

<b>Norm</b>	<b>RCN-210 DCC-Protokoll Bit-Übertragung</b>	<b>RailCommunity</b>
Ausgabe 02.12.2018		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 .....	5

## 1 Allgemeines

### 1.1 Zweck der Norm

Diese Norm beschreibt die Bit-Übertragung beim DCC-Protokoll. Sie basiert auf dem Standard [S91] der NMRA bzw. [NEM670] des MOROP. DCC steht für den englischen Begriff "*Digital Command Control*". Die darauf aufbauende Paketstruktur ist in [RCN211] 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-Signals ausgewertet werden. Um andere Decoder nicht zu stören, soll der Decoder Rückkopplungen auf das DCC-Signal 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 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.

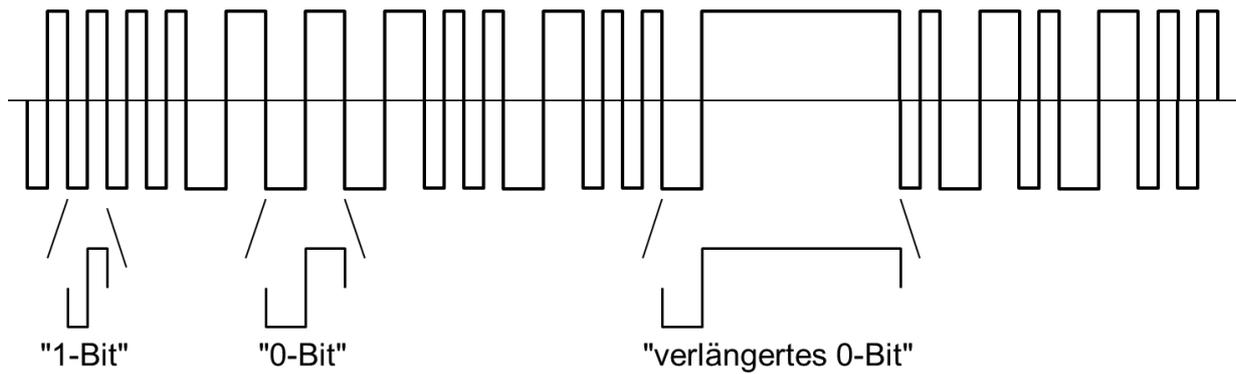
### 2.1 Das "1"-Bit, Einsbit

- 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 gleichgerichtet sein.
- 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 Signals 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 Gleissignals, d.h. egal wie herum ein Fahrzeug auf dem Gleis steht. Es gibt aber Anwendungen, die die Polarität des DCC-Signals 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 Gleissignal, gemessen im Bereich von keiner bis maximal zulässiger Last, hat folgenden Bedingungen zu genügen:

- Das Signal muss sich bei den Nulldurchgängen in dem Spannungsbereich von -4 V bis +4 V mit 2,5 V/μs oder schneller ändern.
- Das Signal 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 [RCN211] und [RCN212] bzw. [RCN213] als gültig erkennen:

- Nulldurchgänge mit einer Steilheit von 2 V/μs 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-Signals ist.

## 4 Energieübertragung und Spannungsgrenzen

### 4.1 Energieübertragung

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

### 4.2 Spannungsgrenzen

- Der Effektivwert des am Gleis gemessenen DCC-Steuersignals soll die in [NEM630] 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 digitalen Steuersignals darf  $\pm 22$  V nicht überschreiten.
- Der minimale Spitzenwert des DCC-Steuersignals zum Betrieb des Decoders beträgt  $\pm 8$  V, gemessen am Gleis.
- 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
Störung mit $\geq 100$ kHz		$\leq 0,2$ $U_{\max}$	$< 0,25$ $U_{\max}$

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 Nenngrößen 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 ( $U_{\min}$ )		$\geq 9$ V	$\geq 8$ 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.

[RCN211] [RCN-211](#) DCC Paketstruktur

[RCN212] [RCN-212](#) DCC Betriebsbefehle für Fahrzeugdecoder

[RCN213] [RCN-213](#) DCC Betriebsbefehle für Zubehördecoder

[S91] NMRA: [S-9.1](#) DCC Electrical Standard

[NEM630] MOROP: [NEM 630](#) Gleichstromzugförderung - Elektrische Kennwerte

[NEM670] MOROP: [NEM 670](#) Digitales Steuersignal DCC Bitdarstellung

## Anhang B: Historie

Datum	Kapitel	Änderungen seit der vorhergehenden Version
02.12.2018	1.2 2.3 3 5	Anforderungen für Störfestigkeit und zur Störunterdrückung Neu: Polarität des Gleissignals Anforderung Störfrequenz größer 100 kHz entfernt Korrektur in der Tabelle: „Hälfte eines ...“
03.05.2013	alle	Erste Version