

	Normen Europäischer Modellbahnen Digitales Steuersignal DCC Basis-Datenpakete	NEM 671 Seite 1 von 4
---	---	---

Verbindliche Norm

Ausgabe 2007
(ersetzt Ausgabe 2005)

Hinweis1: NEM 670 entspricht inhaltlich dem NMRA-Standard S 9.2 (Stand Juli 2004). Diese Version ist die Basis für Konformitätstests.

NEM 670 follows the NMRA-Standard S 9.2. This version is the basis for conformance tests.

Hinweis 2: Nach dieser Norm besteht keine Abwärtskompatibilität zu älteren Decodern mit 14-Fahrstufen-Modus und einer Zusatzfunktion, sowie zu älteren Decodern, deren internes Zeitregime nicht mit den hier angegebenen Zeiten überstimmt.

1. Zweck der Norm

Diese Norm beschreibt elementarste Datenpakete (Basis-Datenpakete), welche zu den DCC-Decodern gesandt werden.

2. Erläuterungen

- Ein DCC-Datenpaket ist eine definierte Folge von Bits, die als Gleissignal in NEM 670 beschrieben sind.
- Das DCC-Basis-Datenpaket besteht aus einer Mindestzahl von Bits und Bitgruppen, gekürzt als Datenpaket bezeichnet.
- Die Bitgruppen, die aus je acht Bits bestehen, werden Byte genannt. Jedes Gruppenbit hat eine von seiner Position abhängende Wertigkeit, das erste, linke Bit hat die höchste Wertigkeit und heißt MSB (most significant bit). Die Bits eines Bytes werden von links mit 7 beginnend nach rechts fallend bis 0 nummeriert. Das letzte, rechte Bit heißt LSB (least significant bit).

3. Die Bestandteile des allgemeinen DCC-Basis-Datenpakets

Die nachfolgend beschriebenen Bestandteile des Datenpakets aus Bits und Bytes definieren die allgemein gültige Zusammensetzung des DCC-Basis-Datenpakets, um die Decoder zu aktivieren¹.

Die Teile 4 und 5 kommen einmal oder mehrmals vor!

Das DCC-Basis-Datenpaket setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

1. **Synchronisation:** Das die Aktivität der Decoder einleitende Signal besteht aus einer Folge Einsbits und synchronisiert sie. Ein Empfänger muss ein Datenpaket mit weniger als 10 Einsbits als nicht gültig erkennen, und darf nicht mehr als 12 Einsbits benötigen, um korrekt zu funktionieren².
2. **Startbit:** Das Startbit ist ein Nullbit, das der Synchronisationsphase unmittelbar folgt. Das Startbit schließt die Synchronisation ab und zeigt dem Decoder an, dass die folgenden Bits zum Adressbyte gehören.
3. **Adressbyte:** Das erste Datenbyte des Datenpakets ist normalerweise ein Adressbyte und enthält die kodierte Adresse des empfangenden Digital Decoders³. Adressbytes mit den folgenden Werten 0000 0000 (=0), 1111 1110 (= 254) und 1111 1111 (= 255) sind für spezielle Aufgaben reserviert und dürfen nicht übertragen werden, ausgenommen für bestimmte Anwendungen innerhalb dieser Norm oder in vom Hersteller empfohlenen Anwendungen.
4. **Datenbyte-Startbit:** Dieses Nullbit leitet das folgende Datenbyte ein.
5. **Datenbyte:** Die in jedem Datenbyte enthaltenen 8 Bits werden benutzt für Adressen, Instruktionen (Steuerbefehle), Daten oder zur Übertragungsfehlererkennung als Prüfbyte.
6. **Stopbit:** Das Stopbit ist ein Einsbit und markiert den Schluss des Datenpaketes⁴.

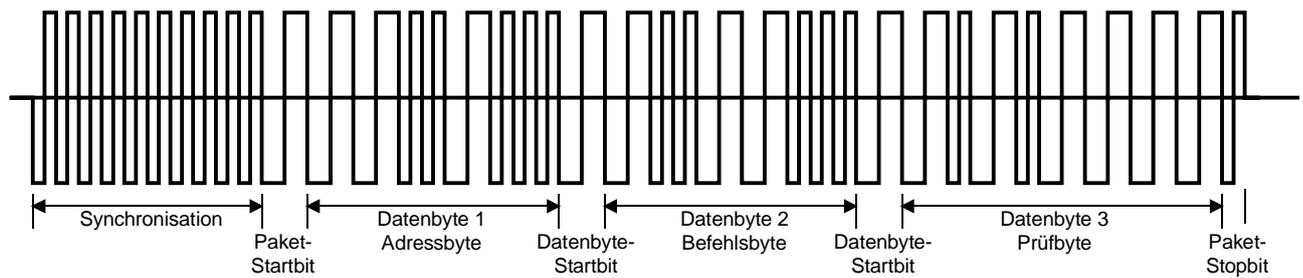
¹ Es ist zulässig, dass Decoder zusätzlich zum DCC-Standard andere Steuerstandardformate erkennen (siehe auch 6.)

² Das Endbit darf als erstes der Einsbit der Synchronisationsphase des folgenden Datenpaketes gezählt werden, wenn dort keine Zwischenpaket-Bits folgen.

³ Das erste Datenbyte kann auch in Spezialfällen für Instruktionen benutzt werden.

⁴ Das Endbit darf als erstes der zehn Bit der Synchronisationsphase des folgenden Datenpaketes gezählt werden, wenn dort keine Zwischenpaket-Bits folgen.

Bild 1: DCC-Basis-Datenpaket mit drei Datenbytes (1 Adressbyte, 1 Datenbyte, 1 Prüfbyte), kodiert für Adresse 55 und Vorwärtsfahrt mit Fahrstufe 11



4. Die Formate des DCC-Basis-Datenpaketes

Dieser Standard bestimmt für DCC-kompatible Bestandteile, dass jede beliebige DCC-Zentrale die Bedieneingaben konform zum DCC-Basis-Datenpaket kodieren und dass jeder beliebige Decoder sie erkennen und die für Triebfahrzeuge passenden elektrischen Steuersignale bereitstellen kann. DCC-Basis-Datenpakete sind deshalb ein Minimum an Übereinstimmung zur Bedienbarkeit verschieden ausgestatteter DCC-Steuerungen. Komplexere Datenpakete, die Decoder mit zusätzlichen Funktionen, Adressen etc. unterstützen, werden in dieser Norm nicht beschrieben.

4.1 DCC-Basis-Datenpaket zur Steuerung von Geschwindigkeit und Fahrtrichtung der Triebfahrzeuge

Format des DCC-Basis-Datenpakets:

11111111111111	0	0AAAAAAA	0	01DCSSSS	0	EEEEEEEE	1
Synchronisation		Datenbyte 1		Datenbyte 2		Datenbyte 3	

Datenbyte 1 - Adressbyte: Das Adressbyte überträgt die Adresse, die Nummer, des vorgesehenen Empfängers des Datenpaketes.

Das erste Bit ist ein Nullbit und kennzeichnet das Datenbyte als Adressbyte.

Die folgenden 7 Bit (A) enthalten die binär kodierte Adresse des Empfängers.

Wichtig: Digital Decoder sollen möglichst den ganzen Adressbereich unterstützen, wobei Adressbereichseinschränkungen bei ausreichender Dokumentation erlaubt sind.

Datenbyte 2 – Befehlsbyte: Das Befehlsbyte überträgt die Informationen zur Steuerung der Funktionen Geschwindigkeit und Fahrtrichtung des adressierten Triebfahrzeuges.

Die Bits 7 (Nullbit) und 6 (Einsbit) kennzeichnen das Datenbyte als Befehlsbyte⁵.

Bit 5 (D) definiert die Fahrtrichtung, ist sein Wert „1“, dann muss das Triebfahrzeug vorwärts⁶ fahren, ist sein Wert „0“, dann fährt das Triebfahrzeug entgegengesetzt.

Bit 4 (C) hat eine Sonder- (Steuerbefehls-) funktion und ist im Regelfall das letzte Bit (LSB) der Geschwindigkeitsteuerung.

Bit 3 – 0 (SSSS) definieren zusammen mit Bit 4 binär kodiert die Fahrstufen. Die Tabelle 1 beschreibt den Zusammenhang zwischen Binärkode und Fahrstufen.

Datenbyte 3 – Prüfbyte: Das Prüfbyte ermöglicht den Digital Decodern die Erkennung von Übertragungsfehlern.

Zu diesem Zweck wird dieses Byte in der DCC-Zentrale durch die bitweise logische Verknüpfung von Adress- und Befehlsbyte gebildet. Die dazu benutzte logische Funktion ist das „EXCLUSIV-ODER (EXOR)“. Digital Decoder vergleichen das empfangene Prüfbyte bitweise mit den empfangenen und EXOR-verknüpften Adress- und Befehlsbytes und ignorieren ihren Inhalt, wenn der Vergleich fehlschlägt.

⁵ Andere Bitmuster in den Bits 7 und 6 sind für bestimmte Instruktionen innerhalb des Befehlsbytes vorbehalten.

⁶ Vorwärts heißt, dass sich Fahrzeugende 1 in Fahrtrichtung vorn befindet.

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen Kodierung der S-Bits 3-0, dem C-Bit 4 und den Fahrstufen ⁷

S ₃ S ₂ S ₁ S ₀ C	Fahrstufe	S ₃ S ₂ S ₁ S ₀ C	Fahrstufe	S ₃ S ₂ S ₁ S ₀ C	Fahrstufe	S ₃ S ₂ S ₁ S ₀ C	Fahrstufe
0 0 0 0 0	Stop	0 1 0 0 0	5	1 0 0 0 0	13	1 1 0 0 0	21
0 0 0 0 1	Stop**	0 1 0 0 1	6	1 0 0 0 1	14	1 1 0 0 1	22
0 0 0 1 0	EStop*	0 1 0 1 0	7	1 0 0 1 0	15	1 1 0 1 0	23
0 0 0 1 1	EStop**	0 1 0 1 1	8	1 0 0 1 1	16	1 1 0 1 1	24
0 0 1 0 0	1	0 1 1 0 0	9	1 0 1 0 0	17	1 1 1 0 0	25
0 0 1 0 1	2	0 1 1 0 1	10	1 0 1 0 1	18	1 1 1 0 1	26
0 0 1 1 0	3	0 1 1 1 0	11	1 0 1 1 0	19	1 1 1 1 0	27
0 0 1 1 1	4	0 1 1 1 1	12	1 0 1 1 1	20	1 1 1 1 1	28

* Nothalt (emergency stop), Triebfahrzeuge stoppen so schnell wie möglich!
 ** Optional darf das Bit 5 für die Fahrtrichtungsinformation ignoriert werden.

4.2 DCC-Basis-Datenpaket für allgemeines Decoder-Rücksetzen

Format des DCC-Basis-Datenpakets:

111111111111 0 0000000 0 0000000 0 0000000 1
 Synchronisation Datenbyte 1 Datenbyte 2 Datenbyte 3 (Prüfbyte)

Das Datenpaket, in dessen Bytes alle Bits den Wert „0“ besitzen, ist das allgemeine Decoder-Rücksetz-Datenpaket. Es löscht alle flüchtigen Speicher der Decoder einschließlich der Geschwindigkeits- und Fahrtrichtungsdaten. Die Decoder kehren nach dem Empfang des Decoder-Rücksetzens in den Einschaltzustand zurück, in Bewegung befindliche Fahrzeuge haben einen Sofortstop.

Innerhalb 20 Millisekunden, die einem Decoder-Rücksetz-Datenpaket folgen, dürfen keine Datenpakete an Adressen im Bereich zwischen 01100100 (Adresse 100) und 01111111 (Adresse 127) gesendet werden, ausser der Decoder soll in den Service-Modus schalten⁸.

4.3 DCC-Basis-Datenpaket für allgemeinen Decoder-Leerlauf

Format des DCC-Basis-Datenpakets:

111111111111 0 1111111 0 0000000 0 1111111 1
 Synchronisation Datenbyte 1 Datenbyte 2 Datenbyte 3 (Prüfbyte)

Das Datenpaket, dessen erstes und drittes Byte 8 Einsbits und dessen zweites Byte 8 Nullbits enthält, ist das allgemeine Decoder- Leerlauf-Datenpaket.

Nach Empfang dieses Datenpakets entwickeln Decoder keine neue Aktion, aber sie verhalten sich, als würde ein normales, an andere Decoder adressiertes Datenpaket gesendet.

4.4 DCC-Basis-Datenpaket für allgemeinen Decoder-Stop

Format des DCC-Basis-Datenpakets:

111111111111 0 0000000 0 01DC000S 0 EEEEEEEE 1
 Synchronisation Datenbyte 1 Datenbyte 2 Datenbyte 3 (Prüfbyte)

Das Datenpaket, dessen erstes Byte 8 Nullbits, dessen zweites Byte einen spezifischen Stopbefehl und dessen drittes Byte das Prüfbyte enthält, ist das allgemeine Decoder-Stop-Datenpaket.

Enthält das Bit 0 des Datenbytes 2 (Bit S) ein Nullbit, sollen Decoder von Triebfahrzeugen einen Halt mit vorausgehender Verzögerung gemäss im Decoder abgelegtem Wert auslösen.

Ist das Bit S ein Einsbit soll das Triebfahrzeug durch Unterbrechen der Motorspeisung sofort angehalten werden.

⁷ Die jeweilige Fahrstufe ergibt sich aus dem Binärwert der zugehörigen Bitgruppe minus drei.
⁸ Die Konfiguration von Decodern kann unverzüglich nach einem Decoder-Rücksetz-Datenpaket verändert werden.

5. Wiederholung der DCC-Basis-Datenpakete

5.1 Zeitabstand zwischen 2 Datenpaketen

Die zu Decodern gesendeten Datenpakete sollen so oft wie möglich wiederholt werden, weil sie durch Störungen oder schlechter elektrischer Leitfähigkeit zwischen Schienen, Rädern und Stromabnehmern Informationsverluste erleiden können. Die Übertragung eines Gleissignals kann unterbrochen werden zwischen dem Endbit eines Pakets und den Synchronisationsbits des folgenden Pakets, um die Übertragung eines andern Steuerbefehls zu ermöglichen (Bidirektionalität). Decoder müssen einsatzbereit sein, wenn die an sie adressierten Datenpakete mehrfach mit einem Zeitabstand von mindestens 5 Millisekunden zwischen dem Stopbit des ersten Paketes und dem Startbit des zweiten Paketes empfangen wurden⁹.

Wenn ein Decoder ein Datenpaket mit fehlenden oder ungültigen Datenbyte-Start- oder –Endbits bzw. unkorrektem Prüfbyte empfängt, muss er die nächste gültige Synchronisation als Beginn eines neuen Datenpakets erkennen. Ein anderer Typ von Steuersignal darf nur zwischen dem Stop-Bit eines Paketes und dem Beginn der Synchronisations-Sequenz des folgenden Paketes aufs Gleis übertragen werden.

Mindestzeitabstand zwischen 2 DCC-Datenpaketen: $t_D > 5 \text{ ms}$ Distanzzeit

5.2 Wiederholzeit gleicher Datenpakete

DCC-Zentralen sollen in der Lage sein, mindestens alle 30 Millisekunden gleiche Datenpakete zu wiederholen, gemessen zwischen den Startbits zweier Datenpakete.

Wiederholungszeit für DCC-Datenpakete: $t_R \leq 30 \text{ ms}$ Wiederholzeit

6. Decoderverhalten bei automatischer Umsetzung unterschiedlicher Steuersysteme

Von den Herstellern der Decoder mit automatischer Umsetzung von Steuerbefehlsformaten einschließlich des NEM-DCC-Steuerstandards (Multi-System-Decoder) wird verlangt, dass diese Funktion abschaltbar ist und die Decoder ausschließlich auf DCC-Steuersignale reagieren.

Bei eingeschalteter automatischer Umsetzung müssen die Decoder für die Dauer von mindestens 30 Millisekunden im DCC-Modus verbleiben. Ist die automatische Umsetzung abgeschaltet, so müssen die Decoder ohne Rücksicht auf das Erscheinen von Startbits anderer Steuerstandards im DCC-Modus verbleiben¹⁰.

Beharrungszeit der Digital Decoder im DCC-Modus: $t_W \geq 30 \text{ ms}$ Wartezeit

⁹ Bei der Sendung von zwei Signalpaketen innerhalb von 5 Millisekunden ist Vorsicht geboten. Wenn die Adressen dieser Pakete zwischen 112 (binär 01110000) und 127 (01111111) liegen, können ältere DCC-Decoder diese Datenpakete als Service-Modus-Pakete interpretieren.

¹⁰ Einige ältere DCC-Decoder erfordern den Empfang eines gültigen DCC-Datenpaketes innerhalb von 30 Millisekunden, um den Übergang in den Analog-Modus zu verhindern. Ein Wiederholungsschritt von mehr als 30 Millisekunden kann die Leistungsfähigkeit des Decoders herabsetzen.