6. MIT FUNKTIONSTASTEN SCHALTEN

Ein Anwendungsfall der **Qdecoder** ist das Schalten mit Zustandsinformationen von Funktionstasten in einem Digitalsystem.

Jeder **Qdecoder** kann als Zubehördecoder oder Funktionsdecoder eingesetzt werden.

Ausnahmen sind lediglich die speziellen Zubehörschaltdecoder für Weichen (Z1-16N).

Die Decoder der Z-Serien arbeiten in der ausgelieferten Konfiguration als Zubehördecoder, die Decoder der F-Serie als Funktionsdecoder. Zwischen den grundsätzlichen Steuerungsvarianten wird mit dem Wert in CV60 umgeschaltet.

Das Schalten von Funktionsausgängen mit Funktionstasten kann in der CV60 ein- und ausgeschaltet werden. Für das Einschalten wird CV60 auf den Wert 1 gesetzt.

6.1. GRUNDLAGEN

Das Prinzip

Der Decoder einer Lokomotive oder eines Wagens erhält eine Adresse, die sogenannte Lokadresse.

In der Zentrale des DCC-Digitalsystems werden für jede Lokadresse Zustandsinformationen von bis zu 29 Funktionstasten gespeichert. Bei „physischen“ Zentralen existieren gewöhnlich auch „physische“ Tasten, die gedrückt werden können.

Funktionstasten werden in einem Digitalsystem nach dem Zustandsprinzip behandelt. Nicht das „Gedrücktwerden“ der Taste ist entscheidend, sondern ob die Taste „eingerastet“ oder „aktiv“ ist. Je nach Digitalsystem kann die Funktionstaste nur während des Drückens aktiv sein oder sie wird beim ersten Drücken aktiviert und beim zweiten wieder deaktiviert.

Die erste Funktionstaste einer Lokadresse wird bereits seit der Anfangszeit der digitalen Modellbahn für die Beleuchtung der Lok verwendet. Sie wird im Allgemeinen als „F0“ oder „Licht“ bezeichnet.

Die ungewöhnliche Nummerierung „F0“ für die Lichttaste wird verwendet, da die Bezeichnungen „F1“ bis „F4“ inzwischen für weitere Funktionen verwendet werden. Die Tasten „F5“ bis „F8“ sind häufger anzutreffen, „F9“ bis „F12“, bereits seltener und „F13“ bis „F28“ sehr selten. Sie sind hauptsächlich bei PC-gestützte Zentralen zu finden.

Märklin/Motorola Zentralen unterstützen nur 5 Funktionstasten: neben der „Licht“-Taste die Funktionen „F1“ bis „F4“.

Übertragung der Zustandsinformationen an den Decoder

Für aktive Funktionstasten wird die Zustandsinformation zyklisch auf dem Digitalsystem an alle Decoder gesendet. Wird eine Funktionstaste abgeschaltet, wird die Information noch für eine vom Digitalsystem abhängige Zeit weiter übermittelt, bevor sie aus der zyklischen Übertragung gestrichen wird.

Im Unterschied dazu werden Zubehör-Schaltbefehlen nur bei einer Änderung des Schaltzustands auf dem Digitalsystem gesendet. Bis zum erneuten Schalten gibt es bei Zubehör-Schaltbefehlen keine weiteren Übertragungen.

NMRA-Norm

Wie der Decoder auf den Zustand der Funktionstasten reagiert, ist nicht allgemein festgelegt. Die NMRA (National Model Railway Association der USA) hat für die ersten 13 Funktionstasten einer Lokadresse Standards aufgesetzt, an die sich viele Decoderhersteller halten und die auch von **Qdecodern** realisiert werden.

Unterstützte Lokadressen

Die NMRA-Norm erlaubte ursprünglich lediglich 127 unterschiedliche Lokadressen. Nachdem diese Zahl für große Anlagen nicht mehr ausreichend war, wurden sogenannte „lange“ Lokadressen

eingeführt, die bis zu 2047 Lokadressen zulassen.

Lange und kurze Lokadresse werden völlig unabhängig voneinander verwaltet. Die kurze Lokadresse „3“ und die lange Lokadresse „3“ sind nicht identisch, sondern können an unterschiedliche Decoder vergeben werden.

Verbundadresse

Im DCC System wird neben der (ersten) Lokadresse noch eine sogenannte Verbundadresse eingesetzt. Sie dient dazu, mehrere Lokomotiven unter einer gemeinsamen Adresse steuern zu können und wird insbesondere bei Mehrfachtraktion (mehrere Loks vor einem Zug) eingesetzt.

Beispiel: Zwei Triebfahrzeuge haben die Lokadressen 1 und 2. Als Verbundadresse wird bei beiden der Wert 3 eingetragen. Steuerbefehle für die Lokadresse 3 werden von beiden Triebfahrzeugen ausgeführt, die für die Lokadressen 1 und 2 nur von jeweils einem.

6.2. Konfiguration mit CVs

6.2.1. Lokadresse festlegen

Kurze Lokadresse

Die kurze Lokadresse wird bei F-Serien Decodern in die CV1 gepeichert. Bei Z-Serien-Decodern steht sie in CV50.

CV	Standard	Funktion
1/50	3	kurze Lokadresse

Die kurze Lokadresse kann Werte von 1 bis 127 annehmen.

Lange Lokadresse

CV	Standard	Funktion
17	0	lange Lokadresse (MSB)
18	0	lange Lokadresse (LSB)

Die lange Lokadresse wird auf die CV17 und CV18 aufgeteilt. Die Lokadresse wird berechnet durch

```
Lokadresse = 256 * CV17 + CV18
```

Die CV17 kann Werte zwischen 0 und 7 annehmen.

In einigen Dokumenten werden die beiden höchstwertigen Bits der CV17 grundsätzlich auf „1“ gesetzt dargestellt. In einem **Qdecoder** werden diese Bits ignoriert.

Beispiele für lange Lokadressen

Die folgende Tabelle enthält einige Beipiele für lange Lokadressen:

Adresse	MSB	LSB
1	0	1
10	0	10
100	0	100
255	0	255
256	1	0
1000	3	232

Komfortable Zentralen (oder die Software **Qrail**) berechnen die einzelnen Konfigurationsvariablen aus der gewünschten Lokadresse. Steht eine solche Möglichkeit nicht zur Verfügung, müssen die CV-Werte selbst berechnet werden:

```
CV17 = Lokadresse / 256
CV18 = Lokadresse - CV17 * 256
```

Umschaltung zwischen den Lokadressen

In CV29 wird mit dem Bit 5 festgelegt, welche Lokadresse verwendet wird. Bei einem gesetzten Bit wird die lange, bei einem gelöschten Bit (Standard) die kurze Lokadresse verwendet. Um die lange Adresse zu nutzen, muss die CV29 geändert werden.

6.2.2. NMRA-Funktions-Mapping

Die NMRA-Norm sieht je eine Konfigurationsvariable für die Funktionstasten „F1“ bis „F12“ vor, in der festgelegt wird, welcher der Ausgänge des Decoders eingeschaltet werden.

Für die Funktionstaste „F0“ bzw. „Licht“ werden sogar zwei CVs verwendet, wobei die erste Anwendung findet, wenn die Lokomotive „vorwärts“ fährt und die

andere bei Rückwärtsfahrt. „Vorwärts“ und „Rückwärts“ werden dabei im Sinne der von der Zentrale übertragenen Geschwindigkeitsinformation verstanden. Ob sich eine Lok tatsächlich vor- oder rückwärts bewegt hängt vom Einbau des Lokdecoders ab.

Jedes Bit der Konfigurationsvariablen repräsentiert einen Decoderausgang. Ist es gesetzt, wird der Ausgang bei eingeschalteter Funktionstaste aktivert.

Da mit einer Konfigurationsvariablen „nur“ 8 Funktionsausgänge aktiviert werden können, wurde festgelegt, dass mit den Tasten „F0“ bis „F3“ die Ausgänge ***A0*** bis ***A7***, mit „F4“ bis „F8“ die Ausgänge ***A3*** bis ***A10*** und mit „F9“ bis „F12“ die Ausgänge ***A6*** bis ***A13*** aktiviert werden können. Die Ausgänge ***A14*** und ***A15*** können mit dem NMRA-Mapping nicht aktiviert werden.

Mit dieser Definition ergibt sich eine Matrix, die Sie unten auf dieser Seite sehen:

- Mit einer Funktionstaste können mehrere (bis zu 8) Ausgänge eingeschaltet werden.
- Jeder Ausgang kann von mehreren Funktionstasten aktiviert werden.
- Erst wenn alle Funktionstasten ausgeschaltet sind, die einen Ausgang aktivieren können, ist dieser deaktiviert.

Den in die CV einzutragenden Wert bestimmen Sie wie folgt:

1. Suchen Sie in der Tabelle für das NMRA-Mapping die Zeile für die Funktionstaste, deren Effekt Sie festlegen wollen.
2. Legen Sie die zu aktivierenden Decoder-Ausgänge fest.
3. Entnehmen Sie der Tabelle für jeden zu aktivierenden Decoder-Ausgang den vorgesehenen Wert.
4. Tragen Sie die Summe dieser Werte in die Konfigurationsvariable ein.

Beispiel: Hat die CV42 den Wert 12, so werden mit der Funktionstaste F8 die Funktionsausgänge ***A6*** und ***A5*** eingeschaltet.

NMRA-Funktions-Mapping (für Qdecoder mit mehr als 8 Funktionsanschlüssen)

CV	Taste	Funktionsausgang ein bei CV Wert															
		A15	*A14*	*A13*	*A12*	*A11*	*A10*	*A9*	*A8*	*A7*	*A6*	*A5*	*A4*	*A3*	*A2*	*A1*	*A0*
33	Licht (vorwärts)									128	64	32	16	8	4	2	1
34	Licht (rückwärts)									128	64	32	16	8	4	2	1
35	F1									128	64	32	16	8	4	2	1
36	F2									128	64	32	16	8	4	2	1
37	F3									128	64	32	16	8	4	2	1
38	F4						128	64	32	16	8	4	2	1			
39	F5						128	64	32	16	8	4	2	1			
40	F6						128	64	32	16	8	4	2	1			
41	F7						128	64	32	16	8	4	2	1			
42	F8						128	64	4	16	8	4	2	1			
43	F9			128	64	32	16	8	4	2	1						
44	F10			128	64	32	16	8	4	2	1						
45	F11			128	64	32	16	8	4	2	1						
46	F12			128	64	32	16	8	4	2	1						

Die Standardwerte der Decoder der Z-Serien sind rot markiert.
Abweichende Standardwerte der Decoder der F-Serie sind blau markiert.

Funktions-Mapping (für Qdecoder mit bis zu 8 Funktionsanschlüssen)

CV	Taste	Funktionsausgang ein bei							
		A7	*A6*	*A5*	*A4*	*A3*	*A2*	*A1*	*A0*
33	Licht (vorwärts)	128	64	32	16	8	4	2	1
34	Licht (rückwärts)	128	64	32	16	8	4	2	1
35	F1	128	64	32	16	8	4	2	1
36	F2	128	64	32	16	8	4	2	1
37	F3	128	64	32	16	8	4	2	1
38	F4	128	64	32	16	8	4	2	1
39	F5	128	64	32	16	8	4	2	1
40	F6	128	64	32	16	8	4	2	1
41	F7	128	64	32	16	8	4	2	1
42	F8	128	64	32	16	8	4	2	1
43	F9	128	64	32	16	8	4	2	1
44	F10	128	64	32	16	8	4	2	1
45	F11	128	64	32	16	8	4	2	1
46	F12	128	64	32	16	8	4	2	1

Die Standardwerte der Decoder der Z-Serien sind rot markiert. Abweichende Standardwerte der Decoder der F-Serie sind blau markiert.

Die Standardwerte der CVs

Die Decoder der Z- und der F-Serien haben eine unterschiedliche Standardbelegung der NMRA-CVs. Da F-Decoder meist im rollenden Material eingesetzt werden, entspricht das Mapping der NMRA-Norm - also mit 2 Funktionsausgängen, die mit „F0“ bei unterschiedlicher Fahrtrichtung alternativ aktiviert werden. Z-Decoder sind gewöhnlich stationär eingesetzt. Hier ist es häufig sinnvoller, mit jeder Funktionstaste - unabhängig von der Fahrtrichtung - einen Funktionsausgang zu schalten.

Die Funktionsanschlüsse ***A13*** bis ***A15*** werden auch durch die Funktionstasten 13 bis 15 geschaltet. Hat ein Decoder mehr als 16 Funktionsanschlüsse, werden die Anschlüsse 16 bis 28 durch die Funktionstasten 16 bis 28 gesteuert.

6.2.3. Die Verbundadresse

Die Verbundadresse wird in CV11 festgelegt. Hat sie den Wert „0“, wird die Verbundadresse nicht ausgewertet. Verbundadressen können zwischen 1 und 127 festgelegt werden.

Wird ein neuer Wert für die (kurze) Lokadresse in den Decoder geschrieben, so wird die Verbundadresse automatisch auf Null gesetzt.

Das Bit 7 der CV11 legt fest, ob die Fahrtrichtung des Verbundes mit der Fahrtrichtung der Lokomotive übereinstimmt (Bit 7 = 0) oder nicht (Bit 7 = 1). Letzteres ist beispielsweise der Fall, wenn bei zwei Dampflokomotiven die eine Schornstein voraus und die andere Tender voraus eingesetzt wird. Bei der Tender voraus fahrenden Lok wird das Bit 7 gesetzt, bei der anderen nicht.

In den CV21 und CV22 wird festgelegt, welche Funktionstasten der Verbundadresse im Decoder ausgewertet werden sollen und welche nicht. Für alle in CV21

Verbundadressen-CVs

CV	CV-Wert								Bedeutung
	7	6	5	4	3	2	1	0	
11					0				Verbundadresse
	0								Fahrtrichtungsumkehr
21	F8	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	Funktionstasten-Maske für die Verbundadresse
22			F12	F11	F10	F9			Funktionstasten-Maske für die Verbundadresse
							1		Funktionstasten-Maske für „F0“ rückwärts
								1	Funktionstasten-Maske für „F0“ vorwärts

Die Standardwerte für die CVs 21 und 22 ist 1 (alle aktiv).

bzw. CV22 aktivierten Funktionstasten wird das NMRA-Mapping angewendet, die anderen werden ignoriert.

Verbundadressen werden nicht durch alle Q**decoder** Versionen unterstützt. Prüfen Sie in den Dokumentationen Ihres Decoders, wenn Sie die Verbundadresse nutzen wollen.

6.2.4. Analogbetrieb

Wird ein Decoder mit Gleichspannung versorgt, erhält er natürlich keine Informationen über den Zustand der Funktionstasten. In diesem Fall gibt es zwei Möglichkeiten, zwischen denen in Bit 2 der CV29 umgeschaltet wird:

- Ist das Bit gesetzt (Standardfall bei F-Decodern), wird angenommen, dass alle Funktionstasten die in den CV13 und CV14 eingestellten Zustände haben.
- Ist das Bit gelöscht (Standardfall bei Z-Decodern), bleibt der zuletzt empfangene Zustand der Funktionstasten erhalten.

Bei gesetztem Bit 2 in CV29 wird beispielsweise die Lok- und Zugbeleuchtung bei Einfahrt in einen analog versorgten Anlagenteil eingeschaltet. Bei gelöschtem Bit bleibt die Beleuchtung in dem Schaltzustand, wie er vor Einfahrt in den analogen Bereich war.

Für alle in CV13 bzw. CV14 aktivierten Funktionstasten wird das NMRA-Mapping angewendet, die anderen werden ignoriert.

Der automatische Analogbetrieb wird nicht durch alle Q**decoder** Versionen unterstützt. Prüfen Sie in den Dokumentationen Ihres Decoders, wenn Sie den Decoder im Analogbetrieb einsetzen wollen.

6.3. Funktionsdecoder-Konfiguration

Die folgende Liste fasst als Kurzanleitung die Schritte zusammen, die erforderlich sind, wenn Sie einen Funktionsdecoder in Betrieb nehmen.

1. Bestimmen Sie die Lokadresse, unter der der Decoder betrieben wird.
2. Legen Sie fest, wofür die Ausgänge des Decoders verwendet werden.
3. Legen Sie fest, mit welchen Funktionstasten die Ausgänge geschaltet werden sollen.
4. Bestimmen Sie die Werte für die Konfigurationsvariablen.
5. Schließen Sie den Decoder an.
6. Schreiben Sie mit Ihrem Digitalsystem die ermittelten Konfigurationsvariablen.
7. Prüfen Sie das Schalten.
8. Jetzt können Sie ein Feintuning vornehmen, wenn Sie mit dem Ergebnis noch nicht rundum zufrieden sind.

Ein Beispiel

Die Vorgehensweise wollen wir an Hand eines Beispiels illustrieren.

Es sollen Front- und Rücklicht eines Triebwagens, die Innenbeleuchtung des Führerstands und die Beleuchtungen von Fahrgastraum und Toilettenabteil geschaltet werden.

CVs für den Betrieb auf analogen Gleisabschnitten

CV	CV-Wert								Bedeutung
	7	6	5	4	3	2	1	0	
29						1			Betriebsart bei analoger Versorgung
13	F8	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	Funktionstasten-Maske
14			F12	F11	F10	F9			Funktionstasten-Maske
							1		Funktionstasten-Maske für „F0“ rückwärts
								1	Funktionstasten-Maske für „F0“ vorwärts

Die Standardwerte für die CVs 13 und 14 und Bit 2 der CV29 sind sämtlich 1 (alle aktiv).

Funktionstasten

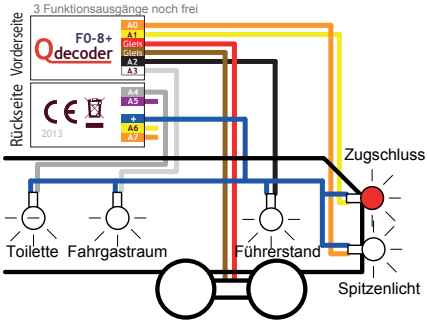
Aus dem Kapitel „Auswahl eines Qdecoders“ auf Seite 2 kennen wir die Eigenschaften der Decoder und wählen einen Standarddecoder.

Schritt 1: Lokadresse festlegen

Als Lokadresse wird bei Triebfahrzeugen üblicherweise die Lokadresse des den Motor ansteuernden Decoders verwendet.

Bei nicht angetriebenen Wagen kann eine Zugadresse vergeben werden (um alle Wagen eines Zuges gleichzeitig zu schalten) oder eine individuelle Wagenadresse.

Schritt 2: Anschlüsse festlegen



Fahrtrichtungsabhängige Beleuchtungen werden gewöhnlich an ***A0*** und ***A1*** angeschlossen. Die Anschlüsse ***A2*** bis ***A4*** nutzen wir für die weiteren Lichtquellen unseres Triebwagens.

Schritt 3: Funktionstasten festlegen

Zugschluss und Spitzenlicht sollen richtungsabhängig geschaltet werden, wenn die Taste „F0“ gedrückt ist. Unabhängig von der Fahrtrichtung soll der Fahrgastraum beleuchtet sein, ebenfalls wenn „F0“ eingeschaltet ist. Gleichfalls mit „F0“ soll die Toilettenbeleuchtung geschaltet werden. Mit „F1“ wollen wir die Führerstandsbeleuchtung schalten.

Schritt 4: CVs bestimmen

Aus der Tabelle „NMRA-Funktions-Mapping“ auf Seite 41 entnehmen wir die erforderlichen Werte:

- „F0“ soll in Vorwärtsrichtung die Ausgänge ***A0***, ***A3*** und ***A4*** einschalten: CV33 = 16 + 8 + 1 = 25
- „F0“ soll in Rückwärtsrichtung die Ausgänge ***A1***, ***A2*** und ***A3*** einschalten: CV34 = 16 + 8 + 2 = 26
- „F1“ soll ***A2*** einschalten: CV35 = 4
- Alle weiteren Funktionstasten sollen keinen Effekt haben. Wir haben die Wahl, sie entweder einfach nicht zu nutzen oder die CV36 bis CV38 auf den Wert 0 zu programmieren.

Schritt 5: Decoder anschließen

Schließen Sie jetzt das Gleissignal und die Lampen ensprechend der Zeichnung an.

Schritt 6: Konfiguration schreiben

Schreiben Sie jetzt die Konfiguration:

- CV1 = Lokadresse
- CV33 = 25
- CV34 = 26
- CV35 = 4

Schritt 7: Konfiguration prüfen

Damit ist die Konfiguration bereits beendet und kann getestet werden.

Schritt 9: Feintuning

Es gibt einige Fälle, in denen das Ergebnis der bisherigen Konfiguration zwar sehr schön, aber noch nicht perfekt ist. Sie können jetzt alle Parameter der Funktionsausgänge anpassen, um Perfektion zu erreichen. Bei Beleuchtungen betrifft dies

- die Dimmung.
  Wenn Lampen zu hell leuchten, kann individuell für jeden Ausgang die Helligkeit reduziert werden. Dies ist bei weißen LEDs häufiger sinnvoll als bei anderen Farben. (Einzelheiten siehe in „Abdunkeln (Dimmen)“ auf Seite 10)
- die Auf- und Abblendzeit.
  Standardmäßig werden alle Lampen in ¼ Sekunde auf- und abgeblendet. Wem das zu schnell oder zu langsam ist, kann

die Zeiten für jede Lampe individuell ändern (siehe „Auf- und Abblenden“ auf Seite 13).

- der Betriebsmode.

  Die Ausgänge können auf Blink-, Puls- oder Impulsbetrieb umgestellt werden. (siehe „Blinken, Pulsen, Wechselblinken“ auf Seite 17).

- Die im Kapitel „Mit Zubehörbefehlen schalten“ ab Seite 22 beschriebenen Schaltmodi sind auch aktiv, wenn Ausgänge des Decoders mit Funktionstatsten geschaltet werden.

  Normalerweise müssen Sie keine Einstellungen vornemhen. Bei Alleskönner-Decodern allerdings können Sie mit den Schaltmodi beispielsweise Lichteffekte aktivieren.

Bei unserem Triebwagen können wir beispielsweise die Toilettenbeleuchtung alle 2 Minuten für 20 Sekunden einschalten.

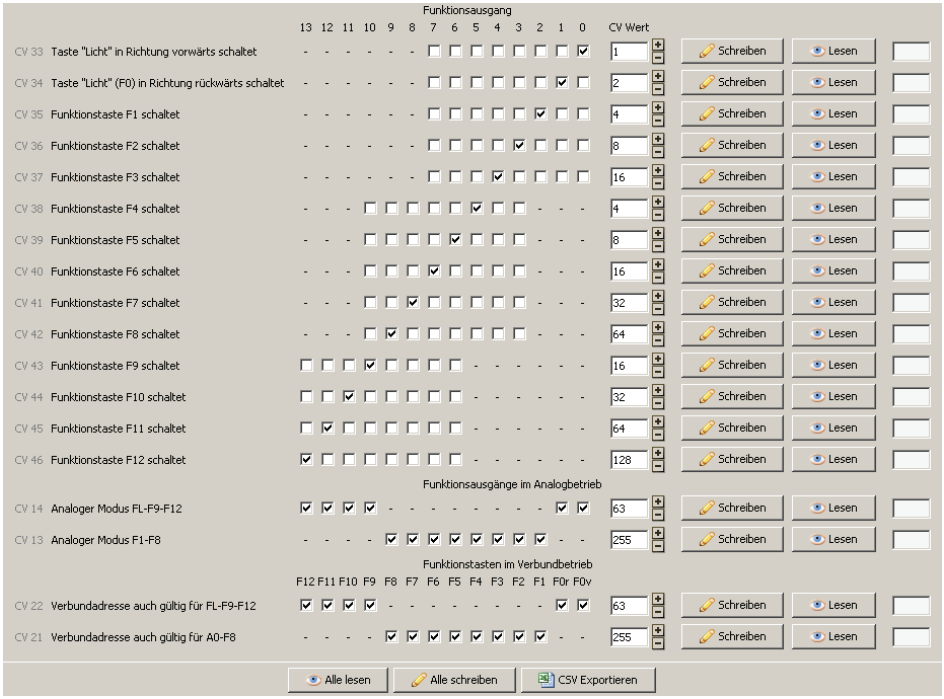
Dafür muss an ***A4*** eine An- und eine Auszeit festgelegt werden:

- CV156 = 8 (t_{an} = 8 · 2,56 s ≈ 20 s)
- CV158 = 48 (t_{aus} = 48 · 0,25 s ≈ 2 min)

6.4. KONFIGURATION MIT QRAIL

Die Konfigurationsvariablen für das NMRA-Mapping werden in **Qrail** in einem übersichtlichen Schirm zusammengefasst.

Dadurch ist die Programmierung der mit den einzelnen Funktionstasten aktivierten Ausgänge sehr einfach und auch für den mit dem NMRA-Mapping nicht vertrauten Anwender handhabbar.

Zusätzlich können hier die Konfigurationen für den Verbund- und den Analogbetrieb eingesehen und geändert werden.

Vergessen Sie nicht, bei Decodern der Z-Serien die CV60 auf den Wert 1 zu setzen. Andernfalls bleiben die vorgenommenen Einstellungen wirkungslos.