

## 1. Allgemeines

In dieser Norm wird ein System als „Digitale Zugförderung“ bezeichnet, das den nachfolgenden Anforderungen entspricht.

### 1.1 Versorgung mit Leistung

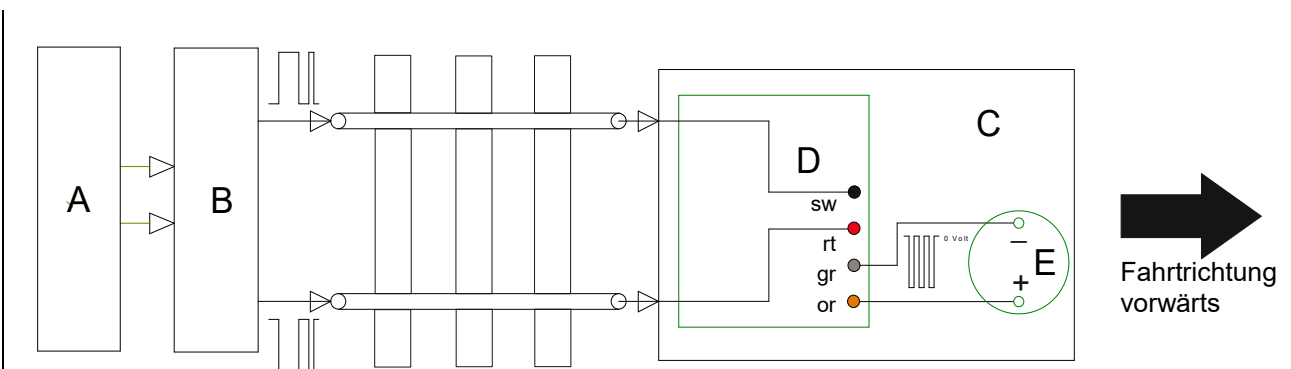
Die Speisung der Motoren der Triebfahrzeuge erfolgt über einen Decoder, der über eine bipolare Gleisspannung die erforderliche Leistung und Informationen zur Steuerung des Triebfahrzeuges erhält (digitale Versorgung). Leistung und Informationen werden von einer Zentrale und ggf. weiteren Boostern<sup>1)</sup> zur Verfügung gestellt.

### 1.2 Versorgung mit Information

Die Informationen für das Verhalten der Triebfahrzeuge werden durch die Zentrale vorgegeben und umfassen mindestens die Drehrichtung der Motoren und die Drehzahl der Motoren.

## 2. Prinzip des Anschlusses

Von einer Zentrale mit Leistungsausgang bzw. einem Booster wird ein zweiadriges Kabel an jeweils eine Schiene bei Zweileiterbetrieb bzw. an den Mittelleiter und Schienen bei Dreileiterbetrieb angeschlossen. Eine Versorgung über eine elektrisch funktionierende Oberleitung (oder Seiten-Stromschiene) ist nur mit einem symmetrischen Speise-System gemäß NEM 620 möglich. Über den im Triebfahrzeug eingebauten Decoder erhält der Motor des Triebfahrzeuges seine Versorgung.



**Bild 1: A = Netzteil, B = Zentrale / Booster, C = Triebfahrzeug, D = Decoder, E = DC-Motor**

## 3. Kennwerte

### 3.1 Erzeugung der Gleisspannung

Von einem Netzteil (A), bestehend aus einem Transformator oder Schaltnetzteil wird eine, von einer Zentrale oder Booster (B), bipolare Gleisspannung erzeugt. Diese wird i.d.R. vom Hersteller der Zentrale / Booster als effektive Spannung angegeben. Die Verwendung eines Transformators soll aus Gründen der Einsparung von Energie nicht angestrebt werden.

<sup>1)</sup> Booster ist ein Leistungsverstärker, der die von einer Zentrale gesendeten Informationen verstärkt.

### 3.2 Motorspannung

Die vom Decoder im Fahrzeug erzeugte Stromart ist pulsmodulierter Gleichstrom bei konstanter Spannung, auch Impulsbreitensteuerung bzw. Pulsweiten-Modulation genannt (PWM). Der maximal mögliche Effektivwert der Spannung soll der für den Motor zulässigen Spannung entsprechen. Durch Veränderung der Pulsweite - genannt Duty Cycle - wird die Drehzahl des Motors bestimmt. 0% entsprechen 0 Volt und 100% der max. Spannung. Der Motor darf mit einer höheren Spannung betrieben werden, sofern der Duty Cycle von 100% nicht auf Dauer am Motor anliegt. Die Begrenzung kann mit der DCC-Konfigurationsvariablen CV 5 ( $v_{max}$ ) eingestellt werden.

### 3.3 Fahrrichtung

Für Decoder nach DCC-Norm ist die Motorverkabelung nach NEM 650, Abschnitt 4.1 durchzuführen (siehe auch Bild 1). Es gibt Decoder, die durch Setzen eines Bits der DCC-Konfigurationsvariablen (CV 29) die Verkehrsrichtung umdrehen können.

Soll ein Fahrzeug auch im Analogbetrieb einsetzbar sein, sind die Anschlüsse von Stromabnahme und Motor so vorzunehmen, dass NEM 631 eingehalten ist.

## 4. Übersicht der Spannungen

### 4.1 Berücksichtigung der Spannungsverluste

Der erforderlichen Spannung für den Motor sind an Spannungsverlusten ca. 1,5 V vom Decoder und ca. 0,6 V von der Zentrale hinzuzurechnen:

12 V DC + 1,5 V = 13,5 V Gleisspannung + 0,6 V = 14,1 V DC vom Schaltnetzteil

bzw. umgekehrt bei Einsatz eines 15 V Schaltnetzteil:

15 V DC - 0,6 V = 14,4 V Gleisspannung - 1,5 V = 12,9 V DC am Motor

### 4.2 Tabelle der Soll-Spannungen

Gemäß den Werten der Nennspannung an den Motoren nach NEM 630 für die einzelnen Nenngrößen ergeben sich die folgenden Mindestwerte (Toleranz < +/- 10%) für den Betrieb bei digitaler Zugförderung.

Spurweite G	6,5 mm		6,5 mm < G < 32 mm		≥ 32 mm	
Netzteil	10 V DC	7 V AC	15 V DC	10 V AC	18 V DC	13 V AC
Gleisspannung	9,4 V eff	9,0 V eff	14,4 V eff	13,3 V eff	17,4 V eff	17,5 V eff
Motor	7,9 V DC	7,5 V DC	12,9 V DC	11,7 V DC	15,9 V DC	16,0 V DC

#### Anmerkung:

Die Werte sind auf 0,1 Volt auf- bzw. abgerundet. Als Umrechnungsfaktor zwischen DC und AC wurde der Faktor 1,41 angewendet.

### 4.3 Tabelle der handelsüblichen Spannungen

Im Handel erhältliche Netzteile haben nicht alle die in Abschnitt 4.2 genannten Spannungen. Die nachstehende Tabelle zeigt derzeit gebräuchliche Abweichungen (Stand 2017).

Spurweite G	6,5 mm		6,5 mm < G < 32 mm		≥ 32 mm	
Netzteil	9 V DC	9 V AC	15 V DC	12 V AC	18 V DC	14 V AC
Gleisspannung	8,4 V eff	11,8 V eff	14,4 V eff	16,1 V eff	17,4 V eff	19,7 V eff
Motor	6,9 V DC	10,3 V DC	12,9 V DC	14,6 V DC	15,9 V DC	18,2 V DC