        8,    0,     100,        0 };
```

Funktionsbeschreibungen

Servos (initTyp = FSERVO)

Der Servo wird je nach Zustand der DCC-Adresse zwischen 2 konfigurierbaren Endpunkten gefahren. Die Geschwindigkeit ist ebenfalls konfigurierbar. Der Servoimpuls wird am 1. zugeordneten Output-Pin ausgegeben. Es kann jeder Digitalpin verwendet werden.
Ist ein 2. Ouput-Pin defniert, so wird dieser in der Mitte des Verfahrweges des Servos umgeschaltet. Dies kann zur Weichenpolarisierung verwendet werden.
Ist auch der 3. Output-Pin definiert, so werden die Relais im Gegentakt angesteuert. Während der Servobewegung sind beide Relais abgefallen.

CV-Werte:

50+Offs	Fmode	Bit0 = 1: AutoOff der Servoimpulse bei Stillstand des Servo (SAUTOOFF)
51+Offs	Par1	Position des Servo für Weichenstellung '0' (in Grad, 0...180)
52+Offs	Par2	Position des Servo für Weichenstellung '1' (in Grad, 0...180)
53+Offs	Par3	Geschwindigkeit des Servo

Justierung der Servo-Ausgänge:

Die Justierung der Endlagen kann direkt durch Programmieren der CV-Werte erreicht werden. Wird der CV-Wert der aktuellen Servostellung verändert, so wird das Servo auch direkt entsprechend nachgeführt. Dies erleichtert die Einstellung.

Alternativ kann zur Justierung ein Drehencoder angeschlossen werden. Dies vereinfacht die Einstellung noch weiter. Dazu müssen die Kommentarzeichen vor dem ‚#define ENCODER_AKTIV‘ entfernt werden. Die Pins des Encoders können dann nicht mehr für andere Zwecke genutzt werden.

```
//#define ENCODER_AKTIV       // Wird diese Zeile auskommentiert, wird der Encoder ...

const byte encode1P     =   A3;     // Eingang Drehencoder zur Justierung.
const byte encode2P     =   A2;
```

Der Drehencoder wirkt immer auf den Servo und die Servolage, die als letztes über einen DCC-Befehl eingestellt wurde. Sobald der Servo über einen DCC-Befehl wieder verstellt wird, wird die aktuell per Encoder eingestellte Position in den CV‘s gespeichert.
Wird A4 (Eingang ist konfigurierbar, s.o., Kapitel Inbetriebnahme) während der Einstellung auf 0 gezogen, wird der aktuell vom Drehencoder beeinflusste Servo in die Mittellage gebracht. Sobald der Encoder wieder bewegt wird, bewegt sich das Servo wieder zur vorhergehenden Position.

Doppelspulenantriebe (initTyp = FCOIL)

Diese Funktion dient zur Ansteuerung von Weichen mit Doppelspulenantrieben. Es müssen 2 Ausgangspins zugeordnet werden. Die Länge des Schaltimpulses und die minimale Pause zwischen 2 Impulsen kann konfiguriert werden.

CV-Werte:

50+offs	Fmode	Bit0 = 1: Spulenausgang automatisch abschalten = 0: Spulenausgang über DCC-Befehl abschalten
51+offs	Par1	Einschaltdauer der Spule (in 10ms Einheiten)
52+offs	Par2	minimale Ausschaltdauer der Spule (in 10ms Einheiten)
53+offs	Par3	reserviert

Statische / Blinkende Ausgänge (initTyp = FSTATIC)

Mit dieser Funktion kann ein Ausgang statisch ein/ ausgeschaltet werden (z.B. für Beleuchtung). Ausserdem ist es möglich den Ausgang blinken zu lassen.
Werden 2 Ausgangspins zugeordnet, so schalten diese im Gegentakt um.
Im Blinkmodus blinken sie im Gegentakt (Wechselblinker) bei eingeschalteter Zubehörfunktion. Wird per DCC-Befehl ausgeschaltet, so sind beide Ausgänge inaktiv.

CV-Werte:

50+offs	Fmode	Bit0 = 1: Blinken, 0: statisch Bit1 = 1: Beim Blinken starten erst beide Leds dann Wechselblinken Bit2 = 1: mit weichem Auf/Abblenden
51+offs	Par1	Einschaltzeit des Blinkens (10ms Einheiten)
52+offs	Par2	Ausschaltzeit des Blinkens (10ms Einheiten)
53+offs	Par3	Erste Einschaltzeit beim Start des Blinkens

Lichtsignale (initTyp = FSIGNAL2/FVORSIG)

Zur Ansteuerung von Lichtsignalen können bis zu 3 Zubehöradressen zu einer Signalfunktion zusammengefasst werden. Der ersten (oder einzigen) Adresse wird der Funktionstyp FSIGNAL2 zugeordnet, der bzw. den Folgeadressen der Typ FSIGNAL0.
Aus der Zusammenfassung von bis zu 3 Adressen ergeben sich 2 bis 6 mögliche Signalzustände.
Ausserdem können dem Signal bis zu 8 (bei 3 Adressen) Ausgänge zugeordnet werden.
Über CV-Parameter kann frei konfiguriert werden, welche Ausgangspins bei den jeweiligen Signalzuständen aktiv (= ON) werden sollen. Ausserdem ist für jeden Ausgangspin einzeln einstellbar, ob er weich oder hart umschalten soll.

Die zu schaltenden Ausgangspins werden jeweils in den 8 Bits eines CV-Parameters konfiguriert.
Dabei folgende Zuordnung:
Bit0 out1pin der 1. Zubehöradresse des Signals
Bit1 out2pin der 1. Zubehöradresse des Signals

Bit2 out3pin der 1. Zubehöradresse des Signals
Bit3 out1pin der 2. Zubehöradresse des Signals
. usw
.
Bei den Ausgängen, die für eine ‚weiche' Umschaltung konfiguriert ist, wird zwischen altem und neuem Signalbild eine kurze Pause eingefügt, in der alle Ausgänge ausgeschaltet werden. Diese Überblendzeit ist ebenfalls parametrierbar. Durch das ‚Nachglühen' bedeutet dies bei kurzen Überblendzeiten aber nicht, dass tatsächlich alle angeschlossenen Led's vollkommen dunkel werden.

Beim Programmstart sind alle Lichtsignale im Zustand 0, der Zustand beim Ausschalten wird bei Lichtsignalen nicht gespeichert.

CV-Werte:

50+offs	Fmode	Signalmodus: Bit7=1 : invertiert die Softled-Ausgänge (HIGH=OFF) (MobaTools ab V0.9 Bit 0..2: Bitmuster hard/soft gibt an, welche Ausgänge 'hart' umschalten (Bit=1) und welche Ausgänge weich überblenden (Bit=0) Bit0: out1Pin, … Bit2: out3Pin
51+offs	Par1	Bitmuster der Ausgänge für Befehl 1.Adresse 0 (rot)
52+offs	Par2	Bitmuster der Ausgänge für Befehl 1.Adresse 1 (grün)
53+offs	Par3	Überblendzeit in 10ms Schritten
54+offs		reserviert
55+offs	Fmode	Bit 0..2: Bitmuster hard/soft gibt an, welche Ausgänge 'hart' umschalten (Bit=1) und welche Ausgänge weich überblenden (Bit=0) Bit0: out1Pin, … Bit2: out3Pin
56+offs	Par1	Bitmuster der Ausgänge für Befehl 2.Adresse 0 (rot)
57+offs	Par2	Bitmuster der Ausgänge für Befehl 2.Adresse 1 (grün)
58+offs	Par3	reserviert
59+offs		reserviert
Die folgenden CV's sind nur bei 3 zusammengefassten Adresse (FSIGNAL3) relevant:		
60+offs	Fmode	Bit 0..2: Bitmuster hard/soft gibt an, welche Ausgänge 'hart' umschalten (Bit=1) und welche Ausgänge weich überblenden (Bit=0) Bit0: out1Pin, … Bit2: out3Pin
61+offs	Par1	Bitmuster der Ausgänge für Befehl 3.Adresse 0 (rot)
62+offs	Par2	Bitmuster der Ausgänge für Befehl 3.Adresse 1 (grün)
63+offs	Par3	reserviert
64+offs		reserviert

Vorsignale
Vorsignale verhalten sich im Prinzip wie Lichthauptsignale mit einer Ausnahme: Der erste definiert Ausgangspin hat eine Sonderfunktion. Er wird nicht als Ausgangspin verwendet, sondern mit ihm kann das Vorsignal dunkelgeschaltet werden.
Befindet sich am gleichen Mast ein Hauptsignal, so wird hier die Pinnummer eingetragen, mit dem am Hauptsignal das rot Licht geschaltet wird. Ist dieser Ausgang durch die Ansteuerung des Hauptsignals aktiv (='ON') so wird das Vorsignal dunkelgeschaltet.

Alternative Adressen

Der CV-Block hinter den oben beschrieben CV-Parametern enthält alternative Adressen für die Funktionen. Damit kann erreicht werden, dass ein Vorsignal auch auf die Adresse des zugehörigen Hauptsignals reagiert, dessen Stellung es ankündigt.
Beispiel:
bei 8 konfigurierten Funktionen besteht der Parameterblock aus 8 x 5 = 40 CV-Adressen.
Da der Parameterblock bei CV=50 beginnt, startet der Block für die alternativen Adressen dann bei CV90.
Da pro Adresse 2 CV-Werte benötigt werden (low/high Wert), belegt der Adressblock in diesem Fall die CV's 90-106.

Standardmässig sind diese CV‘s mit 0 belegt (= keine alternative Adresse)

CV-Werte - Übersicht

folgende CV‘s werden vom Zubehördecoder verwendet:

CV-Nr	Bedeutung
1/9	1. Adresse (Decoderadresse oder Weichenadresse)
29	Betriebsarteneinstellung nach DCC (Decodertyp, Adressierungsart: Decoder / Output-Adressierung
47	Kennung für Erstinitiierung, allgemeine Optionen die für den gesamten Decoder gelten Bit7-4 = 0x50 andere Werte führen beim Hochlauf zur Grundinitiierung Bit0=1: Automatische Adresserkennung im Programmiermodus Bit1=1: Roco-Modus (dcc-Adresse 0 = Weichenadresse 1) Bit1=0: Std-Modus (dcc-Adresse 4 = Weichenadresse 1)
48/49	PoM-Adresse
50-54	Parameter für 1. Weichenadresse
55-59	Parameter für 2. Weichenadresse
...	
Bedeutung der CV's bei den verschiedenen Funktionen (CV-Nummern für 1. Weichenadresse)	
Servo:	
50	Bit0 = 1: AutoOff der Servoimpulse bei Stillstand des Servo
51	Position des Servo für Weichenstellung '0' (in Grad, 0...180)
52	Position des Servo für Weichenstellung '1' (in Grad, 0...180)
53	Geschwindigkeit des Servo
54	aktuelle Weichenstellung (nicht manuell verändern!)
Doppelspulenantrieb: (derzeit nur mit automatischer Abschaltung)	
50	Bit0 = 1: Spulenausgang automatisch abschalten = 0: Spulenausgang über DCC-Befehl abschalten
51	Einschaltdauer der Spule (in 10ms Einheiten)
52	minimale Ausschaltdauer der Spule (in 10ms Einheiten)
53	-
54	aktuelle Weichenstellung (nicht manuell verändern!)
statischer/Blinkender Ausgang	
50	Bit0 = 1: Blinken, 0: statisch Bit1 = 1: Beim Blinken starten erst beide Leds dann Wechselblinken Bit2 = 1: mit weichem Auf/Abblenden
51	Einschaltzeit des Blinkens (10ms Einheiten)
52	Ausschaltzeit des Blinkens (10ms Einheiten)
53	Erste Einschaltzeit beim Start des Blinkens

54	aktueller Zustand (nicht manuell verändern!)
Lichtsignale	
50	reserviert
51	Bitmuster der Ausgänge für Zustand 000
52	Bitmuster der Ausgänge für Zustand 001
52	Überblendzeit in 10ms Schritten
55	Bitmuster welche Ausgänge ‚weich' (Bit=0) bzw, ‚hart' (Bit=1) schalten
56	Bitmuster der Ausgänge für Zustand 010
57	Bitmuster der Ausgänge für Zustand 011
58	reserviert
	Die folgenden CV's sind nur bei 3 zusammengefassten Adresse (FSIGNAL3) relevant:
60	Bitmuster der Ausgänge für Zustand 100
61	Bitmuster der Ausgänge für Zustand 101
62	Bitmuster der Ausgänge für Zustand 110
63	Bitmuster der Ausgänge für Zustand 111

Schaltbild:

Beispiel einer Decoderschaltung für 4 Servos (3 mit Polarisierung), 1 Doppelspulenantrieb und 2 statischen Ausgängen.

Zugehörige Konfiguration aus der .h-Datei:

```
const byte iniTyp[]   = {   FSERVO,    FSERVO,    FSERVO,    FSERVO,  FSTATIC,  FSTATIC,     FCOIL };
const byte out1Pins[] = {       A0,        A1,        11,        12,        7,         8,        10 };
const byte out2Pins[] = {        3,         5,        NC,        NC,        6,        NC,         9 };

const byte iniFmode[] = { SAUTOOFF, SAUTOOFF, SAUTOOFF,         0,  BLKMODE,         0, CAUTOOFF };
const byte iniPar1[]  = {        0,         0,         0,         0,       50,         0,        50 };
const byte iniPar2[]  = {      180,       180,       180,       180,       50,         0,        50 };
const byte iniPar3[]  = {        8,         8,         8,         0,      100,         0,         0 };
```