

<b>Norm</b>	<b>RCN-210 DCC-Protokoll Bit-Übertragung</b>	<b>RailCommunity</b>
Ausgabe 11.08.2019		RailCommunity – Verband der Hersteller Digitaler Modellbahnprodukte e.V.

## Inhalt

1 Allgemeines .....	1
1.1 Zweck der Norm .....	1
1.2 Anforderungen .....	1
2 Die Bitdarstellung .....	2
2.1 Das "1"-Bit, Einsbit.....	2
2.2 Das "0"-Bit, Nullbit.....	2
2.3 Polarität des Gleissignals .....	3
3 Weitere technische Daten des DCC-Gleissignals.....	3
4 Energieübertragung und Spannungsgrenzen .....	4
4.1 Energieübertragung .....	4
4.2 Spannungsgrenzen .....	4
5 Zusammenfassung der technischen Daten.....	4
Anhang A: Verweise auf andere Normen.....	5
A.1 Normative Verweise .....	5
A.2 Informative Verweise.....	5
Anhang B: Historie .....	6

## 1 Allgemeines

### 1.1 Zweck der Norm

Diese Norm beschreibt die Bit-Übertragung beim DCC-Protokoll. Sie basiert auf dem Standard [S-9.1] der NMRA bzw. [NEM-670] des MOROP. DCC steht für den englischen Begriff "*Digital Command Control*". Die darauf aufbauende Paketstruktur ist in [RCN-211] beschrieben.

### 1.2 Anforderungen

Um diese Norm zu erfüllen, sind alle für das entsprechende Gerät genannten Zeiten und Pegel einzuhalten. Um unempfindlicher gegen Störungen zu sein, sollen beide Polaritäten des DCC-Gleissignals ausgewertet werden. Um andere Decoder nicht zu stören, soll der Decoder Rückkopplungen auf das DCC-Gleissignal vermeiden und muss dazu über geeignete Gegenmaßnahmen verfügen. Ein entsprechendes Testverfahren befindet sich in Arbeit.

## 2 Die Bitdarstellung

- Die Datenübertragung im DCC-Protokoll erfolgt durch Übermittlung einer Serie von Bits. Ein Bit stellt einen von 2 Zuständen dar, welche 1 und 0 genannt werden.
- Ein Bit wird durch den zeitlichen Spannungsverlauf am Gleis (das DCC-Gleissignal) dargestellt.
- Das DCC-Gleissignal besteht dazu aus einer Folge von Übergängen zwischen zwei gleichen Spannungsniveaus gegensätzlicher Polarität, genannt Nulldurchgänge.
- Zwei einander folgende Nulldurchgänge mit gleicher Richtung trennen ein Bit vom nächsten.
- Der dazwischen liegende Nulldurchgang in entgegengesetzter Richtung teilt das Bit in eine erste und zweite Hälfte.
- Die Entscheidung, ob ein solches Bit eine 0 oder eine 1 darstellt, wird durch den zeitlichen Abstand der Nulldurchgänge festgelegt.
- Da ein Fahrzeug in beliebiger Richtung auf dem Gleis stehen kann, ist dem Empfänger – im Weiteren als Decoder bezeichnet – nicht bekannt, ob der erste oder zweite Teil eines Bits die positive Polarität der Spannung besitzt.

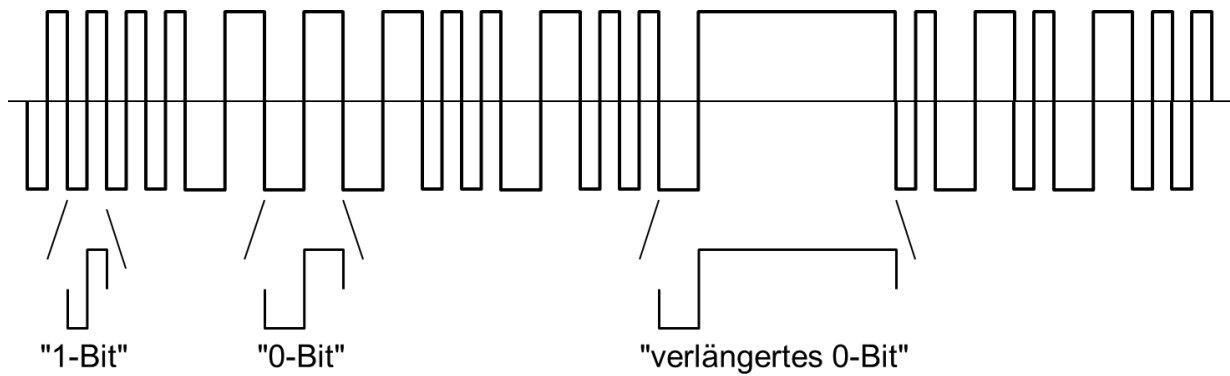
### 2.1 Das "1"-Bit, Einsbit

- In einem Einsbit müssen die erste und die zweite Hälfte stets die gleiche Dauer von  $58 \mu\text{s} \pm 3 \mu\text{s}$  haben.
- Die Dauer eines Einsbits beträgt somit  $116 \mu\text{s} \pm 6 \mu\text{s}$ .
- Die zulässigen Abweichungen müssen für beide Hälften gleichartig sein, d.h. beide Hälften kürzer oder beide Hälften länger.
- Ein Decoder muss eine Toleranz für ein Bithälfte vom  $\pm 6 \mu\text{s}$  akzeptieren.
- Das bedeutet, ein Decoder muss solche empfangenen Bits als gültiges Einsbit erkennen, dessen beide Teile jeder eine Dauer zwischen  $52 \mu\text{s}$  und  $64 \mu\text{s}$  besitzen darf.

### 2.2 Das "0"-Bit, Nullbit

- In einem Nullbit beträgt die nominelle Dauer beider Hälften  $100 \mu\text{s}$ .
- Die minimale Dauer der Hälfte eines Nullbits beträgt  $95 \mu\text{s}$ .
- Die maximale Dauer der Hälfte eines Nullbits beträgt
  - $9900 \mu\text{s}$  wenn auch eine analoge Lok gesteuert werden soll.
  - $116 \mu\text{s}$  zur Wahrung der Kompatibilität mit anderen Protokollen und Protokollerweiterungen.
- Die Gesamtdauer eines Nullbits darf  $12000 \mu\text{s}$  nicht überschreiten.
- Um die Gleichstromkomponenten des vollständigen DCC-Gleissignals wie bei den Einsbits auf Null zu halten, sind beide Teile des Nullbits normalerweise gleich lang.
- Um für alternative Steuerzwecke einen Gleichspannungsanteil zu erhalten, darf auch nur eine Hälfte eines Nullbits verlängert werden.
- Ein Decoder muss solche empfangene Bits als gültiges Nullbit erkennen, deren erster oder letzter Teil eine Dauer zwischen  $90$  und  $10000 \mu\text{s}$  besitzt.

Alle Zeitmessungen werden bezogen auf die Nulldurchgänge, das sind die Mitten zwischen positiven und negativen Signalamplituden.



**Bild 1:** DCC-Bitdarstellung

### 2.3 Polarität des Gleissignals

Grundsätzlich erfolgt der Empfang der Daten unabhängig von der Polarität des DCC-Gleissignals, d.h. egal wie herum ein Fahrzeug auf dem Gleis steht. Es gibt aber Anwendungen, die die Polarität des DCC-Gleissignals kennen müssen. Damit alle diese Anwendungen die Polarität in gleicher Weise interpretieren, wird folgendes festgelegt:

Phasenlage	erstes Halb-Bit	zweites Halb-Bit
„positiv“	$V(R) > V(L)$	$V(R) < V(L)$
„negativ“	$V(R) < V(L)$	$V(R) > V(L)$

$V(R)$  ist die Spannung an der rechten Schiene (rotes Kabel)

$V(L)$  ist die Spannung an der linken Schiene (schwarzes Kabel)

D.h. die Phasenlage entspricht der Spannung an der rechten Schiene gegenüber der linken Schiene in der ersten Hälfte eines Bits.

## 3 Weitere technische Daten des DCC-Gleissignals

Das DCC-Gleissignal, gemessen im Bereich von keiner bis maximal zulässiger Last, hat folgenden Bedingungen zu genügen:

- Das DCC-Gleissignal muss sich bei den Nulldurchgängen in dem Spannungsbereich von -4 V bis +4 V mit  $2,5 \text{ V}/\mu\text{s}$  oder schneller ändern.
- Das DCC-Gleissignal darf im Bereich der Nulldurchgänge eine Welligkeit von 20% der Gesamtamplitude haben.

Decoder müssen unter den folgenden Bedingungen wenigstens 95% an ihn adressierte Datenpakete nach [RCN-211] und [RCN-212] bzw. [RCN-213] als gültig erkennen:

- Nulldurchgänge mit einer Steilheit von  $2 \text{ V}/\mu\text{s}$  oder steiler im Spannungsbereich -4 V bis +4 V.
- Ein Rauschen, Fremdstörungen und/oder anderer Signale, deren totale Amplitude kleiner als 25% der Amplitude des DCC-Gleissignals ist.

## 4 Energieübertragung und Spannungsgrenzen

### 4.1 Energieübertragung

Da das DCC-Gleissignal auch zur Energieversorgung der Triebfahrzeuge und des Zubehörs dient, ist eine kontinuierliche Sendung der Bits zur Aufrechterhaltung dieser Energieversorgung erforderlich.

### 4.2 Spannungsgrenzen

- Der Effektivwert des am Gleis gemessenen DCC-Gleissignals soll die in [NEM-630] spezifizierte Spannung um nicht mehr als 2 V überschreiten. Die zusätzlichen 2 V dienen der Kompensation des Spannungsfalls im Decoder, um zu sichern, dass die in der NEM 630 (Tabelle 1) spezifizierte Maximalspannung an den Motoranschlüssen verfügbar ist.
- Die Amplitude des DCC-Gleissignals darf  $\pm 22$  V nicht überschreiten.
- Der minimale Spitzenwert des DCC-Gleissignals zum Betrieb des Decoders beträgt unter Nennlast  $\pm 8$  V, bei einer Belastung von 100 Ohm an einen Ausgang (oder geringere Last, falls der Decoder weniger Strom liefern kann)  $\pm 7$  V, gemessen an den Gleisanschlüssen.
- Die Decoder für die Nenngrößen N und kleiner müssen eine Gleichspannungsfestigkeit von wenigstens 24 V, gemessen am Gleis, haben.
- Die Decoder für Nenngrößen  $> N$  müssen eine Gleichspannungsfestigkeit von wenigstens 27 V, gemessen am Gleis, haben.

## 5 Zusammenfassung der technischen Daten

(Spannungen sind als Amplitude des Rechtecksignals angegeben)

	Ausgang Zentrale	Gleis Ausgang	Eingang Decoder
Hälfte eines "1"-Bits nominell	58 $\mu$ s		
Hälfte eines "1"-Bits minimal	56 $\mu$ s	55 $\mu$ s	52 $\mu$ s
Hälfte eines "1"-Bits maximal	60 $\mu$ s	61 $\mu$ s	64 $\mu$ s
Hälfte eines "0"-Bits nominell	100 $\mu$ s		
Hälfte eines "0"-Bits minimal	97 $\mu$ s	95 $\mu$ s	90 $\mu$ s
Hälfte eines "0"-Bits maximal (wenn auch eine analoge Lok gesteuert werden soll)	9898 $\mu$ s	9900 $\mu$ s	10000 $\mu$ s
Hälfte eines "0"-Bits maximal (Kompatibilität mit anderen Protokollen und Protokollerweiterungen)	114 $\mu$ s	116 $\mu$ s	119 $\mu$ s
Steigung im Bereich $\pm 4$ V		$\geq 2,5$ V/ $\mu$ s	$\geq 2,0$ V/ $\mu$ s
Störungen auf dem DCC-Gleissignal		$\leq 0,2$ U <sub>max</sub>	$< 0,25$ U <sub>max</sub>

	<b>Ausgang Zentrale</b>	<b>Gleis Ausgang</b>	<b>Eingang Decoder</b>
Empfohlener Spannungsbereich für Nenngrößen Z oder kleiner		9 bis 12 V	
Empfohlener Spannungsbereich für Nenngrößen N und TT		14 bis 16 V	
Empfohlener Spannungsbereich für Nenngrößen H0 bis 0		15 bis 18 V	
Empfohlener Spannungsbereich für Nenngröße 1 und größer		19 bis 22 V	
Spannung maximal ( $U_{\max}$ ) für Nenngröße $\leq N$		$\leq 22$ V	$\leq 24$ V
Spannung maximal ( $U_{\max}$ ) für Nenngröße $> N$		$\leq 22$ V	$\leq 27$ V
Spannung minimal ( $U_{\min}$ ) unter Nennlast		$\geq 9$ V	$\geq 8$ V
Spannung minimal ( $U_{\min}$ ) bei einer Belastung von 100 Ohm an einen Ausgang (oder geringere Last, falls der Decoder weniger Strom liefern kann)			$\geq 7$ V

## Anhang A: Verweise auf andere Normen

### A.1 Normative Verweise

Um diese Norm zu erfüllen, müssen keine anderen Normen eingehalten werden.

### A.2 Informative Verweise

Die hier aufgeführten Normen und Dokumente haben rein informativen Charakter und sind nicht Bestandteil dieser Norm.

[RCN-211] [RCN-211](#) DCC Paketstruktur

[RCN-212] [RCN-212](#) DCC Betriebsbefehle für Fahrzeugdecoder

[RCN-213] [RCN-213](#) DCC Betriebsbefehle für Zubehördecoder

[S-9.1] NMRA: [S-9.1](#) DCC Electrical Standard

[NEM-630] MOROP: [NEM 630](#) Gleichstromzugförderung - Elektrische Kennwerte

[NEM-670] MOROP: [NEM 670](#) Digitales Steuersignal DCC Bitdarstellung

## Anhang B: Historie

Datum	Kapitel	Änderungen seit der vorhergehenden Version
11.08.2019	4.2 5	Zweite untere Spannungsgrenze bei minimaler Last Korrektur: „mit $\geq 100$ kHz“ entfernt. Ergänzung zweite untere Spannungsgrenze.
02.12.2018	1.2 2.3 3 5	Anforderungen für Störfestigkeit und zur Störunterdrückung Neu: Polarität des DCC-Gleissignals Anforderung Störfrequenz größer 100 kHz entfernt Korrektur in der Tabelle: „Hälfte eines ...“
03.05.2013	alle	Erste Version

---

Copyright 2019 RailCommunity – Verband der Hersteller Digitaler Modellbahnprodukte e.V.