

Bedienungsanleitung NMRA-kompatibler DCC-Zubehördecoder

WDecN-90

Ein [Selbstbau Projekt](#) von
[Gerard Clemens](#)
© 2003 - 2006

1.1 Eigenschaften

Dieser Zubehördecoder basierte ursprünglich auf dem ATMEL Mikrocontroller AT90S2313, kann aber auch mit dem Nachfolger ATTiny2313 aufgebaut werden. Der Decoder hat 4 Ausgangspaare und versteht das von der NMRA¹ standardisierte digitale DCC² Format. Deswegen ist dieser Decoder mit DCC-Produkten und -Systemen von (u. a.) Arnold-Digital, Uhlenbrock, Lenz-Digital Plus, Roco-Digital, Fleischmann, Digitrax und Zimo* kompatibel. Er hat folgende Software Eigenschaften:

- Der Decoder kann mittels CV³-Programmierung für verschiedene Betriebsarten konfiguriert werden. Alle CVs sind im Betrieb programmierbar (POM⁴). Am Programmiergleis können alle CVs gelesen und geschrieben werden
- Einstellbare Schaltzeiten von 0,006 s bis 1,67 s und Dauerbetrieb
- NMRA-kompatibel, versteht alle gängigen DCC-Telegramme für Zubehördecoder
- Blinken der Ausgänge, individuell für jeden Ausgang definierbar.
- Einstellbarer Blinktakt mit veränderlichem Tastverhältnis und Frequenz
- 5 Betriebsarten für Zubehörartikel wie elektromagnetische (Doppelspulen-) Antriebe, wie Weichen, Flügelsignale oder elektromagnetische Entkuppler oder auch für Zubehör mit Dauerfunktionen wie Tageslichtsignale und Beleuchtung
- Automatische Signalbeeinflussung durch das nächste Signal (Vorsignalfunktion eines Hauptsignals)
- Über CV aktivierbare Speicherfunktion zum Speichern des zuletzt angezeigten Signales
- 40 Signalbegriffe abrufbar
- Decoderadressierung von 1 bis 510 (2040 Weichen) oder Ausgangsadressierung von 1 bis 2042
- Ausgänge sind individuell invertierbar (z.B. Blinktakt / Gegentakt)
- Vorbildgetreues Ab- und Aufblenden der Signalbegriffe. Die Dauer wird mit Hilfe einer CV festgelegt.

Hardware

- Preisgünstiger, hochleistungsfähiger ATMEL AT90S2313 oder ATTINY2313 Mikroprozessor
- Einfache und robuste Hardware auf einer industriellen Platine mit 50 x 80 mm mit vier 3 mm Befestigungslöchern
- Ausgangsstrom 500 mA / Ausgang, Gesamtstrom ca. 1 A
- Versorgung aus einem Modellbahntransformator oder über das DCC Gleissignal

* Arnold, Digitrax, Lenz, Roco und Zimo sind registrierte Handelsmarken

2 Anschluss des Decoders

Die Klemmen J und K der Klemmleiste K1 werden an das DCC Gleissignal angeschlossen. Die Polarität des Signals spielt dabei keine Rolle. Falls vorhanden, wird an den Klemmen „~“ der 3-poligen Klemmleiste K2 14 -18V Wechselstrom eines Modellbahntrafos angelegt. Ist kein Modellbahntrafo verfügbar, kann auch das DCC-Signal auf die Klemmen „~“ durchgeschliffen werden. Der Nachteil dabei ist, dass der Decoder und die Verbraucher, die Weichenspulen oder gar die Beleuchtung aus einem DCC-Booster⁵ mit relativ teurem Strom versorgt werden. Außerdem belastet der Brückengleichrichter das DCC Signal so, dass Verformungen der Flanken auftreten können, die das fehlerfreie Erkennen der DCC Kommandos erschweren.

Der Decoder kann sehr einfach für verschiedenste Anwendungen konfiguriert werden. Es gibt 5 verschiedene Modi. Je nach gewählter Konfiguration ergeben sich verschiedene Beschaltungen der Ausgänge:

2.1 Modus 0

Diese Betriebsart erlaubt es, die 8 Ausgänge des Decoders einzeln ein- und wieder auszuschalten. Im von der NMRA definierten Standard Telegramm für Zubehördecoder gibt ein Bit an, ob der Ausgang ein- oder ausgeschaltet werden soll. Nun haben die meisten Hersteller von DCC Digitalsystemen darauf verzichtet, das Telegramm zum Ausschalten der Ausgänge zu senden. Das genannte Bit ist also immer gesetzt. Man überlässt damit dem Zubehördecoder, wann und ob die Ausgänge zurückgesetzt werden.

Deswegen ist Modus 0 nur bei einigen wenigen Zentralen direkt verwendbar. Da, wo z.B. eigene Stellwerkssoftware die Zubehördecoder über DCC Telegramme steuert, kann man den Decoder mit Hilfe beider Befehle äußerst universell einsetzen und mit ihm Weichen, Beleuchtung, aber auch komplexere Kombinationen oder gar Lichtsignale ansteuern.

Erforderliche Einstellungen:

CV 33 = 0 oder 128 bei Speicherung, CV 29 = 128, CV 3 – CV 6 = 0.

Die CV 46 für Blinken und CV 37 für Überblenden können selbstverständlich auch in dieser Betriebsart angewendet werden. Für besondere Anwendungen können auch die Zeitwerte in den CV 3 – CV 6 aktiviert werden. Entkuppler könnten in dieser Betriebsart unabhängig und zeitgesteuert gesteuert werden.

Tipp: Wenn man die Intellibox über LocoNet Protokoll bedient, werden beide Telegramme, zum Ein- und zum Abschalten der Decoderausgänge gesendet. Beim direkten Bedienen oder bei Bedienung über P50X Protokoll werden nur die Telegramme zum Einschalten der Ausgänge gesendet.

2.2 Beschaltung Modus 1

Die 8 Ausgänge des Decoders sind in diesem Modus in 4 Ausgangspaaren unterteilt. Von jedem Paar kann immer nur ein Ausgang aktiv sein. Damit ist diese Betriebsart zum Schalten von Doppelspulenantrieben aber auch für 2-begriffige Lichtsignale geeignet. Zum Schalten von Weichen ist folgende Einstellung erforderlich: CV 33 = 1, CV 29, Bit⁶ = 0 und CV 3 - CV 6 > 0

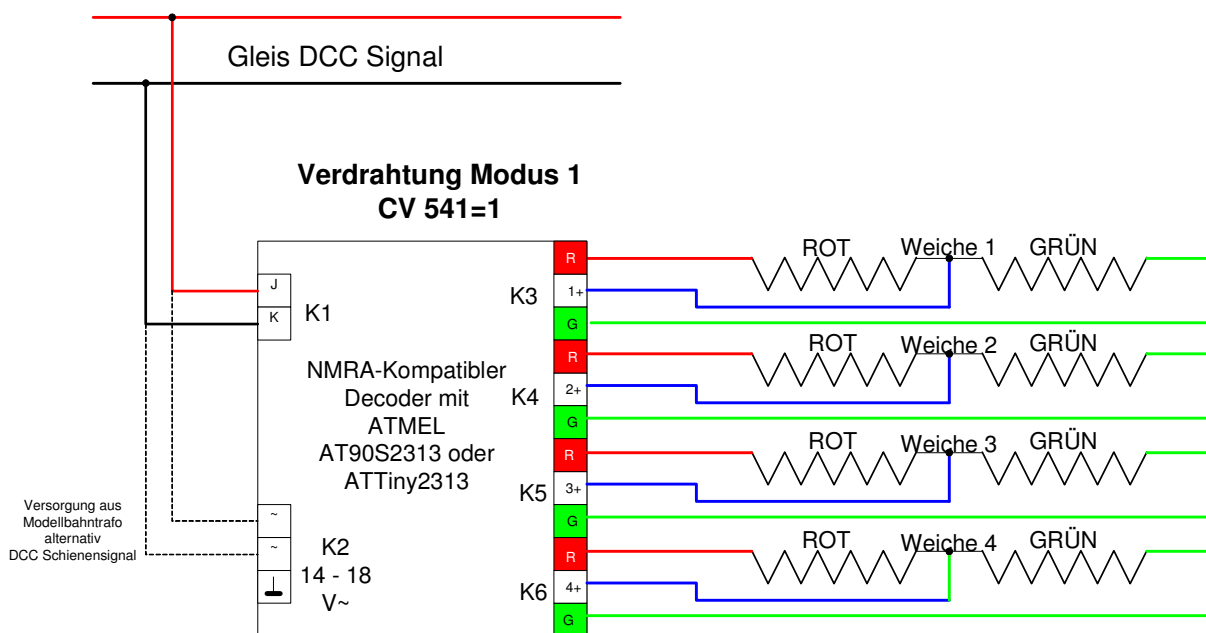


Abbildung 1 - Der Anschluss von 4 Doppelspulenantrieben

In Abbildung 1 wird der Anschluss von 4 Doppelspulen-Antrieben für Weichen oder Signale gezeigt. Jeder elektromagnetische Antrieb verfügt über 2 Spulen, die mittels 3 Adern an die Klemmen +, Rot und Grün angeschlossen werden.

In den CV 3 – CV 6 wird die Impulsdauer für die Magnetspulen festgelegt. Hat der Spulen-antrieb eine Endabschaltung, kann auch die maximale Zeit ($255 = 255 \times 6,5 \text{ ms} = 1,67 \text{ s}$) eingestellt werden.



Achtung: Hat eine der CV 3 bis 6 den Wert 0, dann wird der betreffende Ausgang mit Dauerstrom beaufschlagt. Die Magnetspule kann dabei verbrennen und dabei den Decoderausgang beschädigen. Wird dagegen die Zeitdauer der Impulse zu hoch angesetzt, ist durch die lange Einschaltdauer die Spule ebenfalls gefährdet. Es besteht in beiden Fällen Feuergefahr!

Der WdecN-90 kann in der gleichen Betriebsart auch als Signaldecoder für vier 2-begriffige (rot/grün) Lichtsignale genutzt werden. Um die Ausgänge Die CV 3 – CV 6 müssen dazu zu 0 gesetzt werden.

Natürlich kann jedes Ausgangspaar in Modus 1 für einen anderen Zweck verwendet werden. Mit dem Ausgangspaar auf der Klemmleiste K4 bedienen Sie z.B. eine Weiche, mit dem Ausgangspaar auf K5 betreiben Sie ein Flügelsignal und mit dem Paar an der Leiste K6 zwei Entkuppler. Das letzte Paar könnten Sie noch für ein Tageslichtsignal mit 2 Zuständen verwenden.

Auch in Modus 1 können Überblendung, Blinken und Invertieren mit Hilfe der CV 37, CV 46, bzw. CV 48 aktiviert werden.

2.3 Beschaltung Modus 2

Die Ausgänge des Decoders werden in dieser Betriebsart in 2 Gruppen zu 3 Ausgängen und einer Gruppe mit 2 Ausgängen aufgeteilt. An den beiden Gruppen mit 3 Ausgängen können 3-begriffige Signale angeschlossen werden. Im einfachsten Falle hat das Signal 3 Leuchten, (rot, grün, orange) die 1 : 1 mit den 3 Ausgängen verbunden werden. Sind die Signale komplexer, d.h., wird für die Anzeige eines Begriffes mehr als eine Leuchte benutzt, so müssen die Begriffe über Dioden entkoppelt werden. Im Anschlussbeispiel der Abbildung 2 ist ein Vorsignal der DB dargestellt, das mit 4 Leuchten 3 Begriffe (Vr0, Vr1 und Vr2) anzeigen kann.

Es ist zu beachten, dass der Decoder nach Masse schaltet und die Signale mit der + Spannung versorgt werden. Die Dioden sind entsprechend zu polen. Als Diode ist der sehr preisgünstige Typ 1N4148 bis 200 mA Ausgangsstrom sehr geeignet. Bei Signalen mit LED (Leuchtdioden) als Leuchtmittel sind entsprechend der Abbildung Vorwiderstände vorzusehen.

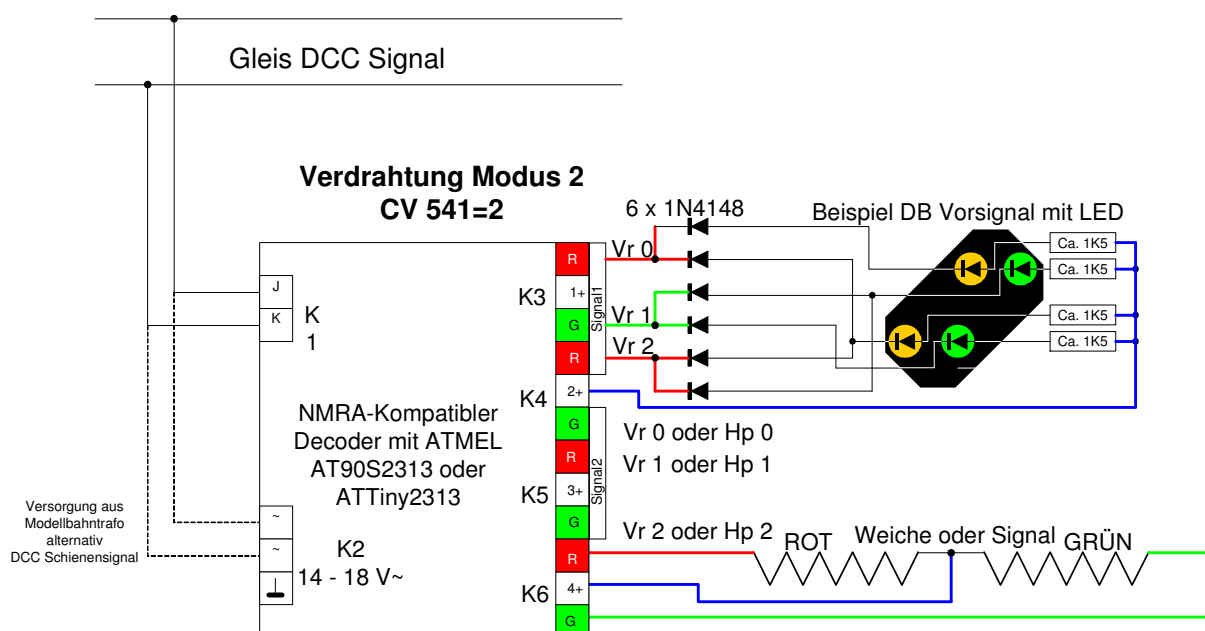


Abbildung 2 - Der Anschluss von 2 3-begriffigen Signalen und einem Doppelspulenantrieb

Für die in Abbildung 2 gezeigte Anwendung des Decoders sind folgende Einstellungen erforderlich: (CV 33 = 2, CV 29, Bit6 = 0, CV 3 = 0, CV 4 = 0, CV 5 = 0, CV 6 > 0)

An den Ausgängen R und G der Klemmleiste K6 können Sie entweder ein 2-begriffiges Lichtsignal, ein Doppelspulen Magnetartikel wie Weiche oder Flügelsignal oder auch zwei elektromagnetische Entkuppeler anschließen. Entsprechend sind die Zeiten der Konfigurationsvariable CV 6 anzupassen:

Angeschlossener Artikel	Wert in CV 6
Lichtsignal	0
Doppelspulen Magnetantrieb (Weiche/Flügelsignal)	30 – 80
Doppelspulen Magnetantrieb mit Endabschaltung	255

Tabelle 1 - Werte in CV 6 in Abhängigkeit des Verbrauchers

Ein Konfigurationsbeispiel für ein schweizer Zwergsignal finden Sie auf der [Webseite](#).

2.4 Beschaltung Modus 3

Die Ausgänge des Decoders werden in dieser Betriebsart in 2 Gruppen zu 4 Ausgängen aufgeteilt. An diesen beiden Gruppen können 2 4-begriffige Signale angeschlossen werden. Im einfachsten Falle hat das Signal 4 Leuchten (z.B. rot, grün, orange und weiß) die 1:1 mit den 4 Ausgängen verbunden werden. Sind die Signale komplexer, d.h., wird für die Anzeige eines Begriffes mehr als eine Leuchte benutzt, so müssen die Begriffe über Dioden entkoppelt werden. Im Anschlussbeispiel der Abbildung 2 ist ein Hauptausfahrtsignal der DB dargestellt, das mit 6 Leuchten 4 Begriffe (Hp0, Hp1, Hp2 und Sh1) anzeigen kann. Folgende CV Werte müssen für dieses Beispiel eingestellt werden:

(CV 33 = 3, CV 29, Bit6 = 0, CV 3 = 0, CV 4 = 0, CV 5 = 0, CV 6 = 0)

Es ist zu beachten, dass der Decoder nach Masse (interne Masse des Decoders) schaltet und die Signale über die blau gezeichneten Klemmen mit der + Spannung versorgt werden. Die Dioden sind entsprechend zu polen. Als Diode ist der sehr preisgünstige Typ 1N4148 bis 200 mA Ausgangsstrom sehr geeignet. Bei Signalen mit LED als Leuchtmittel sind entsprechend der Abbildung Vorwiderstände vorzusehen. Ob sich diese Vorwiderstände vor oder hinter den Leuchtdioden befinden, ist für die Funktion nicht wichtig.

Auch in Modus 3 können mit CV 37 und CV 46 Überblenden bzw. Blinken definiert werden.

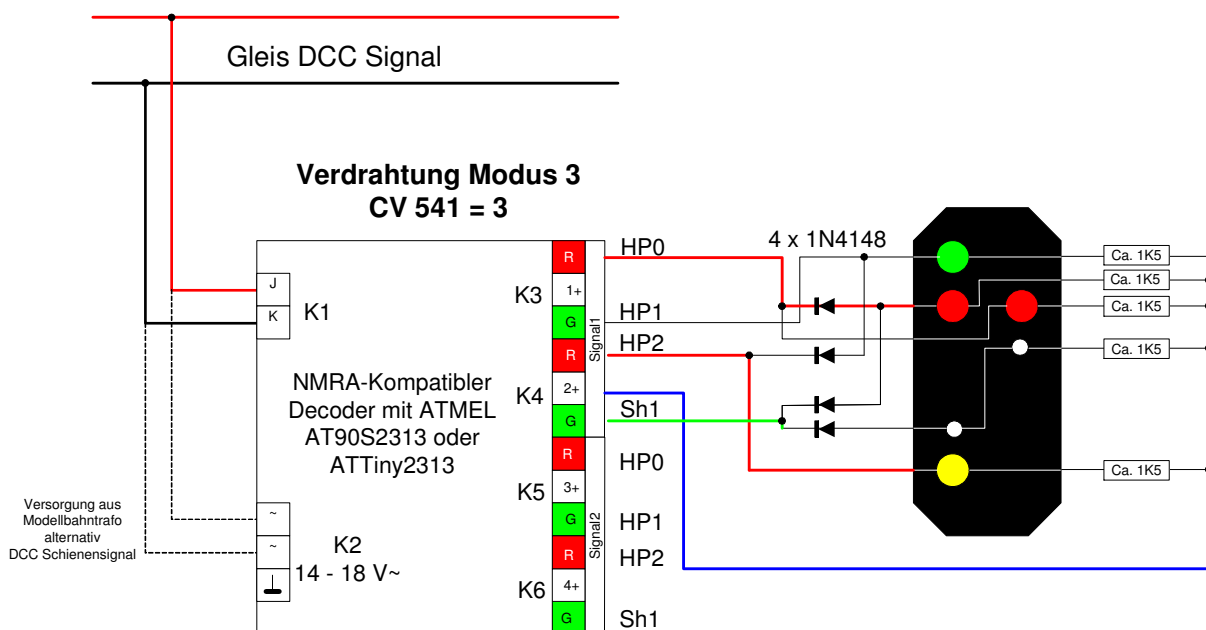


Abbildung 3 - Der Anschluss von 2 4-begriffigen Signalen

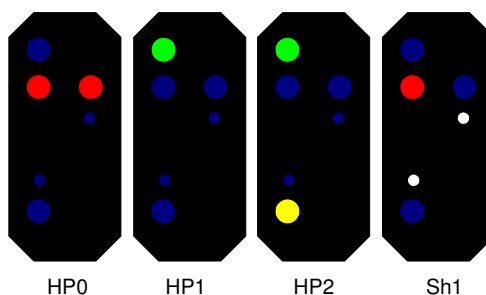


Abbildung 4 - Die Begriffe Hp0, Hp1, Hp2 und Sh1 angesteuert von einer Decoderhälfte

2.5 Beschaltung Modus 4

(CV 33 = 4, CV 29, Bit6 = 0, CV 3 = 0, CV 4 = 0, CV 5 = 0, CV 6 = 0)

In Modus 4 kann ein Signal oder eine Kombination von Signalen angeschlossen werden. Im Schaltbild ist als Beispiel ein HI Hauptsignal mit dem zugehörigen Vorsignal angeschlossen. Die Anzahl Leuchtdioden oder Lämpchen, die unabhängig voneinander leuchten können, ist auf 8 begrenzt. Sollten für Ihre Anwendung mehr als 8 Lämpchen oder Leuchtdioden erforderlich sein, kann die erforderliche Funktion eventuell wieder mit Dioden realisiert werden. Auf der MoBaTron Website finden Sie ein [Beispiel](#) für den Anschluss und die Konfiguration eines DB Ausfahrsignals mit Vorsignal, das über 9 Leuchtdioden verfügt. Es können 8 Signalbegriffe angezeigt werden, die in den CVs 49 bis CV 64 definiert werden (jeweils 8 Bitmasken mit den aktiven Ausgängen und 8 Bitmasken mit den zugehörigen Blinkattributen).

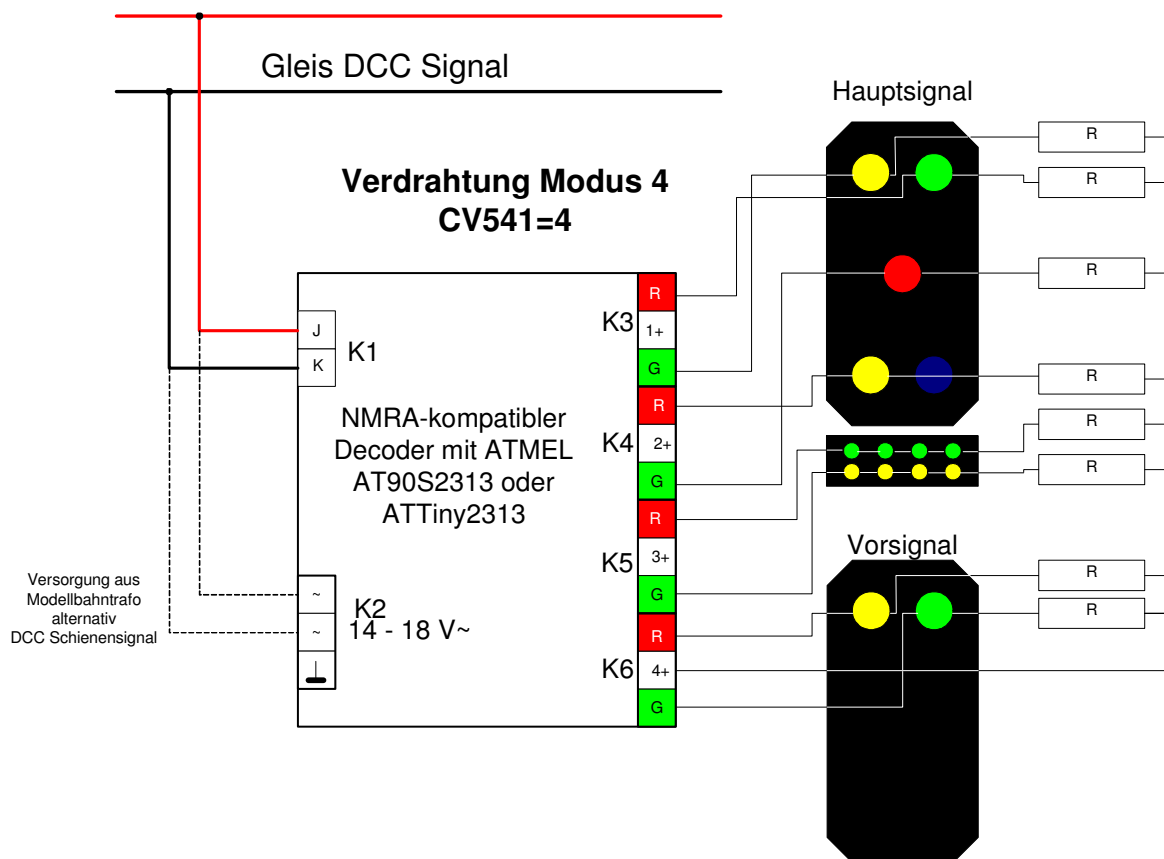


Abbildung 5 - Der Anschluss einer Signalkombination in Modus 4

Viele Signale können jedoch mehr als 8 Begriffe anzeigen. Der angezeigte Begriff enthält, wie z.B. bei den HI Signalen, einen Hinweis über den Status des nächsten Signals. D.h., dass ein solches Hauptsignal auch gleichzeitig Vorsignalfunktion für das nächste Signal hat. Es kann aber auch sein, dass ein Signalbegriff von der Lage einer Weiche abhängig gemacht werden soll. In Modus 4 kann der Zubehördecoder den Zustand des nächsten Signals oder der zugehörigen Weiche berücksichtigen und dementsprechend automatisch eine andere entsprechend angepasste Gruppe von 8 Signalbegriffen anzeigen. Wird das nächste Signal auch von einem Zubehördecoder in Modus 4 betrieben, könnte theoretisch für jeden der 8 Zustände dieses Signals eine angepasste Gruppe von 8 Signalbegriffen im vorhergehenden Signal bereitgestellt werden. Das ergäbe 64 Kombinationen. Da der ATMEL Mikrocontroller nur 128 Byte⁷ E²Prom hat, reicht der Speicher leider nur für 40 Signalbegriffe. Es steht dem Anwender aber frei, den E²Prom Speicher nach Bedarf einzuteilen in z.B. 5 Gruppen zu je 8 Signalbegriffen oder in 8 Gruppen zu 5 Begriffen. Auch die mehrfache Nutzung einer Gruppe ist möglich. Die Inhalte der CV 38 bis CV 46 bestimmen die Indices der Grup-

pen in der Tabelle der Signalbilder. Eingetragen wird der Index eines Signalbegriffes, der von 0 bis 39 gehen kann. In CV 38 wird dieser Index für die erste Gruppe zu n Begriffen angegeben. In CV 39 der Index der 2. Gruppe, usw. Im [Beispiel](#) sind die anzuzeigenden Begriffe für Status 2 und 3 des nächsten Signals gleich. Demnach wird der Index 8 in CV 39 und in CV 40 verwendet. In diesem Beispiel werden nicht verwendete Begriffe auf „Halt“ konfiguriert, um im Fehlerfalle immer Rot/Halt anzuzeigen. Das LSB der nächsten Decoderadresse wird in CV 47 programmiert. Natürlich muss unter dieser Adresse kein Decoder körperlich vorhanden sein. Man könnte also auch sagen, dass ein WDec90-TN in Modus 4 optional über 2 Decoderadressen betrieben werden kann, damit man die erforderlichen Signalbilder anzeigen kann.

Mit der CV 47 wird festgelegt, über welche Decoderadresse die Auswahl der Indices in die Tabelle der Signalbilder erfolgt oder welches nachfolgende Signal oder welche nachfolgende Weiche auf das aktuelle Signalbild Einfluss nehmen soll. Da CV 47 nur ein Byte enthält, können Sie hier nur den Inhalt der CV 1 des nachfolgenden Decoders eintragen. Das bedeutet, dass die 3 höherwertigen Bits der Adresse in CV 9 bei beiden Decodern gleich sein müssen. Der Inhalt von CV 47 darf nicht mit dem Inhalt von CV 1 übereinstimmen.

3 Programmieren des Decoders

Der NMRA-kompatible Decoder wird über so genannte „Configuration Variables“ (CV) programmiert. Diese Konfigurationsvariablen sind nullspannungsfest im E²Prom Speicher des Decoders abgelegt. Die Standards („RP“ = „Recommended Practices“) der NMRA (National Model Railroad Association) sehen eine bestimmte feste Anordnung der CVs vor. Jeder Hersteller von Zubehördecodern für das DCC-Gleisformat hat aber auch Freiräume, in denen er die besonderen Eigenschaften seines Decoders definieren kann.

Für Zubehördecoder (eng. Accessory⁸ Decoder) sind CVs mit den Nummern 1 und aufwärts vorgesehen. Bis vor kurzem waren Nummern von 513 bis 1024 hierfür reserviert. Da viele Zentralen nicht die NMRA Normen erfüllten und deswegen die CV Adressen oberhalb von 100 oder 128 gar nicht ansprechen konnten, wurde bereits ab Version 1.2 der Firmware des WDecN-90 auch die Programmierung der CV 1 bis CV 128 statt CV 513 bis CV 640 erlaubt. Die CV 1 enthält z.B. die 6 niederwertigen Bits der Decoderadresse oder die 8 niederwertigen Bits der Ausgangsadresse. Die [Tabelle 8](#) auf den Seiten 19 und 20 zeigt alle CVs.

Im Auslieferungszustand des Prozessors hat der Decoder die Adresse 1. Unabhängig davon, wie die übrigen CVs eingestellt sind, und ob der Decoder als Decoder oder als Ausgang adressiert wird, nimmt er alle an die Adresse 1 gesendete Befehle entgegen.

3.1 Programmierung am Programmiergleis (Service Mode)

Der Decoder wird mit seinem DCC-Eingang an den Programmiergleis Ausgang der DCC-Zentrale angeschlossen. Legen Sie 14 bis 18 V Gleich- oder Wechselspannung aus einem Modellbahntransformator an die ~ Klemmen der Leiste K2 an. Befolgen Sie zum Lesen oder Schreiben der CVs die Anweisungen in der Bedienungsanleitung Ihrer Zentrale. Der WDecN-90 verwendet nur die direkte Programmierung von CVs („direct mode“). Register Programmierung und Paged Programmierung werden nicht unterstützt.



Aufgrund des Hardwarekonzeptes wird der Decoder beim Programmieren am Programmiergleis extern mit Spannung versorgt. D.h., an den Klemmen „~“ der Klemmleiste K2 wird die Gleisspannung oder Wechselspannung aus einem Modellbahntrafo angelegt.

Der Decoder „versteht“ die Standard CV-bezogenen Befehle für die Programmierung am Programmiergleis, wie CV byteweise lesen und schreiben, und CV bitweise lesen und schreiben.

Auch nichtbenutzte CV können gelesen und geschrieben werden. Einige CVs sind als „Nur Lesen“ markiert und können deswegen nicht beschrieben werden. Die Zentrale quittiert den Schreibversuch mit einer Fehlermeldung.

Beim Programmieren am Programmiergleis Ausgang ihrer Zentrale bestätigt der Decoder jeden Programmiervorgang mit einem Impuls. Ihre Zentrale wertet diese Impulse aus und zeigt Ihnen an, ob der Vorgang erfolgreich war, bzw. berechnet aus den empfangenen Impulsen den gelesenen CV Wert. Wenn die Zentrale eine Antwort vom Decoder erwartet, diese aber ausbleibt, meldet sie einen Fehler.

3.2 Hauptgleisprogrammierung (Operations Mode)

Auch wenn der fertig programmierte Decoder später im Betrieb ist und seine DCC-Kommandos über die Gleisspannung erhält, kann die Programmierung jederzeit verändert werden. Ihre Zentrale muss natürlich „POM“ beherrschen. Beachten Sie aber, dass POM für Zubehördecoder nicht mit POM für Fahrzeugdecoder identisch ist. So beherrscht die Intellibox in der Version 1.5 schon POM für Fahrzeugdecoder, nicht aber für Zubehördecoder (zumindest nicht per Menü). Das fast baugleiche Twin-Center von Fleischmann erlaubt jedoch sehr wohl POM für Zubehördecoder.

Bei POM wird der Decoder über seine Decoder- bzw. Ausgangsadresse angesprochen, je nachdem, wie Sie ihn konfiguriert haben.

Bei der Hauptgleisprogrammierung des Decoders erfolgt keine Bestätigung in Form von Impulsen durch den Decoder. Das bedeutet, dass Sie die CV-Werte von Decodern am Hauptgleis nicht auslesen können.

3.3 Adressierung des Decoders

3.3.1 Decoderadressierung

Mit einem herkömmlichen, nach dem NMRA Standard gebauten Zubehördecoder können im Normalfall bis zu 4 Magnetartikel mit Doppelspulen geschaltet werden (oder 4 Paar Dauer-
ausgänge für Lichtsignale oder Motorweichen). Ein solcher Decoder wird über eine so ge-
nannte **Decoderadresse** programmiert und die Telegramme an diese Decoderadresse ent-
halten eine Information darüber, welches von den 4 Ausgangspaaren angesprochen wird.
Insgesamt sind 510 Decoder zu je 4 Zubehörartikel zu je 2 Spulen erlaubt. Für die Adressie-
rung reichen also 9 Bit Adressen. Der Decoder mit der Adresse 0 wird nicht verwendet. Die
Decoderadresse 511 ist die Broadcast Adresse. Befehle, die mit dieser Adresse abgesetzt
werden, werden von allen WdecN-90, unabhängig von deren Adresse ausgeführt. So könnte
man z.B. alle Signale mit einem einzigen Befehl auf Halt stellen. Es bleiben also 510 reelle
Decoderadressen mit denen man bis zu 2040 Weichen schalten kann.

Die 9 Bit Adresse wird in CV 1 (6 Bit/LSB) und CV 9 (3 Bit/MSB) abgelegt. In CV 29 Bit 6
wird mit einer „0“ diese Adressierungsart definiert.

Beim Zerlegen der Decoderadresse in ein 6-Bit Anteil für CV 1 und ein 6-Bit Anteil für CV 9
kann das [Excel Tool](#) der Mobatron [Webseite](#) verwendet werden.

3.3.2 Ausgangsadressierung

Für besondere Zubehörartikel, wie z.B. Signale mit mehreren Begriffen, Servodecoder mit
vielen Positionen, oder Decoder die nur eine einzelne Weiche bedienen, hat die NMRA die
so genannte **Ausgangsadressierung** vorgesehen. Der Decoder kann dabei so viele Aus-
gänge haben, wie das zu steuernde Signal Lampen in seinem Schirm hat. Ein Servodecoder
hat überhaupt keine Ausgänge im klassischen Sinne, sondern nur einen Impulsausgang, mit
dem ein Servo für eine Weiche oder ein Signal bedient wird.

Ein derart konfigurierter Decoder belegt also nur eine statt 4 Weichenadressen und kann
seinen Zubehörartikel komplett über diese eine Adresse steuern

Besonders in Verbindung mit den erweiterten Befehlen für Zubehördecoder nach NMRA
ergibt die Ausgangsadressierung eine Vielzahl an weiteren Möglichkeiten. So kann man z.B.
ein Signal mit den erweiterten Befehlen ansprechen und einen bestimmten Signalbegriff
(NMRA: "Aspect"⁹) aus 32 Begriffen auswählen. Dies setzt natürlich voraus, dass die Zent-
rale die erweiterten Befehle auch unterstützt. Wahrscheinlich werden die PC-basierten DCC-
Steuerungen die ersten sein, die dieses Verfahren unterstützen.

Da es nach NMRA bei DCC theoretisch 2047 mögliche Zubehörartikel gibt, wie Weichen,
Signale, usw., ist für die Adressierung eine 11-Bit Adresse erforderlich, die in die CV 1 (die 8
niederwertigen Bit der Ausgangsadresse) und CV 9 (die restlichen 3 höherwertigen Bit der
Ausgangsadresse) programmiert wird.

Dass der Decoder die 11-Bit Ausgangsadressierung auswerten soll, wird ihm in CV 29, Bit 6
mit einer „1“ mitgeteilt.

Auch bei der Ausgangsadressierung wird die (Decoder-)Adresse 0 nicht verwendet. Die
höchste Adresse ist 2046, weil 2047 wieder als Broadcast Adresse verwendet wird. Es blei-
ben demnach 2046 Zubehörartikel, die man individuell mit Ausgangsadressen ansprechen
kann.

4 Die Konfigurationsvariablen (CV³)

Nachfolgend finden Sie eine Aufstellung aller benutzten Configuration Variables mit ihrer Funktion. Wo möglich wird die Konfiguration an einem Beispiel erklärt.

CV 1 (CV 513) enthält die niederwertigen Bits der Decoder- oder der Ausgangsadresse. Mit CV 29, Bit 6 wird festgelegt, ob die Decoder- (Bit6 = 0) oder die Ausgangs-Adressierung (Bit6 = 1) zum Tragen kommt.

Decoderadressierung: (Siehe auch [Appendix A](#) auf der Seite 24)

CV 29, Bit6 = 0 : CV 1 = $\text{Decodernummer} \% 64$ (Decodernummer Modulo 64 oder der Divisionsrest nach einer Division durch 64).

Beispiel: Decodernummer = 200.

$200 / 64 = 3$ Rest 8 -> CV 1 = 8, CV 9 = 3

Ausgangsadressierung:

CV 29, Bit6 = 1 : CV 1 = $\text{Ausgangsnummer} \% 256$ (Ausgangsnummer Modulo 256 oder der Divisionsrest nach einer Division durch 256).

Beispiel: Ausgangsnummer = 1200.

$1200 / 256 = 4$ Rest 176 -> CV 1 = 176, CV 9 = 4

CV 3 – CV 6 (CV 515 – CV 518) bestimmen die Einschaltdauer der Ausgangspaare 1 bis 4. Die Zeit wird in Inkrementen von ca. 6,55 ms angegeben. Für elektromagnetische Antriebe für Weichen und Signale hat sich eine Zeit von ca. 0,3 s = 50 bewährt. Ein Wert von 0 bedeutet Dauerausgang. Bei Dauerbetrieb löst ein Ausgang aus einer Gruppe den anderen (die anderen) ab.

CV 7 (CV 519) enthält die Versionsnummer der Firmware (nur lesen, aktuelle Version 2.1 wird mit 21 dargestellt.)

CV 8 (CV 520) enthält die Kennung des Herstellers. Obwohl es sich um ein „Do-It-Yourself“ Produkt, also Kennung 13 handelt, ist als Kennung die 24 für „Mobatron.de“ eingetragen, da die Firmware im Wesentlichen der des kommerziell vertriebenen Decoders entspricht. CV 8 kann nur gelesen werden.

CV 9 (CV 521) enthält die höherwertigen Bits der Adresse. Mit CV 29, Bit 6 wird festgelegt, ob die Decoder- (Bit6 = 0) oder die Ausgangs-Adressierung (Bit6 = 1) zum Tragen kommt.

Decoderadressierung: (Siehe auch [Appendix A](#) auf der Seite 24)

CV 29, Bit6 = 0 : CV9 = $\text{Decodernummer} / 64$ (ganzzahliges Ergebnis der Division der Decodernummer durch 64. Dies sind die 3 höherwertigen Bits der 9-Bit Decoderadresse).

Beispiel: Decodernummer = 200.

$200 / 64 = 3$ Rest 8 -> CV 9 = 3, CV 1 = 8

Ausgangsadressierung:

CV 29, Bit6 = 1 : CV 9 = $\text{Ausgangsnummer} / 256$ (ganzzahliges Ergebnis der Division der Ausgangsnummer durch 256).

Beispiel: Ausgangsnummer = 1200.

$1200 / 256 = 4$ Rest 176 -> CV 9 = 4, CV 1 = 176

CV 28 (CV 540) Bestimmt über die bidirektionale Kommunikation des Decoders. Diese Eigenschaft ist in der vorliegenden Version des Decoders nicht implementiert. Der Parameter CV 28 wird deswegen ignoriert.

CV 29 (CV 541) Konfiguration des Decoders. In dieser Variablen haben die einzelnen Bits eine Bedeutung. Die Eigenschaften können deswegen auch Bitweise geändert werden. Die Bits haben folgende Bedeutung:

	Bedeutung	Default	Wert
Bit 0	reserviert (nur lesen)	0	1
Bit 1	reserviert (nur lesen)	0	2
Bit 2	reserviert (nur lesen)	0	4
Bit 3	Bi-Direktionale Kommunikation, immer 0 (nur Lesen)	0	8
Bit 4	reserviert (nur lesen)	0	16
Bit 5	Type: 0 = Basic Accessory Decoder, 1 = Extended Accessory Decoder	0	32
Bit 6	Adressierung 0 = Decoderadresse 1 = Ausgangsadresse (Siehe Kapitel 3.3.2)	0	64
Bit 7	Haupttype: 0 = Multi Function Decoder (nicht implementiert) 1 = Accessory Decoder (nur lesen)	1	128

Tabelle 2 Eigenschaften der CV 29

CV 33 (CV 545) enthält den Betriebsmodus für den Decoder, wenn er als „Basic Accessory Decoder“ mit Decoderadressierung konfiguriert ist (CV 29, Bit 5 = 0 und CV 29, Bit 6 = 0). Die meisten aktuellen Zentralen können den Decoder nur in dieser Betriebsart ansprechen.

Wert	Funktion
0	Individuelles Ansteuern von 8 Ausgängen
1	Ansteuern von 4 Ausgangspaaren. Die CV 3 – CV 6 definieren die Impulsdauer der Paare 0 – 3. Das ist die normale Weichenfunktion. Ist die Impulszeit in CV 3 bis CV 6 gleich 0, dann ergibt sich eine Dauerfunktion der Ausgänge und kann der Decoder für 2-begriffige Lichtsignale, Beleuchtung und/oder Motorweichen (Relais erforderlich) genutzt werden.
2	Zwei 3-begriffige Lichtsignale (Rot, Grün, Gelb oder Hp0, Hp1 und Hp2 oder Vr0, Vr1, Vr2) und 1 Ausgangspaar. Die CV 3, CV 4 und CV 5 müssen 0 sein. CV 6 bestimmt das Verhalten des letzten Ausgangspaares (Dauer/Impuls)
3	Zwei 4-begriffige Lichtsignale. Die CV 3 – CV 6 müssen 0 sein. Anwendung bei Ausfahrtsignalen der DB (HP0, Hp1, Hp2, Sh1)
4	Der Decoder wird in dieser Betriebsart über Auswahltabellen gesteuert. Er kann in diesem Modus zum Steuern eines Lichtsignals oder Kombinationssignals mit bis zu 8, 32 oder 40 Signalbegriffen verwendet werden. Die CV 3 – CV 6 müssen 0 sein. Die erforderlichen Signalbilder werden in den CV 49 bis CV 128 hinterlegt. Bei Bedarf kann jeder Signalbegriff im Betrieb mittels Hauptgleisprogrammierung angepasst werden. Jeder Signalbegriff besteht aus einer Maske, die bestimmt, welche Ausgänge an sind und eine zweite Maske, die bestimmt, welche Ausgänge blinken. Die Signalbegriffe werden in Gruppen aufgeteilt. Mittels einer zweiten Decoderadresse (CV 47) kann eine Gruppe von Signalbildern aktiviert werden. Damit können Sie eine Anhängigkeit zwischen einem Signal und die darauf folgende Weiche oder Signal bestimmen. Die Möglichkeiten sind hier schier unbegrenzt!
128	Wie Modus 0, jedoch mit Speicherung des Ausgangszustandes.
129	Wie Funktion 1, jedoch mit Speicherung der letzten Signalbegriffe (Speicherfunktion, die zuletzt gespeicherte Signalbegriffe werden beim Wiedereinschalten aktiv. Für Weichen nicht sinnvoll!)
130	Wie Funktion 2, jedoch mit Speicherung der letzten Signalbegriffe
131	Wie Funktion 3, jedoch mit Speicherung der letzten Signalbegriffe
132	Wie Funktion 4, jedoch mit Speicherung des zuletzt angezeigten Signalbegriffs

Tabelle 3 - Eigenschaften der CV 33

CV 34 (CV 546) Bestimmt die Frequenz des internen Blinktaktgenerators. Die Periodendauer wird als Vielfaches einer Zeiteinheit von ca. 6,55 ms eingetragen. Bei 2 Hz (500 ms) trägt

man also $500/6,55 = 76$ ein. Die Grundeinstellung ist 100 (ca. 1,5 Hz). Sehen Sie bitte auch bei den CV 35 und 46 nach, um das Blinken komplett zu konfigurieren.

CV 35 (CV 547) Bestimmt das Tastverhältnis des Blinksignals. Der Parameter muss immer kleiner sein als der Wert, den Sie in CV 34 eingetragen haben. Wenn er größer oder gleich ist, ist der Blinktakt verschwunden und bleiben die betroffenen Ausgänge ständig an. Ist CV 35 = 0 dann ist das Tastverhältnis 100% aus und 0 % ein. Betroffene Ausgänge gehen dann überhaupt nicht mehr an. Sehen Sie bitte auch bei den CV 34 und 46 nach, um das Blinken komplett zu konfigurieren.

CV 36 (CV 548) Steuert das Ab- und Aufblenden der verschiedenen Signalbegriffe. Beim Vorbild erlöschen Signalbegriffe, es gibt eine sehr kurze Dunkelphase und der neue Signalbegriff leuchtet auf. Die Zeit wird in Einheiten von ca. 6,55 ms ausgedrückt. Die Grundeinstellung ist 20, d.h. eine Abblend- und eine Aufblendzeit von ca. 130 ms. Die Dunkelphase wird automatisch mit der halben der in CV 36 eingestellten Zeit definiert. Das Ab- und Aufblenden macht nur beim Einsatz von Lichtsignalen Sinn. Weichenspulen könnten bei dieser Betriebsart Schaden nehmen, bzw. nicht richtig schalten. Gültige Werte für CV 36 liegen zwischen 1 und 127.

CV 37 (CV 549) In dieser Variablen wird festgelegt, für welche der 8 Ausgänge das Auf- und Abblenden aktiv ist. CV 37 ist ein Bitmuster, in dem Bit 0 für Ausgang 1R steht, Bit 1 für den Ausgang 1L, Bit 2 für den Ausgang 2R, usw. Möchten Sie das Ab- und Aufblenden für alle Ausgänge aktiv haben, geben Sie in CV 37 255 ein.

CV 38 – CV 45 (CV 550 – CV 557) enthalten die Zeiger (Indices) in die Gruppe von bis zu 40 Signalbildern, die sie im Bereich der CV 49 – 128 definieren können. Das indexierte Lesen und Anzeigen der Signalbilder aus diesem Bereich funktioniert **nur in Modus 4**. Wenn Ihr WdecN-90 nur eine Primäradresse (CV1 und CV9) verwendet und der Inhalt von CV47 Null ist, können Sie auf 8 Signalbegriffe zugreifen. Der Zeiger in CV 38 zeigt dabei auf den ersten von 8 Signalbegriffen. Die Voreinstellung von CV 38 ist Null. Damit sind Sie in der Lage, die Signalbegriffe aus den CVs 49 – 64 anzuzeigen. (Würden Sie den Inhalt von CV38 mittels POM verändern, könnten Sie trotzdem auf alle 40 Signalbilder zurückgreifen.)

Ist der Inhalt von CV47 ungleich Null, so verwendet der WdecN-90 eine Sekundäradresse die aus der Kombination CV47 (LSB) und CV 9 (MSB) besteht. Über die zweite Adresse wird nun der Zeiger (1 – 8, bzw. CV 38 – CV 45) ausgewählt. Über diese Zeigerauswahl wird die Abhängigkeit des Decoders vom Status des nächsten Decoders hergestellt. Der Index sagt also aus, welcher der 40 Signalbegriffe der 1. Begriff einer Gruppe von Begriffen ist, wenn der nächste Decoder z.B. Halt erkannt hat.

CV 38 : Index des ersten Begriffes einer Gruppe, der ausgegeben wird, wenn der nächste Decoder Status „0“ (z.B. Halt) hat.

CV 39 : Index des ersten Begriffes einer Gruppe, der ausgegeben wird, wenn der nächste Decoder Status „1“ (z.B. Fahrt mit 40 km/h) hat.

Die Werte in CV 38 – CV 45 dürfen im Bereich von 0 – 39 liegen.

Die [Tabellen 4, 5, 6 und 7](#) zeigen ein praktisches Beispiel für die Benutzung des Decoders für HI-Signale.

CV 46 (CV 558) definiert die Blinkmaske für die Betriebsarten 1 - 3. Die Bits 0-7 entsprechen den Ausgängen 1 – 8. Ist ein Bit gesetzt, dann blinkt der zugehörige Ausgang, wenn er angesteuert wird. Blinken macht nur bei Signalen oder Warnleuchten einen Sinn.

CV 47 (CV 559) enthält die Adresse (die 6 niederwertigen Bits der Adresse des) nächsten Decoders.

Die 3 höherwertigen Bits werden aus CV 9 genommen. Durch parallele Auswertung des Zustandes des nächsten Signals, kann der Zustand des an diesem Decoder angeschlossenen Signals beeinflusst werden. Es können sich nur Signale aus der gleichen Gruppe – mit gleichem CV 9 – gegenseitig beeinflussen (nur in Modus 4).

CV 48 (CV 560) enthält die Bitmaske, die bestimmt, welche Ausgänge vor der Ausgabe invertiert werden. Findet Verwendung in Modus 2 oder Modus 3, um bestimmte Signalbilder zu generieren, ohne dafür eine Diodenmatrix einzusetzen. Ein schönes Beispiel für das Invertieren der Ausgänge bietet das 3-begriffige schweizer Zwergsignal, das 3 Lampen hat, von denen immer zwei leuchten: Diese Anwendung ist [hier](#) dokumentiert.

CV 49, CV 51, CV 53, bis 127 (CV 561, CV 563, CV 565, bis CV 639) enthalten bis zu 40 Signalbegriffe, die unter folgenden Bedingungen abgerufen werden können:

CV 29, Bit 5 = 0 und CV 29, Bit 6 = 0, CV 33 = 4, CV 47 = 0, CV 38 = 0

Es können nur die ersten 8 Signalbegriffe abgerufen werden

CV 29, Bit 5 = 1 und CV 29, Bit 6 = 1, CV 47 = 0, CV 33 = 1, CV 38 = 0

Bis zu 32 Signalbegriffe (NMRA „Aspects“) können angezeigt werden. Dies ist die Erweiterte Betriebsart nach NMRA, die noch nicht von jeder Zentrale beherrscht wird.

CV 29, Bit 5 = 0 und CV 29, Bit 6 = 0, CV 33 = 4, CV 47 > 0

Abhängig vom Ausgangszustand des Decoders mit der LSB Adresse aus CV 47 wird über CV 38 – CV 45 jeder beliebige Signalbegriff innerhalb der 40 möglichen Signalbegriffe angezeigt.

Jeder Signalbegriff wird mit 2 aufeinander folgenden Bitmasken (CVs) definiert: die erste Bitmaske bestimmt, welche Ausgänge aktiv sind. Die jeweils zweite Bitmaske bestimmt, welche dieser Ausgänge blinken, wenn sie aktiv sind. Die [Tabellen 4, 5, 6 und 7](#) zeigen ein Beispiel für die Konfiguration eines HI Hauptsignals mit dem dazugehörigen Vorsignal in Abhängigkeit des nachfolgenden Signals.

CV 50, CV 52, CV 54, bis CV 128 (CV 562, CV 564, CV 566, bis CV 640) enthalten passend zu den obigen Signalbegriffen die bis zu 40 Blinkmasken. Im Beispiel der Tabelle 3 enthält CV 51 z.B. das Blinkattribut für die gelbe Signalleuchte des Vorsignals.

4.1 Erweiterte DCC-Befehle für Zubehördecoder

Diese Befehle sind bereits heute in der Firmware des Decoders implementiert. Aktuelle Zentralen, welche diese Befehle auch ausgeben können, existieren (noch) nicht.

Die Befehle lauten:

- Erweiterter Befehl für Zubehördecoder (Auswahl eines Signalbegriffes aus 32 über eine einzige Weichenadresse)
- Erweiterter Broadcast Befehl für Zubehördecoder (wie oben, alle Decoder hören zu. Beispiel; alle Signale auf Halt stellen.)
- POM für erweiterte Zubehördecoder (z.B. für flexibles online Verändern der Signalbegriffe mit einer Computersteuerung.)

4.2 Rücksetzen auf Auslieferungszustand

Um den Decoder WdecN-90 wieder auf Auslieferungszustand zurückzusetzen, wird er auf die Adresse 0 programmiert. Dazu werden die CVs 1 und CV 9 beide zu 0 gesetzt. Das Rücksetzen berührt nicht die Inhalte der CV 49 – CV 128.

- Die Adresse des Decoders wird zurück auf 1 gestellt
- Die Schaltzeiten CV 3 – CV 6 werden auf 50 (0,32 s) gestellt
- Betriebsart CV 33 = 1 (Standard Weichendecoder)
- Das Speichern wird abgeschaltet
- Decoderadressierung wird aktiviert (CV 29, Bit 6 = 0)
- Standard Befehle für Zubehördecoder werden aktiviert (CV 29, Bit 5 = 0)
- Das Ab- und Aufblenden der Ausgänge wird abgeschaltet (CV 36 = 20, CV 37 = 0)
- Blinkmaske und Invertierungsmaske werden abgeschaltet (CV 46 = 0, CV 48 = 0)

4.3 Beispielkonfiguration für Modus 4

	Vorsignal		Hauptsignal						Wert	Index/Begriff	
	Gelb	Grün	Linie Gelb	Linie Grün	Rot	Gelb oben	Gelb unten	Grün			
	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0			
CV 49	1	0	0	0	1	0	0	0	136	0 / Hp0	
CV 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 51	1	0	0	0	0	1	1	0	134	1 / HI12a	
CV 52	1	0	0	0	0	0	0	0	128		
CV 53	1	0	1	0	0	1	1	0	166	2 / HI12b	
CV 54	1	0	0	0	0	0	0	0	128		
CV 55	0	1	0	1	0	1	1	0	86	3 / HI11	
CV 56	0	1	0	0	0	0	0	0	64		
CV 57	0	1	0	0	0	1	0	0	68	4 / HI10	
CV 58	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 59	1	0	0	0	1	0	0	0	136	5 / Hp0	
CV 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 61	1	0	0	0	0	1	0	0	136	6 / Hp0	
CV 62	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 63	1	0	0	0	0	1	0	0	136	7 / Hp0	
CV 64	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Tabelle 4 - Beispielkonfiguration für ein HI Hauptsignal mit zugehörigem Vorsignal. Das nächste Signal zeigt Halt, CV 38 = 0

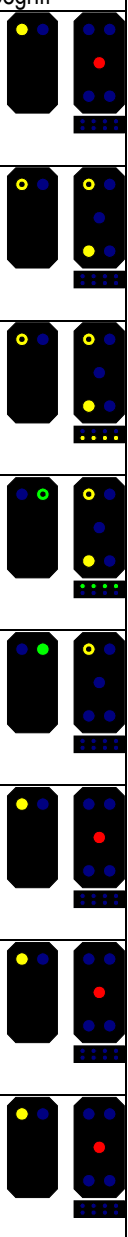
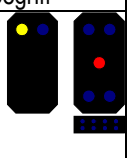
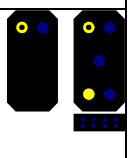
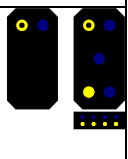
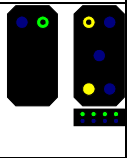
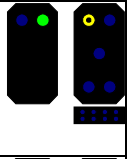
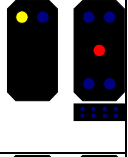
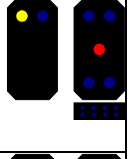
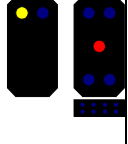
	Vorsignal		Hauptsignal						Wert	Index / Begriff	
	Gelb	Grün	Linie Gelb	Linie Grün	Rot	Gelb oben	Gelb unten	Grün			
	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0			
CV 65	1	0	0	0	1	0	0	0	136	8 / Hp0	
CV 66	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 67	1	0	0	0	0	1	1	0	134	9 / HI9a	
CV 68	1	0	0	0	0	1	0	0	132		
CV 69	1	0	1	0	0	1	1	0	166	10 / HI9b	
CV 70	1	0	0	0	0	1	0	0	132		
CV 71	0	1	0	1	0	1	1	0	86	11 / HI8	
CV 72	0	1	0	0	0	1	0	0	68		
CV 73	0	1	0	0	0	1	0	0	68	12 / HI7	
CV 74	0	0	0	0	0	1	0	0	4		
CV 75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13 / Hp0	
CV 76	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14 / Hp0	
CV 78	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 / Hp0	
CV 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Tabelle 5 - Beispielkonfiguration für ein HI Hauptsignal mit zugehörigem Vorsignal. Das nächste Signal zeigt Fahrt mit 40 km/h oder fährt mit /60 km/h. CV 39 = 8, CV 40 = 8

	Vorsignal		Hauptsignal						Wert	Index / Begriff	
	Gelb	Grün	Linie Gelb	Linie Grün	Rot	Gelb oben	Gelb unten	Grün			
	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0			
CV 81	1	0	0	0	1	0	0	0	136	16 / Hp0	
CV 82	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 83	1	0	0	0	0	0	1	1	131	17 / HI6a	
CV 84	1	0	0	0	0	0	0	1	128		
CV 85	1	0	1	0	0	0	1	0	162	18 / HI6b	
CV 86	1	0	0	0	0	0	0	0	128		
CV 87	0	1	0	1	0	0	1	1	83	19 / HI5	
CV 88	0	1	0	0	0	0	0	1	65		
CV 89	0	1	0	0	0	0	0	1	65	20 / HI4	
CV 90	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
CV 91	1	0	0	0	1	0	0	0	136	21 / Hp0	
CV 92	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 93	1	0	0	0	1	0	0	0	136	22 / Hp0	
CV 94	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 95	1	0	0	0	1	0	0	0	136	23 / Hp0	
CV 96	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Tabelle 6 - Beispielkonfiguration für ein HI Hauptsignal mit zugehörigem Vorsignal. Das nächste Signal zeigt Fahrt mit 100 km/h. CV 41 = 16

	Vorsignal		Hauptsignal						Wert	Index / Begriff	
	Gelb	Grün	Linie Gelb	Linie Grün	Rot	Gelb oben	Gelb unten	Grün			
	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0			
CV 97	1	0	0	0	1	0	0	0	136	24 / Hp0	
CV 98	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 99	1	0	0	0	0	0	1	1	131	25 / HI3a	
CV 100	1	0	0	0	0	0	0	0	128		
CV 101	1	0	1	0	0	0	1	1	163	26 / HI3b	
CV 102	1	0	0	0	0	0	0	0	128		
CV 103	0	1	0	1	0	0	1	1	83	27 / HI2	
CV 104	0	1	0	0	0	0	0	0	64		
CV 105	0	1	0	0	0	0	0	1	65	28 / HI1	
CV 106	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 107	1	0	0	0	1	0	0	0	136	29 / Hp0	
CV 108	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 109	1	0	0	0	1	0	0	0	136	30 / Hp0	
CV 110	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CV 111	1	0	0	0	1	0	0	0	136	31 / Hp0	
CV 112	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Tabelle 7 - Beispielkonfiguration für ein HI Hauptsignal mit zugehörigem Vorsignal. Das nächste Signal zeigt freie Fahrt. CV 42 = 24. Die CVs 43, 44 und 45 enthalten den Wert 0. Damit zeigen sie auf die Begriffe, die angezeigt werden, wenn das nächste Signal „Halt“ zeigt.

4.4 Übersicht aller CVs

CV	CV # (Optional)	Beschreibung	De- fault	Anmerkung
1	513	LSB of accessory decoder address	1	1 - 63
2	514	Auxiliary activation of outputs	0	Bitmuster 0-255
3	515	Time On F1	50	0 -255, 0 = Dauerausgang
4	516	Time On F2	50	0 -255, 0 = Dauerausgang
5	517	Time On F3	50	0 -255, 0 = Dauerausgang
6	518	Time On F4	50	0 -255, 0 = Dauerausgang
7	519	Versionsnummer des Herstellers	20	Read only (V 2.0)
8	520	Kennzahl des Herstellers	24	MoBaTron.de
9	521	MSB of accessory decoder address	0	0 - 7 (maximal 511 Decoder)
10	522	Reserved by NMRA for future use	255	
11	523	Reserved by NMRA for future use	255	
12	524	Reserved by NMRA for future use	255	
13	525	Reserved by NMRA for future use	255	
14	526	Reserved by NMRA for future use	255	
15	527	Reserved by NMRA for future use	255	
16	528	Reserved by NMRA for future use	255	
17	529	Reserved by NMRA for future use	255	
18	530	Reserved by NMRA for future use	255	
19	531	Reserved by NMRA for future use	255	
20	532	Reserved by NMRA for future use	255	
21	533	Reserved by NMRA for future use	255	
22	534	Reserved by NMRA for future use	255	
23	535	Reserved by NMRA for future use	255	
24	536	Reserved by NMRA for future use	255	
25	537	Reserved by NMRA for future use	255	
26	538	Reserved by NMRA for future use	255	
27	539	Reserved by NMRA for future use	255	
28	540	Konfiguration bi-direktionaler Kommunikation	255	Bitmuster (wird nicht genutzt)
29	541	Konfiguration des Decoders	128	Bitmuster
30	542	Reserved by NMRA for future use	255	
31	543	Reserved by NMRA for future use	255	
32	544	Reserved by NMRA for future use	255	
33	545	Auswahl des Betriebsmodus	0	0 - 4, 128 - 132
34	546	Blinkfrequenz	100	$100 \times 0,00655 \text{ s} = 0,65536 \text{ s}$ (ca. 1,5 Hz)
35	547	Tastverhältnis Blinken	50	CV 35 < CV34
36	548	Hochlaufzeit für weiches Ein- Ausschalten	20	ca. 130 ms 1 < CV 36 <= 127
37	549	Softmaske	0	0 - 255 Welche Ausgänge schalten soft
38	550	Index für Signalbegriff 1 des nächsten Signals	0	0 - 39 Was soll dieses Signal anzeigen?
39	551	Index für Signalbegriff 2 des nächsten Signals	0	0 - 39 Was soll dieses Signal anzeigen?
40	552	Index für Signalbegriff 3 des nächsten Signals	0	0 - 39 Was soll dieses Signal anzeigen?
41	553	Index für Signalbegriff 4 des nächsten Signals	0	0 - 39 Was soll dieses Signal anzeigen?
42	554	Index für Signalbegriff 5 des nächsten Signals	0	0 - 39 Was soll dieses Signal anzeigen?
43	555	Index für Signalbegriff 6 des nächsten Signals	0	0 - 39 Was soll dieses Signal anzeigen?
44	556	Index für Signalbegriff 7 des nächsten Signals	0	0 - 39 Was soll dieses Signal anzeigen?
45	557	Index für Signalbegriff 8 des nächsten Signals	0	0 - 39 Was soll dieses Signal anzeigen?
46	558	Blinkmaske (Modi 1-3, siehe CV 33)	0	Welche Ausgänge blinken?
47	559	LSB (6 Bit) des nächsten Signaldecoders	0	MSB = CV 9
48	560	Invertieren der Ausgänge (Bitmuster)	0	0 - 255 auch für einzelne Bits erlaubt
49	561	Ausgabemaske Signalbegriff 1	0	Index 0
50	562	Blinkmaske 1	0	Index 0
51	563	Ausgabemaske Signalbegriff 2	0	Index 1
52	564	Blinkmaske 2	0	Index 1
53	565	Ausgabemaske Signalbegriff 3	0	Index 2
54	566	Blinkmaske 3	0	Index 2
55	567	Ausgabemaske Signalbegriff 4	0	Index 3
56	568	Blinkmaske 4	0	Index 3
57	569	Ausgabemaske Signalbegriff 5	0	Index 4
58	570	Blinkmaske 5	0	Index 4
59	571	Ausgabemaske Signalbegriff 6	0	Index 5
60	572	Blinkmaske 6	0	Index 5
61	573	Ausgabemaske Signalbegriff 7	0	Index 6
62	574	Blinkmaske 7	0	Index 6
63	575	Ausgabemaske Signalbegriff 8	0	Index 7
64	576	Blinkmaske 8	0	Index 7
65	577	Ausgabemaske Signalbegriff 9	0	Index 8
66	578	Blinkmaske 9	0	Index 8

67	579	Ausgabemaske Signalbegriff 10	0	Index 9
68	580	Blinkmaske 10	0	Index 9
69	581	Ausgabemaske Signalbegriff 11	0	Index 10
70	582	Blinkmaske 11	0	Index 10
71	583	Ausgabemaske Signalbegriff 12	0	Index 11
72	584	Blinkmaske 12	0	Index 11
73	585	Ausgabemaske Signalbegriff 13	0	Index 12
74	586	Blinkmaske 13	0	Index 12
75	587	Ausgabemaske Signalbegriff 14	0	Index 13
76	588	Blinkmaske 14	0	Index 13
77	589	Ausgabemaske Signalbegriff 15	0	Index 14
78	590	Blinkmaske 15	0	Index 14
79	591	Ausgabemaske Signalbegriff 16	0	Index 15
80	592	Blinkmaske 16	0	Index 15
81	593	Ausgabemaske Signalbegriff 17	0	Index 16
82	594	Blinkmaske 17	0	Index 16 (eigentlich reserviert für NMRA)
83	595	Ausgabemaske Signalbegriff 18	0	Index 17 (eigentlich reserviert für NMRA)
84	596	Blinkmaske 18	0	Index 17 (eigentlich reserviert für NMRA)
85	597	Ausgabemaske Signalbegriff 19	0	Index 18 (eigentlich reserviert für NMRA)
86	598	Blinkmaske 19	0	Index 18 (eigentlich reserviert für NMRA)
87	599	Ausgabemaske Signalbegriff 20	0	Index 19 (eigentlich reserviert für NMRA)
88	600	Blinkmaske 20	0	Index 19 (eigentlich reserviert für NMRA)
89	601	Ausgabemaske Signalbegriff 21	0	Index 20 (eigentlich reserviert für NMRA)
90	602	Blinkmaske 21	0	Index 20 (eigentlich reserviert für NMRA)
91	603	Ausgabemaske Signalbegriff 22	0	Index 21 (eigentlich reserviert für NMRA)
92	604	Blinkmaske 22	0	Index 21 (eigentlich reserviert für NMRA)
93	605	Ausgabemaske Signalbegriff 23	0	Index 22 (eigentlich reserviert für NMRA)
94	606	Blinkmaske 23	0	Index 22 (eigentlich reserviert für NMRA)
95	607	Ausgabemaske Signalbegriff 24	0	Index 23 (eigentlich reserviert für NMRA)
96	608	Blinkmaske 24	0	Index 23 (eigentlich reserviert für NMRA)
97	609	Ausgabemaske Signalbegriff 25	0	Index 24 (eigentlich reserviert für NMRA)
98	610	Blinkmaske 25	0	Index 24 (eigentlich reserviert für NMRA)
99	611	Ausgabemaske Signalbegriff 26	0	Index 25 (eigentlich reserviert für NMRA)
100	612	Blinkmaske 26	0	Index 25 (eigentlich reserviert für NMRA)
101	613	Ausgabemaske Signalbegriff 27	0	Index 26 (eigentlich reserviert für NMRA)
102	614	Blinkmaske 27	0	Index 26 (eigentlich reserviert für NMRA)
103	615	Ausgabemaske Signalbegriff 28	0	Index 27 (eigentlich reserviert für NMRA)
104	616	Blinkmaske 28	0	Index 27 (eigentlich reserviert für NMRA)
105	617	Ausgabemaske Signalbegriff 29	0	Index 28 (eigentlich reserviert für NMRA)
106	618	Blinkmaske 29	0	Index 28 (eigentlich reserviert für NMRA)
107	619	Ausgabemaske Signalbegriff 30	0	Index 29 (eigentlich reserviert für NMRA)
108	620	Blinkmaske 30	0	Index 29 (eigentlich reserviert für NMRA)
109	621	Ausgabemaske Signalbegriff 31	0	Index 30 (eigentlich reserviert für NMRA)
110	622	Blinkmaske 31	0	Index 30 (eigentlich reserviert für NMRA)
111	623	Ausgabemaske Signalbegriff 32	0	Index 31 (eigentlich reserviert für NMRA)
112	624	Blinkmaske 32	0	Index 31
113	625	Ausgabemaske Signalbegriff 33	0	Index 32
114	626	Blinkmaske 33	0	Index 32
115	627	Ausgabemaske Signalbegriff 34	0	Index 33
116	628	Blinkmaske 34	0	Index 33
117	629	Ausgabemaske Signalbegriff 35	0	Index 34
118	630	Blinkmaske 35	0	Index 34
119	631	Ausgabemaske Signalbegriff 36	0	Index 35
120	632	Blinkmaske 36	0	Index 35
121	633	Ausgabemaske Signalbegriff 37	0	Index 36
122	634	Blinkmaske 37	0	Index 36
123	635	Ausgabemaske Signalbegriff 38	0	Index 37
124	636	Blinkmaske 38	0	Index 37
125	637	Ausgabemaske Signalbegriff 39	0	Index 38
126	638	Blinkmaske 39	0	Index 38
127	639	Ausgabemaske Signalbegriff 40	0	Index 39
128	640	Blinkmaske 40	0	Index 39

Tabelle 8 - Übersicht der CVs für NMRA-kompatible Zubehördecoder. Die grau hinterlegten Felder zeigen die Standard NMRA-CVs, die übrigen Felder sind für die spezifischen Eigenschaften des Decoders.

5.3 Die realisierte Variante

Auch die Maximalausstattung ist nur als Vorschlag zu werten und kann in vielen Punkten dem persönlichen Bedarf angepasst werden. Das einzig Unveränderliche ist die Software des ATMEL μ Controllers, die u.a. vorschreibt, dass das DCC-Signal am Eingang INT0 anliegt und die Acknowledge Impulse über den Ausgang PD5 erzeugt werden. Die Software WDecN-90 geht von einem 10 MHz Prozessortakt aus und verlangt deswegen auch beim Einsatz des neueren ATTiny2313 den Einsatz eines 10 MHz Quarzes.

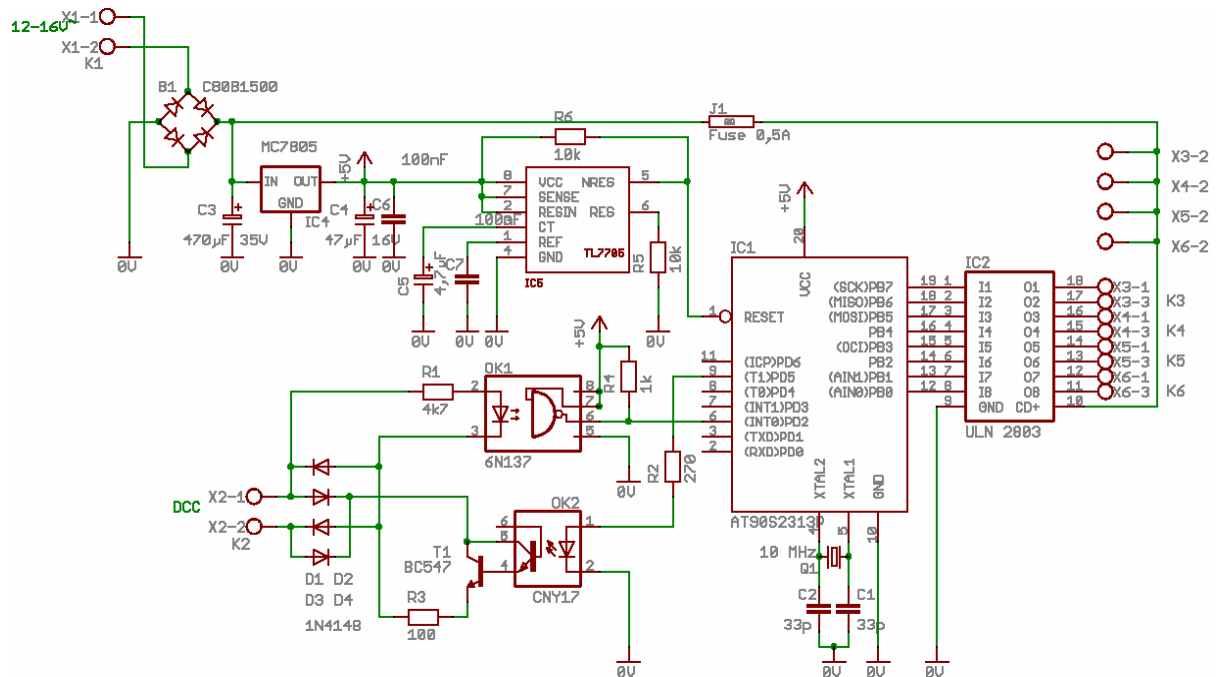


Abbildung 7 - Die realisierte Schaltung für den WDecN-90

Dank der Optokoppler sind die Versorgungsspannung der Schaltung und die mit ihr betriebenen Weichen und Signale von der DCC Gleisspannung getrennt. Verpolen des DCC-Signals, falscher Massebezug und andere Verdrahtungsfehler führen deswegen nicht grundsätzlich zu Kurzschlüssen, Fehlfunktionen oder Zerstörung von Komponenten.

Der Ausgangstreiber ULN 2803 kann pro Ausgang 500 mA liefern. Wenn mehrere Ausgänge gleichzeitig aktiv sind, ist der Gesamtstrom zu reduzieren. Ein maximaler Gesamtstrom von ca. 1A ist eine sichere Größe. Werden schwergängige Weichenantriebe verwendet, sollten 2 ULN 2803 parallel geschaltet werden. Die Multifuse¹⁰ und der Brückengleichrichter sind entsprechend zu bemessen.

Für besondere Anwendungen kann auf Klemmleiste K2 auf einer dritten Klemme die interne Masse des Decoders rausgeführt werden. Diese Klemme kann z.B. als Masseanschluss für das Lämpchen im Fleischmann Flügelsignal verwendet werden.



Vorsicht: Der Masseanschluss darf mit KEINEM anderen Signal oder Potenzial der Anlage verbunden werden. Er darf lediglich für Anwendungen verwendet werden, bei denen der am Decoder angeschlossene Verbraucher neben dem internen Plus auch die interne Masse benötigt. Der zusätzlich aufgenommene Strom darf nicht zur Überlastung des Decoders führen.

6 Umgesetzte DCC-Packets

Nachfolgend die Übersicht der im Decoder umgesetzten DCC Packets. Alle hier aufgeführten Telegramme werden verstanden und ausgeführt.

Reset Packet	[preamble]0[00000000]0[00000000]0[EEEEEEEE]1	
Basic Packet	[preamble]0[10AAAAAA]0[1AAACDDD]0[EEEEEEEE]1 AAAAAA AAA C DDD EEEEEEEE	= Decoder Address = Output State = Coil (0-7) = Checksum
Broadcast Packet	[preamble]0[10111111]0[1000CDDD]0[EEEEEEEE]1	
Extended Packet	[preamble]0[10AAAAAA]0[0AAA0AA1]0[000XXXXX]0[EEEEEEEE]1 AAAAAA AAA AA XXXXX 00000 EEEEEEEE	= Output Address = Signal Aspect = Stop Aspect = Checksum
Ext. Broadcast	[preamble]0[10111111]0[00001111]0[000XXXXX]0[EEEEEEEE]1	
Bas.Op.Mode.Prog	[preamble]0[10AAAAAA]0[1AAACDDD]0[CVACCESS]0[EEEEEEEE]1 AAAAAA AAA1DDD AAAAAA AAA0000 CVACCESS EEEEEEEE	= Output Address = Decoder Address = DCC Programming CMD = Checksum
Ext.Op.Mode.Prog	[preamble]0[10AAAAAA]0[0AAA0AA1]0[CVACCESS]0[EEEEEEEE]1	
Serv.Mode Prog.	[preamble]0[0111CCVV]0[VVVVVVVV]0[DDDDDDDD]0[EEEEEEEE]1 CC CC CC CC VV VVVVVVVV DDDDDDDD EEEEEEEE	= Command = 01 Verify Byte = 11 Write Byte = 10 Bit Manipulation = CV Number = New Value = Checksum
CVACCESS	[1110CCVV]0[VVVVVVVV]0[DDDDDDDD]0[EEEEEEEE]1 CC CC CC CC VV VVVVVVVV DDDDDDDD EEEEEEEE	= Command = 01 Verify Byte = 11 Write Byte = 10 Bit Manipulation = CV Number = New Value = Checksum

7 Was ist neu in V2.1?

Gegenüber der Vorgängerversion V2.0 gibt es folgende Änderungen Ergänzungen:

- Der Code ist nur noch auf einem ATTiny2313 lauffähig
- Mode 0 zum individuellen Steuern der 8 Decoderausgänge wurde hinzugefügt
- Auswahl der erweiterten Funktionalität in Bit 5 von CV 29 aktiviert automatisch die Ausgangsadressierung.

Appendix A Adressierung

Decoder	CV513	CV521	Weichen	Decoder	CV513	CV521	Weichen	Decoder	CV513	CV521	Weichen
1	1	0	1 - 4	65	1	1	257 - 260	129	1	2	513 - 516
2	2	0	5 - 8	66	2	1	261 - 264	130	2	2	517 - 520
3	3	0	9 - 12	67	3	1	265 - 268	131	3	2	521 - 524
4	4	0	13 - 16	68	4	1	269 - 272	132	4	2	525 - 528
5	5	0	17 - 20	69	5	1	273 - 276	133	5	2	529 - 532
6	6	0	21 - 24	70	6	1	277 - 280	134	6	2	533 - 536
7	7	0	25 - 28	71	7	1	281 - 284	135	7	2	537 - 540
8	8	0	29 - 32	72	8	1	285 - 288	136	8	2	541 - 544
9	9	0	33 - 36	73	9	1	289 - 292	137	9	2	545 - 548
10	10	0	37 - 40	74	10	1	293 - 296	138	10	2	549 - 552
11	11	0	41 - 44	75	11	1	297 - 300	139	11	2	553 - 556
12	12	0	45 - 48	76	12	1	301 - 304	140	12	2	557 - 560
13	13	0	49 - 52	77	13	1	305 - 308	141	13	2	561 - 564
14	14	0	53 - 56	78	14	1	309 - 312	142	14	2	565 - 568
15	15	0	57 - 60	79	15	1	313 - 316	143	15	2	569 - 572
16	16	0	61 - 64	80	16	1	317 - 320	144	16	2	573 - 576
17	17	0	65 - 68	81	17	1	321 - 324	145	17	2	577 - 580
18	18	0	69 - 72	82	18	1	325 - 328	146	18	2	581 - 584
19	19	0	73 - 76	83	19	1	329 - 332	147	19	2	585 - 588
20	20	0	77 - 80	84	20	1	333 - 336	148	20	2	589 - 592
21	21	0	81 - 84	85	21	1	337 - 340	149	21	2	593 - 596
22	22	0	85 - 88	86	22	1	341 - 344	150	22	2	597 - 600
23	23	0	89 - 92	87	23	1	345 - 348	151	23	2	601 - 604
24	24	0	93 - 96	88	24	1	349 - 352	152	24	2	605 - 608
25	25	0	97 - 100	89	25	1	353 - 356	153	25	2	609 - 612
26	26	0	101 - 104	90	26	1	357 - 360	154	26	2	613 - 616
27	27	0	105 - 108	91	27	1	361 - 364	155	27	2	617 - 620
28	28	0	109 - 112	92	28	1	365 - 368	156	28	2	621 - 624
29	29	0	113 - 116	93	29	1	369 - 372	157	29	2	625 - 628
30	30	0	117 - 120	94	30	1	373 - 376	158	30	2	629 - 632
31	31	0	121 - 124	95	31	1	377 - 380	159	31	2	633 - 636
32	32	0	125 - 128	96	32	1	381 - 384	160	32	2	637 - 640
33	33	0	129 - 132	97	33	1	385 - 388	161	33	2	641 - 644
34	34	0	133 - 136	98	34	1	389 - 392	162	34	2	645 - 648
35	35	0	137 - 140	99	35	1	393 - 396	163	35	2	649 - 652
36	36	0	141 - 144	100	36	1	397 - 400	164	36	2	653 - 656
37	37	0	145 - 148	101	37	1	401 - 404	165	37	2	657 - 660
38	38	0	149 - 152	102	38	1	405 - 408	166	38	2	661 - 664
39	39	0	153 - 156	103	39	1	409 - 412	167	39	2	665 - 668
40	40	0	157 - 160	104	40	1	413 - 416	168	40	2	669 - 672
41	41	0	161 - 164	105	41	1	417 - 420	169	41	2	673 - 676
42	42	0	165 - 168	106	42	1	421 - 424	170	42	2	677 - 680
43	43	0	169 - 172	107	43	1	425 - 428	171	43	2	681 - 684
44	44	0	173 - 176	108	44	1	429 - 432	172	44	2	685 - 688
45	45	0	177 - 180	109	45	1	433 - 436	173	45	2	689 - 692
46	46	0	181 - 184	110	46	1	437 - 440	174	46	2	693 - 696
47	47	0	185 - 188	111	47	1	441 - 444	175	47	2	697 - 700
48	48	0	189 - 192	112	48	1	445 - 448	176	48	2	701 - 704
49	49	0	193 - 196	113	49	1	449 - 452	177	49	2	705 - 708
50	50	0	197 - 200	114	50	1	453 - 456	178	50	2	709 - 712
51	51	0	201 - 204	115	51	1	457 - 460	179	51	2	713 - 716
52	52	0	205 - 208	116	52	1	461 - 464	180	52	2	717 - 720
53	53	0	209 - 212	117	53	1	465 - 468	181	53	2	721 - 724
54	54	0	213 - 216	118	54	1	469 - 472	182	54	2	725 - 728
55	55	0	217 - 220	119	55	1	473 - 476	183	55	2	729 - 732
56	56	0	221 - 224	120	56	1	477 - 480	184	56	2	733 - 736
57	57	0	225 - 228	121	57	1	481 - 484	185	57	2	737 - 740
58	58	0	229 - 232	122	58	1	485 - 488	186	58	2	741 - 744
59	59	0	233 - 236	123	59	1	489 - 492	187	59	2	745 - 748
60	60	0	237 - 240	124	60	1	493 - 496	188	60	2	749 - 752
61	61	0	241 - 244	125	61	1	497 - 500	189	61	2	753 - 756
62	62	0	245 - 248	126	62	1	501 - 504	190	62	2	757 - 760
63	63	0	249 - 252	127	63	1	505 - 508	191	63	2	761 - 764
64	0	1	253 - 256	128	0	2	509 - 512	192	0	3	765 - 768

Tabelle 10 Decoderadressierung in CV 1 und CV 9, Decoder 1 bis 192

Deco- der	CV513	CV521	Weichen	Deco- der	CV513	CV521	Weichen	Deco- der	CV513	CV521	Weichen
193	1	3	769 - 772	257	1	4	1025 - 1028	321	1	5	1281 - 1284
194	2	3	773 - 776	258	2	4	1029 - 1032	322	2	5	1285 - 1288
195	3	3	777 - 780	259	3	4	1033 - 1036	323	3	5	1289 - 1292
196	4	3	781 - 784	260	4	4	1037 - 1040	324	4	5	1293 - 1296
197	5	3	785 - 788	261	5	4	1041 - 1044	325	5	5	1297 - 1300
198	6	3	789 - 792	262	6	4	1045 - 1048	326	6	5	1301 - 1304
199	7	3	793 - 796	263	7	4	1049 - 1052	327	7	5	1305 - 1308
200	8	3	797 - 800	264	8	4	1053 - 1056	328	8	5	1309 - 1312
201	9	3	801 - 804	265	9	4	1057 - 1060	329	9	5	1313 - 1316
202	10	3	805 - 808	266	10	4	1061 - 1064	330	10	5	1317 - 1320
203	11	3	809 - 812	267	11	4	1065 - 1068	331	11	5	1321 - 1324
204	12	3	813 - 816	268	12	4	1069 - 1072	332	12	5	1325 - 1328
205	13	3	817 - 820	269	13	4	1073 - 1076	333	13	5	1329 - 1332
206	14	3	821 - 824	270	14	4	1077 - 1080	334	14	5	1333 - 1336
207	15	3	825 - 828	271	15	4	1081 - 1084	335	15	5	1337 - 1340
208	16	3	829 - 832	272	16	4	1085 - 1088	336	16	5	1341 - 1344
209	17	3	833 - 836	273	17	4	1089 - 1092	337	17	5	1345 - 1348
210	18	3	837 - 840	274	18	4	1093 - 1096	338	18	5	1349 - 1352
211	19	3	841 - 844	275	19	4	1097 - 1100	339	19	5	1353 - 1356
212	20	3	845 - 848	276	20	4	1101 - 1104	340	20	5	1357 - 1360
213	21	3	849 - 852	277	21	4	1105 - 1108	341	21	5	1361 - 1364
214	22	3	853 - 856	278	22	4	1109 - 1112	342	22	5	1365 - 1368
215	23	3	857 - 860	279	23	4	1113 - 1116	343	23	5	1369 - 1372
216	24	3	861 - 864	280	24	4	1117 - 1120	344	24	5	1373 - 1376
217	25	3	865 - 868	281	25	4	1121 - 1124	345	25	5	1377 - 1380
218	26	3	869 - 872	282	26	4	1125 - 1128	346	26	5	1381 - 1384
219	27	3	873 - 876	283	27	4	1129 - 1132	347	27	5	1385 - 1388
220	28	3	877 - 880	284	28	4	1133 - 1136	348	28	5	1389 - 1392
221	29	3	881 - 884	285	29	4	1137 - 1140	349	29	5	1393 - 1396
222	30	3	885 - 888	286	30	4	1141 - 1144	350	30	5	1397 - 1400
223	31	3	889 - 892	287	31	4	1145 - 1148	351	31	5	1401 - 1404
224	32	3	893 - 896	288	32	4	1149 - 1152	352	32	5	1405 - 1408
225	33	3	897 - 900	289	33	4	1153 - 1156	353	33	5	1409 - 1412
226	34	3	901 - 904	290	34	4	1157 - 1160	354	34	5	1413 - 1416
227	35	3	905 - 908	291	35	4	1161 - 1164	355	35	5	1417 - 1420
228	36	3	909 - 912	292	36	4	1165 - 1168	356	36	5	1421 - 1424
229	37	3	913 - 916	293	37	4	1169 - 1172	357	37	5	1425 - 1428
230	38	3	917 - 920	294	38	4	1173 - 1176	358	38	5	1429 - 1432
231	39	3	921 - 924	295	39	4	1177 - 1180	359	39	5	1433 - 1436
232	40	3	925 - 928	296	40	4	1181 - 1184	360	40	5	1437 - 1440
233	41	3	929 - 932	297	41	4	1185 - 1188	361	41	5	1441 - 1444
234	42	3	933 - 936	298	42	4	1189 - 1192	362	42	5	1445 - 1448
235	43	3	937 - 940	299	43	4	1193 - 1196	363	43	5	1449 - 1452
236	44	3	941 - 944	300	44	4	1197 - 1200	364	44	5	1453 - 1456
237	45	3	945 - 948	301	45	4	1201 - 1204	365	45	5	1457 - 1460
238	46	3	949 - 952	302	46	4	1205 - 1208	366	46	5	1461 - 1464
239	47	3	953 - 956	303	47	4	1209 - 1212	367	47	5	1465 - 1468
240	48	3	957 - 960	304	48	4	1213 - 1216	368	48	5	1469 - 1472
241	49	3	961 - 964	305	49	4	1217 - 1220	369	49	5	1473 - 1476
242	50	3	965 - 968	306	50	4	1221 - 1224	370	50	5	1477 - 1480
243	51	3	969 - 972	307	51	4	1225 - 1228	371	51	5	1481 - 1484
244	52	3	973 - 976	308	52	4	1229 - 1232	372	52	5	1485 - 1488
245	53	3	977 - 980	309	53	4	1233 - 1236	373	53	5	1489 - 1492
246	54	3	981 - 984	310	54	4	1237 - 1240	374	54	5	1493 - 1496
247	55	3	985 - 988	311	55	4	1241 - 1244	375	55	5	1497 - 1500
248	56	3	989 - 992	312	56	4	1245 - 1248	376	56	5	1501 - 1504
249	57	3	993 - 996	313	57	4	1249 - 1252	377	57	5	1505 - 1508
250	58	3	997 - 1000	314	58	4	1253 - 1256	378	58	5	1509 - 1512
251	59	3	1001 - 1004	315	59	4	1257 - 1260	379	59	5	1513 - 1516
252	60	3	1005 - 1008	316	60	4	1261 - 1264	380	60	5	1517 - 1520
253	61	3	1009 - 1012	317	61	4	1265 - 1268	381	61	5	1521 - 1524
254	62	3	1013 - 1016	318	62	4	1269 - 1272	382	62	5	1525 - 1528
255	63	3	1017 - 1020	319	63	4	1273 - 1276	383	63	5	1529 - 1532
256	0	4	1021 - 1024	320	0	5	1277 - 1280	384	0	6	1533 - 1536

Tabelle 11 Decoderadressierung in CV 1 und CV 9, Decoder 193 bis 384

Decoder	CV513	CV521	Weichen	Decoder	CV513	CV521	Weichen
385	1	6	1537 - 1540	449	1	7	1793 - 1796
386	2	6	1541 - 1544	450	2	7	1797 - 1800
387	3	6	1545 - 1548	451	3	7	1801 - 1804
388	4	6	1549 - 1552	452	4	7	1805 - 1808
389	5	6	1553 - 1556	453	5	7	1809 - 1812
390	6	6	1557 - 1560	454	6	7	1813 - 1816
391	7	6	1561 - 1564	455	7	7	1817 - 1820
392	8	6	1565 - 1568	456	8	7	1821 - 1824
393	9	6	1569 - 1572	457	9	7	1825 - 1828
394	10	6	1573 - 1576	458	10	7	1829 - 1832
395	11	6	1577 - 1580	459	11	7	1833 - 1836
396	12	6	1581 - 1584	460	12	7	1837 - 1840
397	13	6	1585 - 1588	461	13	7	1841 - 1844
398	14	6	1589 - 1592	462	14	7	1845 - 1848
399	15	6	1593 - 1596	463	15	7	1849 - 1852
400	16	6	1597 - 1600	464	16	7	1853 - 1856
401	17	6	1601 - 1604	465	17	7	1857 - 1860
402	18	6	1605 - 1608	466	18	7	1861 - 1864
403	19	6	1609 - 1612	467	19	7	1865 - 1868
404	20	6	1613 - 1616	468	20	7	1869 - 1872
405	21	6	1617 - 1620	469	21	7	1873 - 1876
406	22	6	1621 - 1624	470	22	7	1877 - 1880
407	23	6	1625 - 1628	471	23	7	1881 - 1884
408	24	6	1629 - 1632	472	24	7	1885 - 1888
409	25	6	1633 - 1636	473	25	7	1889 - 1892
410	26	6	1637 - 1640	474	26	7	1893 - 1896
411	27	6	1641 - 1644	475	27	7	1897 - 1900
412	28	6	1645 - 1648	476	28	7	1901 - 1904
413	29	6	1649 - 1652	477	29	7	1905 - 1908
414	30	6	1653 - 1656	478	30	7	1909 - 1912
415	31	6	1657 - 1660	479	31	7	1913 - 1916
416	32	6	1661 - 1664	480	32	7	1917 - 1920
417	33	6	1665 - 1668	481	33	7	1921 - 1924
418	34	6	1669 - 1672	482	34	7	1925 - 1928
419	35	6	1673 - 1676	483	35	7	1929 - 1932
420	36	6	1677 - 1680	484	36	7	1933 - 1936
421	37	6	1681 - 1684	485	37	7	1937 - 1940
422	38	6	1685 - 1688	486	38	7	1941 - 1944
423	39	6	1689 - 1692	487	39	7	1945 - 1948
424	40	6	1693 - 1696	488	40	7	1949 - 1952
425	41	6	1697 - 1700	489	41	7	1953 - 1956
426	42	6	1701 - 1704	490	42	7	1957 - 1960
427	43	6	1705 - 1708	491	43	7	1961 - 1964
428	44	6	1709 - 1712	492	44	7	1965 - 1968
429	45	6	1713 - 1716	493	45	7	1969 - 1972
430	46	6	1717 - 1720	494	46	7	1973 - 1976
431	47	6	1721 - 1724	495	47	7	1977 - 1980
432	48	6	1725 - 1728	496	48	7	1981 - 1984
433	49	6	1729 - 1732	497	49	7	1985 - 1988
434	50	6	1733 - 1736	498	50	7	1989 - 1992
435	51	6	1737 - 1740	499	51	7	1993 - 1996
436	52	6	1741 - 1744	500	52	7	1997 - 2000
437	53	6	1745 - 1748	501	53	7	2001 - 2004
438	54	6	1749 - 1752	502	54	7	2005 - 2008
439	55	6	1753 - 1756	503	55	7	2009 - 2012
440	56	6	1757 - 1760	504	56	7	2013 - 2016
441	57	6	1761 - 1764	505	57	7	2017 - 2020
442	58	6	1765 - 1768	506	58	7	2021 - 2024
443	59	6	1769 - 1772	507	59	7	2025 - 2028
444	60	6	1773 - 1776	508	60	7	2029 - 2032
445	61	6	1777 - 1780	509	61	7	2033 - 2036
446	62	6	1781 - 1784	510	62	7	2037 - 2040
447	63	6	1785 - 1788	511	63	7	2041 - 2044
448	0	7	1789 - 1792				

Tabelle 12 Decoderadressierung in CV 1 und CV 9, Decoder 385 bis 511

Inhaltsübersicht

1.1	Eigenschaften	1
2	Anschluss des Decoders	2
2.1	Modus 0	2
2.2	Beschaltung Modus 1	3
2.3	Beschaltung Modus 2	4
2.4	Beschaltung Modus 3	5
2.5	Beschaltung Modus 4	6
3	Programmieren des Decoders	8
3.1	Programmierung am Programmiergleis (Service Mode)	8
3.2	Hauptgleisprogrammierung (Operations Mode)	9
3.3	Adressierung des Decoders	10
3.3.1	Decoderadressierung	10
3.3.2	Ausgangsadressierung	10
4	Die Konfigurationsvariablen (CV)	11
4.1	Erweiterte DCC-Befehle für Zubehördecoder	14
4.2	Rücksetzen auf Auslieferungszustand	15
4.3	Beispielkonfiguration für Modus 4	16
4.4	Übersicht aller CVs	20
5	Passende Hardware	22
5.1	Entwurf der Schaltung	22
5.2	Minimalausstattung	22
5.3	Die realisierte Variante	23
6	Umgesetzte DCC-Packets	24
7	Was ist neu in V2.1?	24
	Appendix A Adressierung	25

Glossar

¹ NMRA	= National Model Railroad Association
² DCC	= Digital Command Control = Digitalsteuerung
³ CV	= Configuration Variable, Konfigurationsvariable oder Parameter
⁴ POM	= P rogramming O n the M ain track = Hauptgleisprogrammierung
⁵ Booster	= Leistungsverstärker für das digitale Gleissignal.
⁶ Bit	= kleinste Informationseinheit, kann „wahr“ (1) oder „unwahr“ (0) sein.
⁷ Byte	= binäres Datenpaket aus 8 Bit. Kann Werte von 0 bis 255 annehmen.
⁸ Accessory	= Zubehör wie Weichen, Signale, Entkuppler, Beleuchtung, usw.
⁹ Aspect	= Signalbegriff
¹⁰ MultiFuse	= selbstrückstellende Sicherung