

This Standard is submitted for final approval to NMRA BOD July 2012. This document is a direct translation of the Lenz document, v1.2, dated May 2012 in German. The German language is left in the document as the primary authority.

NMRA STANDARD	
Communications Standard for Digital Command Control Basic Decoder Transmission	
All Scales	
July 2012	S-9.3.2

Alle Rechte, Änderungen, Irrtümer vorbehalten. Nachdruck und jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, gleichgültig auf welche Art, sind verboten. Spezifikationen und Abbildungen sind ohne Gewähr.

All rights reserved, subject to change without prior notice, errors and omissions excepted.
 Reproduction or any form of duplication, in whole or in part is prohibited regardless of type.
 Specifications and illustrations are made without guarantee.

Lenz Elektronik GmbH, Hüttenberstraße 29, 35398 Gießen, Tel.: 06403 900 10, Fax.: 06403 900 155, info@lenz-elektronik.de

Table of Contents

0.	Document History	3
1.	Overview.....	4
2.	Physical Layer	4
2.1.	General Information	4
2.2.	RailCom – Transmitter in the Decoder	5
2.3.	The RailCom Detector	6
2.4.	Timing.....	7
2.5.	Data Protection	8
3.	Packet Layer.....	10
3.1.	RailCom Instruction Type MOB.....	11
3.2.	RailCom Instruction Type STAT	12
4.	RailCom Configuration Variables (CVs) and DCC-Instructions	14
4.1.	System Requirements.....	14
4.2.	CVs.....	14
4.2.1.	CV28 RailCom Configuration	14
4.2.2.	CV29.....	15
4.2.3.	CV31, CV32	15
4.2.4.	RailCom Page	15
4.3.	DCC Commands.....	16
4.3.1.	System Commands	16
4.3.2.	Additional Function Commands.....	16
4.3.3.	Extended Programming Instructions	17
4.3.4.	NOP for Accessory Decoders.....	17
5.	Applications (Application/APP) Layer for Mobile Decoders.....	19
5.1.	Programming on the Main (POM)	19
5.1.1.	Read 1 Byte	20
5.1.2.	Write 1 Byte.....	20
5.1.3.	Write Bit.....	21
5.1.4.	Read 4 Byte	21
5.2.	ADR.....	22
5.3.	EXT	23

5.3.1.	Sending Local Information.....	24
5.3.2.	Filling.....	24
5.4.	DYN.....	25
5.5.	subID.....	26
6.	Application for Stationary Decoders (Switches, etc.).....	27
6.1.	SRQ.....	27
6.2.	POM.....	29
6.2.1.	Read 1 Byte.....	30
6.2.2.	Write 1 Byte.....	30
6.2.3.	Write Bit.....	31
6.2.4.	Read 4 Byte.....	31
6.3.	STAT1.....	32
6.4.	TIME.....	33
6.5.	ERROR.....	34
6.6.	DYN.....	35
6.7.	STAT2.....	36

0. Document History

Datum	Beschreibung	Kapitel
bis 2.5.2012	Kapitel 6 "Anwendung für ortsfeste Decoder (Weichen etc.)" eingefügt	Kapitel 6, S. 29
	POM Ablauf genauer beschrieben	Kapitel 5.1.1, S. 21; Kapitel 5.1.2, S. 22; Kapitel 5.1.4, S. 22
	NOP für Accessory Decoder eingefügt	Kapitel 4.3.4, S. 19
	Datagramme für stationäre Decoder, ID8 Bemerkung ergänzt	Tabelle 7, S. 15
	Definition der Länge von Identifier ID0 präzisiert spezifiziert	Kapitel 3, S. 12, unter Tabelle 4
	Beschreibung der erweiterten Programmierbefehle ergänzt	Kapitel 4.3.3, S. 19, erster Absatz
	Erklärung zur Sicherung der Datenübertragung ausführlicher	Kapitel 2.5 S. 11
09.11.2011	Tabellenbeschriftungen ergänzt	
12.10.2011	Abschnitt 3.1, Sendung in Kanal 1	
11.10.2011	Version 1.1 subID ergänzt (Abschnitt 0), Erweiterung im Abschnitt Error! Reference source not found.	
21.09.2011	Abbildung 3 erneuert, geänderter Wert für R3	
19.08.2011	Packet Layer, RailCom CVx Anwendungen für mobile Decoder ergänzt.	
08.07.2011	Erste Veröffentlichung der Spezifikation, Physikal Layer	

Date	Description	Chapter
to 5/2/2012	Chapter 6, "Application for Stationary Decoders (Switches etc.)" were inserted	Chapter 6,
	POM sequence described in more detail	Chapter 5.1.1, , Chapter 5.1.2, Chapter 5.1.4,
	NOP inserted for Accessory Decoders	Chapter 4.3.4.
	Datagrams for stationary decoders, ID8 Note added	Table 7,
	Definition of the length of identifier ID0 specified	Chapter 3, , in Table
	Description of the advanced programming commands added	chapter 4.3.3., first paragraph
	Declaration of the protection of data transfer in more detail	section 2.5
09/11/2011	Captions added	
10/12/2011	Section 3,1, transmission in channel 1	
10/11/2011	Version 1.1 subID completed (section 5.5), Extension in the section 5.3.2 Filling.	
9/21/2011	Illustration 3 revised, changed value for R3	
8/19/2011	Packet Layer, RailCom CVx applications for mobile decoders additions.	
7/8/2011	First publication of the specification, Physical Layer	
1/12/2012	Added read bit ro section 5.1.3, corrected packet to add start bit after preamble (5.3.1)	

1. Overview

Die von Lenz Elektronik entwickelten und verwendeten elektronischen Steuerungen, insbesondere jene betreffend des Europäischen Patents 1 380 326 B1 werden unter der markenmäßigen Kennzeichnung "RailCom" angeboten und in den Verkehr gebracht. "RailCom" ist eine auf den Namen von Lenz Elektronik für die Klasse 9 "Elektronischen Steuerungen" unter der Nummer 301 16 303 eingetragene Deutsche Marke sowie ein für die Klassen 21, 23, 26, 36 und 38 "Electronic Controls for Model Railways" in U.S.A. unter Reg.Nr. 2.746.080 eingetragenes Trademark.

Diese Spezifikation gilt ausschließlich für die Anwendung von RailCom innerhalb des DCC-Datenformats (Protokolls). Die Anwendung von RailCom innerhalb anderer Datenformate ist nicht zugelassen.

Lenz Electronik GmbH developed the electronics controls covered by the European patent 1 380 326 B1 that is offered and marketed under the name "RailCom". "RailCom" is a German trademark registered by Lenz Electronik for Class 9 "Electronic Controls" under the number 301 16 303. "RailCom" is also a USA registered trademark for Classes 21, 23, 26, 36, and 38 "Electronics Controls for Model Railways" under Registration No. 2.746.080.

This specification is valid exclusively for use of RailCom when used with the NMRA DCC data format (protocols). The use of RailCom with other data formats is not permitted.

As a prerequisite for this Standard, a Digital Command Station transmits information to Digital Decoders by sending a series of bits using the NMRA digital signal described in S-9.1. This sequence of bits, termed a packet, is used to encode one or more instructions that the Digital Decoder operates upon as described in S-9.2, S-9.2.1, and S-9.2.2.

This Standard specifies how a Digital Decoder transmits in response to this received NMRA packet by generating a series of pulses during a specified absence of track power. This series of pulses is received by an external device called a detector. To successfully accomplish this transmission, and conform to this Standard, the Digital Decoder must satisfy both the Electrical Specifications (Physical Layer) and the General Feedback Packet Format specifications specified contained in this document.

Portions of intellectual property needed to develop products that utilize this Standard have been licensed to the NMRA by Lenz GmbH under patents 6,494,410 and 6,853,312 and by Stan Ames under patent US 6,539,292 B1. The NMRA grants a no-cost sub-license to use the technology covered by this intellectual property to any user for their personal non-commercial use. The NMRA will grant a no-cost sub-license for the use of this technology for any Manufacturer's DCC product that the NMRA certifies meets all the requirements contained within this STANDARD and has been granted a C&I Warrant by the NMRA.

2. Physical Layer

This section describes the RailCom physical layer.

2.1. General Information

Der Informationsfluss im DCC-System erfolgt normalerweise von der Zentrale (Booster) über das Gleis zu den Decodern. Für die umgekehrte Übertragungsrichtung ist es erforderlich diesen Datenstrom zu unterbrechen. Dies geschieht durch die Booster die dazu am Ende eines jeden DCC-Packets ein sogenanntes RailCom-Cutout erzeugen indem sie die beiden Track-Leitungen von der Spannungsversorgung trennen und kurzschließen. Die eigentliche Datenübertragung erfolgt mittels einer Stromschleife. Den dazu notwendigen Strom muss der Decoder aus seinem internen Puffer bereitstellen. Abbildung 1 zeigt die Anordnung von Booster, Detector und Decoder während des RailCom-Cutout.

The information flow in a DCC system normally takes place from the command station to the power station (booster) to the decoders by means of the track. The reverse transmission of information from the decoder requires the interruption of power and this data stream. This interruption is occurs via the boosters that produce a so-called RailCom cutout, at the end of each DCC packet, by disconnecting the two TRACK wires from the voltage supply and shorting them. This function group inside the boosters is called a cutout device. Such a cutout device could also be executed as a separate entity outside of the booster. The actual data transfer occurs by means of a current loop. The decoder must provide the necessary current for the transfer from its internal cache. Figure 1 shows the arrangement of booster, detector, and decoder during the RailCom-cutout.

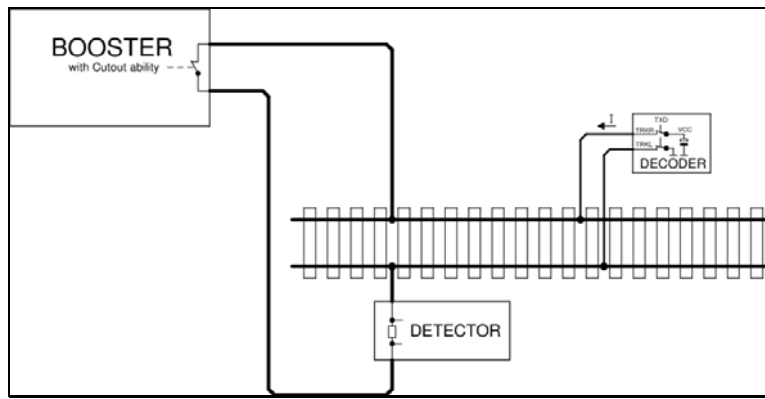


Figure 1: RailCom principal circuit diagram

2.2. RailCom – Transmitter in the Decoder

Um eine '0' zu übertragen muss der Decoder einen Strom I von 30+4/-6 mA liefern bei einem Spannungsabfall am Gleis von bis zu 2.2V. Bei einer '1' darf der Strom I höchstens +/- 0.1mA betragen. Die Stromquelle des Decoders muss gegen unerwartete Fremdspannung am Gleis während des Cutout geschützt sein. Abbildung 2 zeigt eine mögliche Hardware-Realisierung.

To transmit a “0”, the decoder must supply a current I of 30+4/-6 mA with a voltage drop at the track of up to 2.2V. To transmit a “1”, the current I must be at the most +/- 0.1mA. The power source of the decoder must be protected from unexpected external voltage at the track during the cutout. Figure 2 shows a possible hardware design.

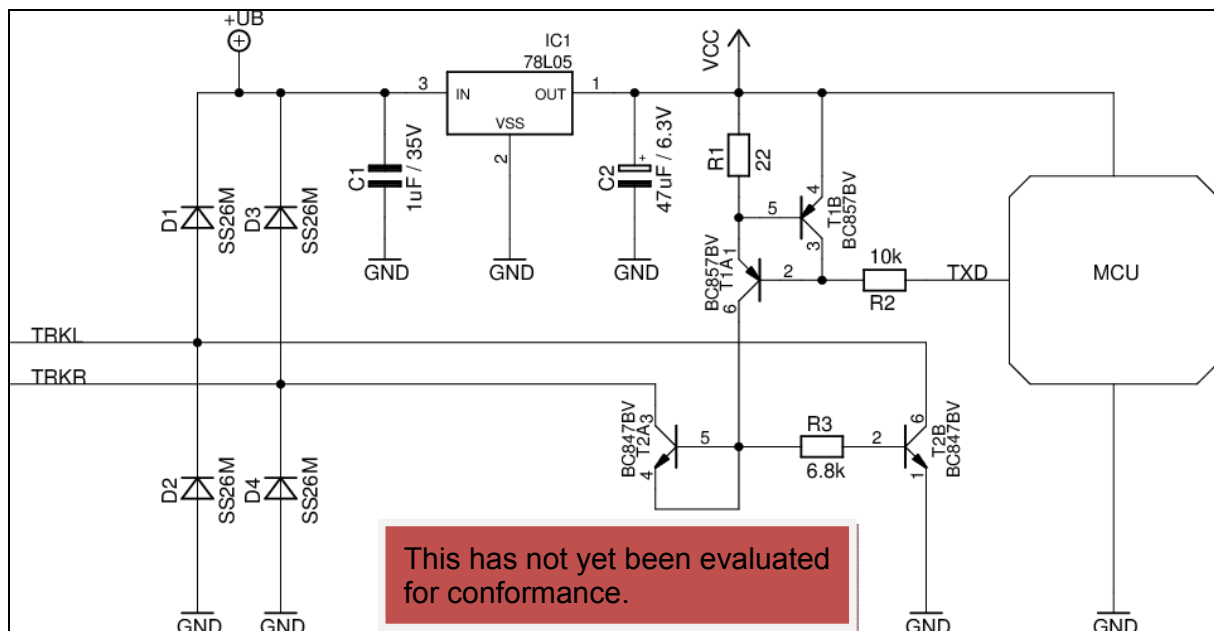


Figure 2: RailCom decoder hardware

Explanation of the Circuit Illustration

Der RailCom – Teil besteht nur aus den Widerständen R1 bis R3 und den Transistoren T1a bis T2b. T1a und T1b bilden eine Stromquelle, T2a ist als Diode geschaltet und schützt die Stromquelle vor positiven Spannungen höher Vcc.

Alle anderen Teile der Schaltung gehören zur normal notwendigen Hardware des Decoders. Man beachte den äußerst geringen Hardwareaufwand für den RailCom – Sender.

The RailCom part consists only of the resistors R1 to R3 and the transistors T1a, T1b, and T2b. T1a and T1b form a power source, T2a is connected as a diode (clipping diode) to protect the power source against higher Vcc voltages.

All of the other parts of the circuit are part of the normally necessary hardware of the decoder. It is important to note the extremely low hardware requirement for the RailCom transmitter.

2.3. The RailCom Detector

Ein Detector muss einen Strom von größer 10mA während der mittleren 50% der Bitzeit als '0' interpretieren, einen Strom von kleiner 6 mA während der mittleren 50% der Bitzeit als '1'. Der Spannungsabfall über dem Detector darf 200mV bei maximal 34 mA während des Cutout nicht übersteigen. Abbildung 3 zeigt eine mögliche Hardware Realisierung.

A detector must interpret a current of greater than 10mA during the middle 50% of the bit time as "0", a current smaller than 6 mA during the middle 50% of the bit time as "1". The voltage drop over the detector may not exceed 200mV at a maximum current of 34 mA during the cutout. Illustration 3 shows a possible hardware design.

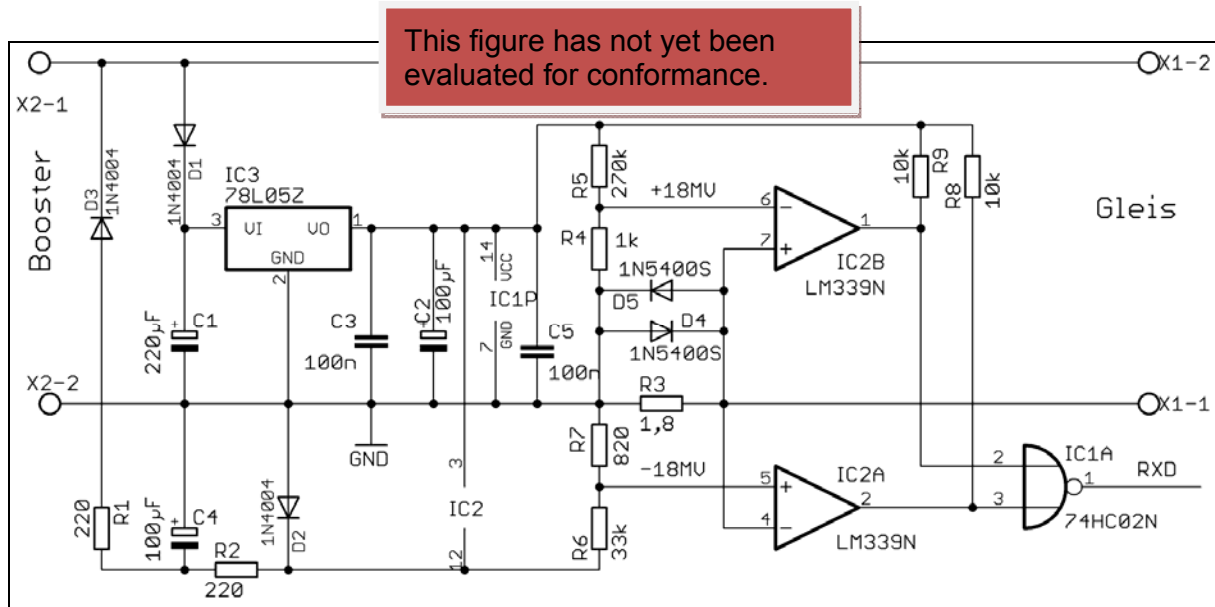


Figure 3: Example of a circuit diagram for a simple RailCom detector

Der Spannungsabfall über dem Cutout Device darf 10mV bei maximal 34 mA während des Cutout nicht übersteigen.

Es dürfen maximal zwei Detektoren (incl. des globalen Detectors) in Reihe verwendet werden, wobei der lokale Detector einen Anschluss für externe Auswertung einer Gleisbelegung enthalten sollte. Ist dies nicht der Fall, müssen extern verwendete Belegtmelder für RailCom spezifiziert sein.

The voltage drop at the cutout device during the cutout must not exceed 10mV at the maximum current of 34 mA.

A maximum of two detectors (including the global detector) can be used in series whereby the local detector should contain a connection for external evaluation of track occupancy. If this is not the case, the externally used occupancy detector must be specified for RailCom.

Erläuterung:

Getestet wurden diese Schaltungen (Sender und Detector) auf großen Clubanlagen bis zu einer Entfernung von 100m. Diese Entfernung wurde problemlos überbrückt. Zugelassen sind dabei –nicht vom Gleis durch Brückengleichrichter isolierte- Verbraucher von 5 Ohm, die parallel zum Messwiderstand des Detectors liegen.

Der Wert von 5 Ohm entspricht bei einer Gleisspannung von 15V einem Strom von 3A.

Glühlampen (Kaltleiter) sind immer über einen schnellen Brückengleichrichter (<500ns) zu betreiben.

Explanation:

These circuits (transmitters and detector) were tested on large club layouts up to a distance of 100m. Communication over this distance was problem-free. Consumers of 5 ohms, not isolated from the track through a bridge electric rectifier, are allowed parallel to the resistor of the detector.

The value of 5 ohms corresponds to a current of 3A at a track voltage of 15V.

Simulating bulbs (PTC resistors) must always be operated over a fast bridge electric rectifier (<500ns).

2.4. Timing

In einem Cutout können bis zu 8 Byte Daten übertragen werden. Jedes übertragene Byte beginnt mit einem Startbit ('0') den 8 Datenbits (niederwertigstes Bit zuerst) und endet mit einem Stopbit ('1'). Die Übertragungsrate ist 250 kbit/s +/- 2%. Die Anstiegszeit (10% → 90%) und Abfallzeit (90% → 10%) darf 0.5 µs nicht überschreiten.

Das RailCom Cutout ist in zwei Kanäle unterteilt. Im Kanal 1 können 2 Bytes, im Kanal 2 bis zu 6 Bytes übertragen werden. Abbildung 4 zeigt das Timing Diagramm. Sämtliche Zeiten sind auf den Null-Durchgang des letzten Flankenwechsels des Packet End Bits bezogen.

During a Cutout, up to 8 bytes of data can be transmitted. Each transferred byte begins with a start bit ("0") followed by 8 data bits (least significant bit first) and ends with a stop bit ("1"). The data transmission rate is 250 kbit/s ± 2%. The rise time (10% → 90%) and fall time (90% → 10%) may not exceed 0.5 µs.

The RailCom cutout is divided into two channels. In channel 1, 2 bytes can be transferred. In channel 2, up to 6 bytes can be transferred. Figure 4 shows the timing chart. All times are referenced from the zero crossing of the last edge of the packet end bit.

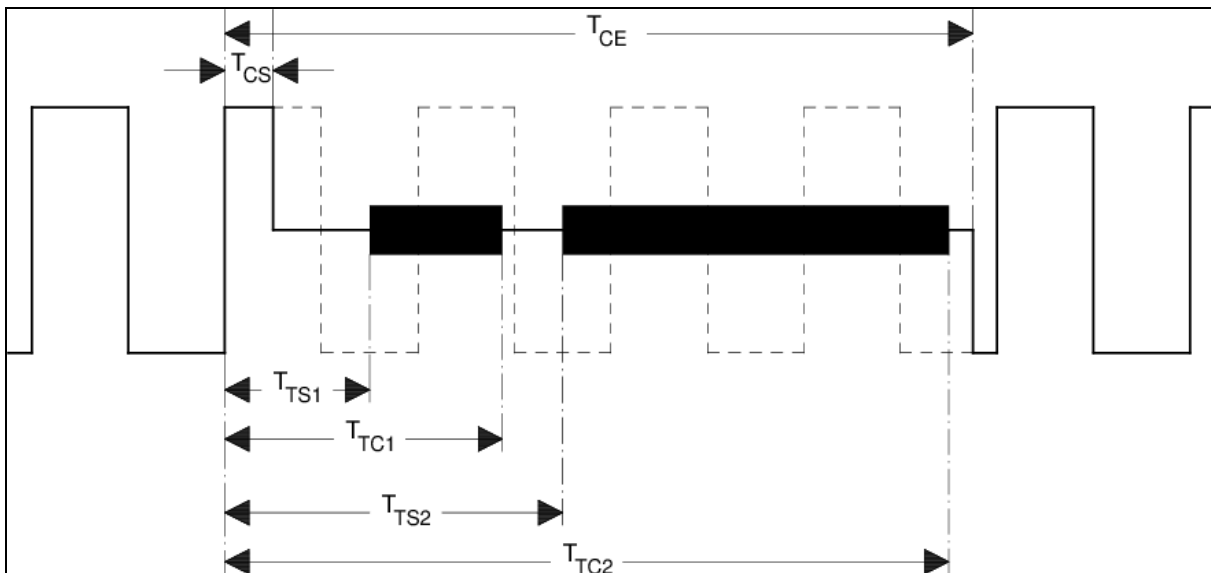


Figure 4: RailCom timing

Parameter	Name	Min	Max
Cutout Start	T_{CS}	26µs	32µs
Cutout End	T_{CE}	454µs	488µs
Start Channel 1	T_{TS1}	80µs	
End Channel 1	T_{TC1}		177µs
Start Channel 2	T_{TS2}	193µs	
End Channel 2	T_{TC2}		454µs

Table 1: Timing parameter

Bemerkung:

Obige Abbildung zeigt das RailCom Timing mit „1“-Bits von 2*58µs (Nominalwert des DCC "1"-Bit). Bei kürzeren „1“-Bits ist es möglich, dass das Cutout ins 5. „1“-Bit hineinreicht. Dies ist aber kein Problem, da eine Zentrale mindestens 4+12=16 Präambelbits senden muss (Stopbit des vorherigen DCC-Paketes nicht mitgezählt), der Decoder also ausreichend Präambelbits (mindestens 11; 10 sind notwendig) sieht.

Eine Cutout-Zeit von ca. 450µs darf die Funktion eines Decoders, der RailCom nicht beherrscht, nicht beeinflussen, da auf einer realen Modellbahnanlage Stromunterbrechungen bis 20ms nachgewiesen wurden, d.h. ein Decoder sollte mindestens eine Stromunterbrechung in dieser Größenordnung verarbeiten können.

Remark:

The above illustration shows the RailCom timing with “1” of 2*58µs (the nominal value of the DCC “1” - bit). With shorter “1” bits, it is possible that the cutout extends into the 5th “1”- bit; however, this is no problem, since a command station must send at least 4+12=16 preamble bits (the stop bit of the previous DCC packet is not counted in this), so that the decoder sees sufficient preamble bits (at least 11; 10 are required).

A cutout - time of approx. 450µs - must not affect the function of a decoder, which does not implement RailCom, since in an actual model railway layout, current interruptions of up to 20ms have been observed, i.e., a decoder should be able to process at least one current interruption of this size.

2.5. Data Protection

Die Sicherung der Datenübertragung erfolgt via 4/8 Codierung, d.h. jedes übertragene Byte enthält 4 '1'- und 4 '0'-Bits. Ist dieses Verhältnis verletzt, liegt ein Übertragungsfehler vor.

Es gibt 70 verschiedene Bitkombinationen innerhalb eines Bytes, die dieses Verhältnis 4:4 aufweisen. Davon werden 64 für die Übertragung von 6 Nutzbits verwendet, von den 6 übrigen werden 3 für kurze Sondermitteilungen genutzt, ACK, NACK und BUSY. Die restlichen drei Kombinationen werden im Moment nicht benutzt.

Es lassen sich in Kanal 1 netto 12 Bit, in Kanal 2 netto bis zu 36 Bit Nutzdaten übertragen.

Die möglichen Codierungen:

Securing data transmission occurs through 4/8 coding, i.e., each transmitted byte contains 4 '1' - and 4 '0' bits. If this ratio is disturbed, a transmission error has occurred.

There are 70 different bit combinations in a byte that exhibit the ratio of 4:4. Of these, 64 may be used for the transfer of 6 payload bits; of the 6 remaining ones, 3 are used for short special messages, ACK, NACK, and BUSY. The remaining three combinations are currently not in use.

In channel 1, 12 bits net, and in channel 2 up to 36 net bits of payload can be transferred.

The possible codes are listed in Table 2:

Value	4/8 Code	Value	4/8 Code	Value	4/8 Code	Value	4/8 Code
0x00	10101100	0x10	10110010	0x20	01010110	0x30	11000110
0x01	10101010	0x11	10110100	0x21	01001110	0x31	11001100
0x02	10101001	0x12	10111000	0x22	01001101	0x32	01111000
0x03	10100101	0x13	01110100	0x23	01001011	0x33	00010111
0x04	10100011	0x14	01110010	0x24	01000111	0x34	00011011
0x05	10100110	0x15	01101100	0x25	01110001	0x35	00011101
0x06	10011100	0x16	01101010	0x26	11101000	0x36	00011110
0x07	10011010	0x17	01101001	0x27	11100100	0x37	00101110
0x08	10011001	0x18	01100101	0x28	11100010	0x38	00110110
0x09	10010101	0x19	01100011	0x29	11010001	0x39	00111010
0x0A	10010011	0x1A	01100110	0x2A	11001001	0x3A	00100111
0x0B	10010110	0x1B	01011100	0x2B	11000101	0x3B	00101011
0x0C	10001110	0x1C	01011010	0x2C	11011000	0x3C	00101101
0x0D	10001101	0x1D	01011001	0x2D	11010100	0x3D	00110101

Value	4/8 Code	Value	4/8 Code	Value	4/8 Code	Value	4/8 Code
0x0E	10001011	0x1E	01010101	0x2E	11010010	0x3E	00111001
0x0F	10110001	0x1F	01010011	0x2F	11001010	0x3F	00110011
NACK	00001111	Instruction is received correctly, the decoder does not support this instruction" or "NO"					
ACK	11110000	"Instruction is understood and will be performed" or "YES"					
BUSY	11100001	"Decoder is busy"; function will not be performed					
not approved for use	11000011						
not approved for use	10000111						
not approved for use	00111100						

Table 2: 4/8 Encodings

3. Packet Layer

Dieses Kapitel beschreibt den Aufbau von RailCom-Paketen.

RailCom Pakete (im folgenden mit Datagramm bezeichnet) haben eine Länge von 6, 12, 18 oder 36 Nutz-Bits. Somit ergeben sich für die beiden Kanäle folgende Übertragungsmöglichkeiten:

This chapter describes the structure of RailCom packets.

RailCom packets (in the following table described as datagrams) have a length of 6, 12, 18, or 36 useful bits. Therefore, the two channels have the following transfer options:

Channel 1	Channel 2
12-bit datagram	6-bit ACK (or NACK or BUSY)
	12-bit datagram
	12-bit datagram + 6 Bit datagram (ACK or NACK or BUSY)
	12-bit datagram + 12 Bit datagram
	12-bit datagram + 12 Bit datagram + 12 Bit Datagram
	18-bit datagram
	18-bit datagram + 12 Bit datagram
	18-bit datagram + 18 Bit datagram
	24-bit datagram
	36-bit datagram

Table 3: Transfer options

Other possibilities are not approved.

Datagramme (außer ACK/NACK/BUSY) beginnen, wenn nicht anders erläutert, mit einem 4 Bit Identifier, gefolgt von 8, 14 oder 32 Bit Nutzdaten, die wie folgt übertragen werden:

Datagrams (except for ACK / NACK / BUSY) begin, unless otherwise explained, with a 4-bit identifier followed by a transfer of 8, 14, or 32 bits of useful data, as follows:

Datagram	Bytes
12-bit	ID[3-0]D[7-6]+D[5-0]
18-bit	ID[3-0]D[13-12]+D[11-6]+D[5-0]
24-bit	ID[3-0]D[19-18]+D[17-12]+D[11-6] +D[5-0]
36-bit	ID[3-0]D[31-30]+D[29-24]+D[23-18]+D[17-12]+D[11-6] +D[5-0]

Table 4: Datagram-Structure Die Länge des Datagramms ist durch den Identifier bestimmt. Die Identifier werden weiter unten definiert.

Mobile Decoder (LokDecoder) und stationäre Decoder (AccessoryDecoder) haben unterschiedliche Rückmeldeanforderungen. Entsprechend werden die Kanäle für beide Decodertypen unterschiedlich genutzt. Die Bedeutung der Datagramme ist somit abhängig von der Adresse des vorangestellten DCC Pakets. Daneben gibt es Systemanforderungen die alle Decoder gleichermaßen erfüllen müssen. Für diesen Zweck wird die DCC-Adresse 255 als "Systemadresse" festgelegt. Entsprechend werden die folgenden RailCom-Befehlsarten MOB (mobil) und STAT (stationär) anhand der DCC Adresse unterschieden:

The length of the datagram is defined by the identifier. The identifiers are defined below (exception: ID0 has two different lengths).

Mobile decoders (locomotive decoders) and stationary decoders (accessory decoders) have different acknowledging requirements. Accordingly, the channels for both decoder types are used differently. The meaning of the datagrams thus depends on the address of the preceding DCC packet. In

addition, there are system requirements that all decoders must fulfill equally. For this purpose, the DCC address 255 is specified as “system address”. The following RailCom instruction types MOB (mobile) and STAT (stationary) are differentiated on the basis of the DCC address:

DCC Address		RailCom Instruction Type
1. Byte	2. Byte	
1-127		MOB
128-191		STAT
192-231	ADR low	MOB
253		This must still be explained!
255		<p>MOB/STAT</p> <p>255 is the address of the DCC Idle Packet (FFh - 00h - FFh)</p> <p>Das 1. Datenbyte ungleich 0 kennzeichnet die Verwendung als Systemadresse. In jedem Fall besteht das Packet dann aus mehr als 3 Byte.</p> <p>The first data byte not equal to (\neq)0 indicates use as a system address. In each case, the packet will then consist of more than 3 bytes.</p>

Table 5: Instruction types and system addresses

Auf andere Adressen sowie auf Service Mode Pakete dürfen Decoder keine Rückmeldung senden.

To other addresses, as well as to service-mode packets, decoders may not send an acknowledgment.

3.1. RailCom Instruction Type MOB

Kanal 1 nutzen mobile Decoder zur schnellen Lokalisierung auf der Anlage (siehe app:adr). Dazu müssen sie nach jedem an einen mobilen Decoder gerichteten DCC Paket ihre DCC-Adresse senden, die dann von lokalen Detectoren auf der Anlage empfangen wird. Ausgenommen sind die Servicemode Packets von dem Zeitpunkt an, zu dem der Decoder den Servicemode erkennt.

Kanal 2 darf nur vom adressierten Decoder benutzt werden und dient zur Übermittlung von Decoderinformationen. Ein adressierter Decoder muss stets eine Rückmeldung in Kanal 2 senden (gegebenfalls ACK/NACK/BUSY) um den fehlerfreien Empfang des DCC-Pakets zu bestätigen.

Eine Rückmeldung im Kanal 2 signalisiert, dass der Decoder den Befehl fehlerfrei empfangen hat, nicht jedoch dass der Befehl vom Decoder auch akzeptiert und ausgeführt wird. Die folgenden Identifier (Datagramme) sind für mobile Decoder definiert:

Channel 1 is used by mobile decoders for fast identification of location on the model railroad (see app: adr_low and adr_high). For this process, they must send their DCC address after each of the DCC packets that are sent to the mobile decoder. The address is then received by the local detectors connected to the layout. Exempt are the service mode packets from the time at which the decoder recognizes their service mode.

Channel 2 may be used only by the addressed decoder and serves to transmit decoder information. An addressed decoder must always send a feedback signal in channel 2 (if necessary ACK/NACK/BUSY) to confirm the error-free reception of the DCC packet.

A feedback signal in channel 2 indicates that the decoder received the instruction error-free, but not that the command was accepted and successfully executed by the decoder.

The following identifiers (datagrams) are defined for mobile decoders:

ID	Channel 1	Channel 2	<u>Remark</u>
0		app: POM	required, 1 or 4 byte
1	app:adr_low		required
2	app:adr_high		required

ID	Channel 1	Channel 2	<u>Remark</u>
3		app: ext	optional
4			not approved for use
5			not approved for use
6			not approved for use
7		app:dyn	optional
8			not approved for use
9			not approved for use
10			not approved for use
11			not approved for use
12		app:subID	optional
13			not approved for use
14			not approved for use
15			not approved for use

Table 6: Instruction type MOB identifier (datagrams)

"Required" requires complete implementation

"optional": requires either complete implementation or partial implementation with the conditions specified under section 4.1

Bemerkung:

Ältere Decoder haben während einer Testphase verschiedene Identifier belegt, die jetzt als "nicht freigegeben" gekennzeichnet sind. Neuere Decoder müssen in einer speziellen CV (siehe Abschnitt "RailCom CVs") die RailCom-Versionsnummer eingetragen haben. Dies kann zur Unterscheidung benutzt werden.

Ältere Decoder ohne Versionsnummer sollte man updaten (lassen).

Remark:

Older legacy decoders use different identifiers, which are now marked as "Not Approved". Newer decoders must have registered the RailCom version number in a special configuration variable (CV) (see section "RailCom CVs"). The version number can be used for differentiation.

You should update older decoders without a version number or have them updated.

3.2. RailCom Instruction Type STAT

Die RailCom Spezifikation für ortsfeste Decoder ist noch nicht abgeschlossen. Alle Angaben dazu sind als vorläufig zu betrachten.

Ortsfeste Decoder nutzen Kanal 1 zur Meldung von Service Request Anforderungen (siehe app:srq). Dazu können sie in jedem an einen ortsfesten Decoder gerichteten DCC Paket ihre Identität (12-Bit Adresse) senden (12 Bit Wert ohne Identifier !!) (Nicht bei Adressierung via Decoder ID). Melden sich mehrere Decoder gleichzeitig muss eine Suche gestartet werden.

Kanal 2 darf nur vom adressierten Decoder benutzt werden und dient zur Übermittlung von Decoderinformationen. Ein adressierter Decoder muss stets eine Rückmeldung in Kanal 2 senden (gegebenfalls ACK) um den fehlerfreien Empfang des DCC-Pakets zu bestätigen.

Eine Rückmeldung im Kanal 2 signalisiert, dass der Decoder den Befehl fehlerfrei empfangen hat, nicht jedoch dass der Befehl vom Decoder auch akzeptiert und ausgeführt wird.

Die folgenden Identifier (Datagramme) sind für stationäre Decoder definiert:

The RailCom specifications for stationary decoders are not yet final. All information herein is to be regarded as provisional.

Stationary decoders use channel 1 for reporting service request requirements (see app:srq). For this, they can transmit in each DCC packet addressed to the stationary decoder's address (12-bit address)

(value of 12 bits without an identifier!!) (Not if addressed via decoder ID). If multiple decoders respond simultaneously, a search must be started.

Channel 2 may be used only by the addressed decoder and serve to transmit decoder information. An addressed decoder must always send a feedback in channel 2 (if necessary ACK) to confirm the error-free receipt of the DCC packet.

A feedback signal in channel 2 indicates that the decoder received the instruction error-free, but not that the command was accepted and successfully executed by the decoder.

The following identifiers (datagrams) are defined for stationary decoders:

ID	Channel 1	Channel 2	Remark
-	app:srq		Mandatory
0		app:POM	Mandatory
1			Not approved for use
2			Not approved for use
3			Not approved for use
4		app:stat1	Mandatory
5		app:time	Optional
6		app:error	Mandatory
7		app:dyn	Optional
8		app:stat2	Not for new developments
9			Not approved for use
10			Not approved for use
11			Not approved for use
12		app:subID	Optional
13			Not approved for use
14			Not approved for use
15			Not approved for use

Table 7: Instruction type STAT identifiers (datagrams)

"zwingend" bedeutet vollständige Implementierung

"optional": entweder vollständige Implementierung oder: teilweise Implementierung mit den unter 4.1 genannten Bedingungen

"mandatory" means full implementation

"optional": either full implementation or partial implementation with the conditions mentioned in section 4.1

4. RailCom Configuration Variables (CVs) and DCC-Instructions

4.1. System Requirements

Diese RailCom Spezifikation ist so aufgebaut, dass sie rückwärtskompatibel ist, d.h. nicht RailCom-fähige Decoder können weiter betrieben werden und nicht RailCom-fähige Zentralen können weiter RailCom-fähige Decoder ansteuern.

Das Ansteuern analoger Lokomotiven (Loks ohne Decoder) mit Hilfe der verlängerten "0" (stretched zero) ist nicht zugelassen.

Ein Decoder mit RailCom Implementierung muss folgende Eigenschaften zwingend unterstützen:

APP.ADR; APP.POM; ACK, NACK und BUSY

Auf jede Lok- und/oder Weichen- Adressierung muss der Decoder im Kanal 2 der Austastlücke antworten (siehe Applikationen).

Darüber hinausgehende RailCom Eigenschaften, die nicht im Decoder implementiert sind, müssen eindeutig als solche beantwortet werden. Das bedeutet im Einzelnen: RailCom Funktionen, die durch einen DCC-Befehl (ein DCC-Paket) ausgelöst werden, aber nicht implementiert sind, müssen mit einem NACK beantwortet werden.

Wird eine RailCom-CV nicht unterstützt, muss beim Auslesen der Wert 0xFF als Antwort zurückgegeben werden.

This RailCom specification has been developed to be backward-compatible with traditional DCC, i.e., decoders that are not RailCom-enabled can continue to operate on RailCom layouts, and command stations that are not RailCom-enabled can continue to control RailCom-capable decoders.

The control of analog locomotives (locs without decoders) with the help of the extended "0" (zero stretched) is not approved.

All decoders that contain RailCom implementation must completely support the following mandatory functions:

APP.ADR; APP.POM; ACK, NACK, and BUSY

The decoder has to provide an answer in channel 2 to each blanking interval (see applications).

Any additional RailCom features that are not implemented in the decoder must clearly be answered as such. That means in detail: all RailCom functions that are triggered by a DCC command (a DCC packet), but are not implemented, must be answered with a NACK.

If a RailCom CV is not supported, the value 0xFF must be returned as the response.

4.2. CVs

4.2.1. CV28 RailCom Configuration

Bit	=	Function
0	1	Channel 1 approved for address broadcasts
	0	
1	1	Channel 2 approved for data and Acknowledge
	0	
2,3		Not approved for use
4	1	Programming address 253 approved ²
	0	Programming 253 block address
5-7		Not approved for use

2. Decision in accordance VHDM v 16/17.9.2011

Table 8: CV28 Railcom Configuration

4.2.2. CV29

Verwendung nach NMRA S-9.2.2 Bit 3.

RailCom use is specified in NMRA S-9.2.2, bit 3.

4.2.3. CV31, CV32

Verwendung als Pointer nach NMRA S-9.2.2.

RailCom use of extended CVs is defined in NMRA S-9.2.2.

4.2.4. RailCom Page

CV31 = 0 und CV32 = 255 adressieren eine Page von 256 CVs, die für RailCom-Anwendungen nach folgender Tabelle belegt sind:

CV31 = 0 and CV32 = 255 address a page of 256 CVs, which are allocated for RailCom applications as shown in the following table.

Byte	Allocation
0	Manufacturer ID (per NMRA)
4-7	Product ID (Herstellerspezifische Produktkennung, um die einzelnen Produkte auseinanderhalten zu können. Little Endian) Product ID (manufacturer-specific product identification, to differentiate the individual products. Little Endian)
8-11	MUN (Manufacturer Unique Number. Little Endian) 4-byte serial number over all devices of a manufacturer
12-15	Produktionsdatum (Anzahl der Sekunden seit dem 1.1.2000, Little Endian, Unsigned) Production date (number of seconds since January 1 st 2000 1.1.2000, Little Endian, Unsigned)
16-63	Manufacturer-specific allocation possible
64-127	dynamische Variablen nach APP Table 15: Search and filling order DYN, Seite 25 dynamic variables after APP DYN, page 27
128	RailCom Version Number "vor Punkt" (Little Endian) RailCom version number, "before period". binary
129	RailCom Version Number "nach Punkt" (Little Endian) RailCom version number, "after period". binary
130-131	reserved
132, 133	Container 1, spezifischer Verbrauch, "Entleerungsgeschwindigkeit" Container 1, specific consumption, "emptying rate"
134, 135	Container 2, spezifischer Verbrauch "Entleerungsgeschwindigkeit" Container 2, specific consumption, "emptying rate"
136, 137	Container 3, spezifischer Verbrauch "Entleerungsgeschwindigkeit" Container 3, specific consumption, "emptying rate"
138	Feature number for subID (see section 5.5)

139-255	reserved
---------	----------

Table 9: Allocation page 255

Folgende Werte sind in die CVs 132, 134 und 136 nach Bedarf einzutragen und kennzeichnen den Behältertyp

The following values are to be entered in CVs 132, 134, and 136 as needed and identify the type of container:

d 00	Function is not supported
d 01	Not approved for use
d 02	Diesel
d 03	Coal
d 04	Water
d 05	Sand
d 06	Battery
d 07 – d15	reserved, kann bei Bedarf ergänzt werden reserved, can be supplemented if necessary

Table 10: Container types

The four most significant bits are not approved for use.

4.3. DCC Commands

Die erweiterte Funktionalität durch RailCom bedingt auch zusätzliche DCC-Befehle. Dazu gehören:

Extended functionality by RailCom requires the definition and use of additional DCC commands. The following sections describe the use and functionality of the additional DCC commands.

4.3.1. System Commands

Systemkommandos werden über die Adresse 255 (0xFF) übertragen. Diese Adresse ist nach NMRA dem Idle-Packet vorbehalten. Als Systemkommando wird aber das 2. Byte des Idle-Packets ungleich 0 verwendet. Die Werte, die die einzelnen Kommandos beschreiben, werden noch publiziert.

RailCom system commands are transmitted using the 255 (0xFF) DCC address. This address is reserved for the idle packet per the NMRA DCC standards. The 2nd byte of the DCC idle packet with a value of unequal (\neq) 0 (0x00) is used. The values, which describe the individual commands, will be published later.

4.3.2. Additional Function Commands

Durch RailCom ergeben sich zusätzliche Funktionsmöglichkeiten wie z.B. Suchfunktion, Befüllen, etc (siehe auch unter Abschnitt "Applications (Application/APP) Layer for Mobile Decoder"). Hierfür wird die "Feature Expansion Instruction" (110) gemäß NMRA S-9.2.1. benutzt, und zwar in der "binary state control instruction short form":

RailCom provides additional functional possibilities; for example, the search function, filling, etc. (see also, section "Applications (application/ APP) Layer for Mobile Decoder"). For this purpose, the "Feature Expansion Instruction" (110) "binary state control instruction short form" is used in accordance with NMRA S-9.2.1:

Instruction: binary state control instruction short form	
▶	<p>11011101 DLLLLLLL</p> <p>LLLLLLL marks the function code from 1 to 127</p> <p>LLLLLLL = 0 schaltet o.g. Funktionen aus</p> <p style="padding-left: 40px;">= 0 switches the above mentioned functions off</p> <p>D = 1: Function activated</p> <p>= 0: Function deactivated</p> <p>See also, S-9.2.1.</p>

Diese Befehle werden mit XF1 bis XF127 bezeichnet.

These instructions are defined as XF1 to XF127.

XF=	Function
1	Suchen Search
2	Fill with diesel
3	Supply with coal for fuel
4	Fill with water
5	Fill with sand
6	Charge battery
7 - 14	reserved
15	allgemeiner Füllbefehl general filling instruction
16 - 127	Free for use

Table 11: Function numbers

4.3.3. Extended Programming Instructions

S-9.2.1 defines a “short form” for programming CV(s) with the instruction "1111CCCC" 0 DDDDDDDD (0 DDDDDDDD), where CCCC specifies which CV(s) to write to.

The following data bytes DDDDDDDD (DDDDDDDD) are then written into the CV(s) that is (are) defined in that way.

By extending this allocation, two CVs are defined at the same time This increases security and simplifies the reprogramming of the long address (extended address).

CCCC = 0000, 0010, 0011, and 1001 are reserved; the rest is available.

Additional allocations:

CCCC = 0100 writes to CV17 and CV18 (extended address) simultaneously, and sets bit 5 in CV29.

CCCC = 0101 writes to CV31 and CV32 (index high (31) and low (32) byte).

4.3.4. NOP for Accessory Decoders

Zubehördecoder melden sich nach einem Schaltbefehl, wenn sie der Zentrale etwas mitteilen wollen (SRQ).

Üblicherweise werden Schaltbefehle aber nur sporadisch gesendet, also könnten sich Accessory Decoder nur ebenso selten bemerkbar machen. Deshalb wird der NOP-Befehl eingeführt, der regelmäßig gesendet wird, aber zunächst nichts bewirkt, außer ortsfesten Decodern ein SRQ zu ermöglichen.

Dieser muss von allen nicht RailCom-fähigen Basic und Extended Accessory-Decodern als ungültig erkannt und damit ignoriert werden. Er dient zum einen dazu, es Zubehör-Decodern zu ermöglichen, in der nachfolgenden Austastücke einen SRQ abzusetzen, zum anderen erlaubt er für den Fall, dass sich mehrere Decoder gleichzeitig mit einem SRQ melden, auch die Suche nach den beteiligten Decodern.

Dies wird dadurch erreicht, dass mit dem NOP eine Accessory Adresse übertragen wird. Es melden sich daraufhin nur diejenigen Decoder, deren Adresse kleiner oder gleich ist wie die im NOP enthaltene. Dadurch kann bei Meldungen von mehreren Decodern mittels sukzessiver Approximation der Decoder mit der jeweils niedrigeren Adresse ausfindig gemacht und bedient werden. Die Suche wird solange wiederholt, bis sich kein Decoder mehr meldet.

Instruction: NOP for accessory decoders

▶	Pbi 0 1 0 A ₁₀ A ₉ A ₈ A ₇ A ₆ A ₅ 0 0 A ₄ A ₃ A ₂ 1 A ₁ A ₀ T 0 EEEEEEEE 1 A ₁₀ ...A ₀ = Accessory Adresse (lineare Adressierung) ³ T = 0 A ₁₀ ...A ₀ ist eine Basic Accessory Decoder Address = 1 A ₁₀ ...A ₀ ist eine Extended Accessory Decoder Address T wird für die Suchfunktion als höchstwertiges Adressbit betrachtet (A ₁₁) EEEEEEEE XOR-Prüfbyte
---	---

Für die regelmäßige Abfrage aller Accessory Decoder sendet die Zentrale sinnvollerweise ein NOP mit der höchstmöglichen Adresse, damit alle Decoder angesprochen werden.

Solange sich hierauf immer nur ein Decoder mit einem SRQ meldet, kann es bei diesem NOP mit der höchsten Adresse bleiben. Erst, wenn sich mehrere Decoder gleichzeitig melden, muss die Zentrale eine Suche starten, indem sie die im NOP enthaltene Adresse geeignet variiert.

Eine RailCom-fähige Zentrale muss zur Abfrage der Accessory-Decoder in bestimmten Zeitabständen einen NOP-Befehl senden. Der zeitliche Abstand zwischen zwei NOPs ist ein Kompromiss aus Bandbreiteneinschränkung beim DCC-Signal und Reaktionszeit auf SRQ-Meldungen. Es wird ein Intervall von ca. 0,5 Sekunden empfohlen.

Bei Suchvorgängen nach Mehrfachmeldungen müssen die zur Suche verwendeten NOPs natürlich schnellstmöglich hintereinander gesendet werden.

Accessory decoders report their status after receiving a switching command or when the command station requests a status request (SRQ).

Normally, switching commands are sent sporadically, so accessory decoders could make themselves known equally rarely. Therefore the NOP command was introduced that is sent regularly, but does nothing except to allow a stationary decoder a cutout window in which to transmit its status.

The SRQ must be recognized by all non-RailCom-enabled basic and extended accessory decoders as not valid and therefore be ignored. It serves first to enable accessory decoders in the subsequent blanking interval (blanking period) to deposit an SRQ, and secondly, in case that several decoders respond with an SRQ at the same time, also permits a search for participating decoders. For the NOP command to be effective, the NOP command transmits an accessory decoder address with its transmission. Only those decoders repond whose address is smaller or equal to the address contained in the NOP. Then, as messages from several decoders arrive by successive approximation, the decoder with the lowest address can be found and served. The search is repeated until no decoder responds any longer..

Instruction: NOP for accessory decoders

▶	Preamble 0 10A ₁₀ A ₉ A ₈ A ₇ A ₆ A ₅ 0 0A ₄ A ₃ A ₂ 1A ₁ A ₀ T 0 EEEEEEEE 1 A ₁₀ ... A ₀ = Accessory address (linear address) ³ T = 0 A ₁₀ ... A ₀ is a basic accessory decoder address A ₁₀ ... A ₀ = 1 A ₁₀ ... A ₀ is an extended accessory decoder address T for the search function is regarded as the most significant address bit (A ₁₁) EEEEEEEE XOR checksum byte
---	--

³ The linear encoding is going to be adjusted to the extended accessory coding per S-9.2.1. The statement there is not clearly formulated. Adjusted as soon as the Standard is clarified.

For regular monitoring of all the accessory decoders, the command station sends a NOP with the highest possible address so that all decoders are addressed.

As long as only one decoder responds with an SRQ, the NOP with the highest address remains. Only when multiple simultaneous decoders notify the command station, the command station must start a search by varying the address that is contained in the NOP appropriately.

A RailCom-enabled command station must query the accessory decoder periodically by sending a NOP command. The time interval between two NOP commands is a tradeoff between bandwidth limitation at the DCC signal and response time to SRQ messages. We recommend an interval of 0.5 seconds.

Searches to multiple messages require of course that the NOP commands used to search are sent as quickly as possible one after the other.

5. Applications (Application/APP) Layer for Mobile Decoders

Die nachfolgenden Abschnitte beschreiben die Befehle für die RailCom-Funktionalität.

Die Befehle von der Zentrale zum Decoder (►) sind jeweils ohne die Adressierungs-Daten notiert. Die Adressierung erfolgt nach dem DCC-Standard. Befehle, die vollständig notiert sind kennzeichnen sich durch die Angabe der DCC-Preamble {pbl}. Diese Pakete werden nach DCC-Standard mit einem Null-Bit (0) zwischen den übertragenen Bytes, einer XOR-Checksumme (CHK) und einem Eins-Bit (1) am Ende des Pakets versehen.

(◄) kennzeichnet die gesendeten RailCom – Daten.

Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich Werte immer auf ein 8-Bit-Feld. Binäre Werte sind durch ein vorangestelltes 0b gekennzeichnet. Hexadezimale Werte sind durch ein vorangestelltes 0x gekennzeichnet.

The following sections describe the instructions for RailCom functionality.

The instructions from the command station to the decoder (►) are noted in each case without the addressing data. Addressing utilizes the DCC standard. Commands, which are completely noted, are indicated by the DCC preamble {pbl}. According to the DCC standard, these packets are equipped with a Null-bit (0), between each of the transferred bytes, a XOR Checksum (CHK), and a 1-bit (1) at the end of the packet.

(◄) indicates the sent RailCom data.

If not indicated otherwise, values always refer to an 8-bit field. Binary values are indicated by a placing of 0b in front of the value. Hexadecimal values are indicated by a placing 0x in front of the value.

5.1. Programming on the Main (POM)

Purpose	Read/write of configuration variables

Operation Mode Instruction: POM	
►	1110CCVV 0 VVVVVVVV 0 DDDDDDDD
◄	Channel 2: 0b0000 (ID0) DDDDDDDD

with V=CV Address and D=CV data.

Wenn die CV-Adresse im Bereich 257 bis 512 ist, wird immer und automatisch die indizierte CV-Adressierung mit Hilfe von CV31 und 32 benutzt.

When a CV address is in the range of 257 to 512, the indexed CV addressing with the aid of CV31 and CV32 is always and automatically used.

The following modes are defined

CC	Description
0b00	4 bytes read
0b01	Bytes read
0b11	Bytes write
0b10	Bit write

Table 12: POM modes

5.1.1. Read 1 Byte

Operation Mode Instruction: POM Read Byte	
▶	111001VV 0 VVVVVVVV 0 00000000
◀	Channel 2 (12-bit): 0b0000 (ID0) DDDDDDDD

with V=CV-Address and D=CV-Data.

Das zugehörige Antwortdatagramm (ID0) muss nicht im selben Packetframe gesendet werden, sondern kann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Eine Zentrale muss also dafür sorgen, dass der Decoder nochmals adressiert wird und vorher kein anderer Programmierbefehl gesendet wird (der gleiche ist erlaubt).

Auf Lesezugriff antwortet der Decoder mit "BUSY", so lange der Vorgang nicht abgeschlossen ist. Wenn der Lesevorgang beendet ist, sendet der Decoder auf den zugehörigen, erneuten Lesebefehl das Ergebnis. Gibt der Decoder nicht innerhalb von 0,5s die Daten zurück dann gilt der Lesevorgang als fehlgeschlagen.

The corresponding response datagram (ID0) must not be sent in the same packet frame, but can be sent at a later time. A command station must therefore ensure that the decoder is addressed once more before any other programming command is sent (the same is allowed).

The decoder responds to read access with "BUSY", as long as the operation is not completed. When the read operation is completed, the decoder transmits the result on the appropriate, renewed re-read command. If the decoder does not return the data within 0.5 s, the operation is considered failed.

5.1.2. Write 1 Byte

Operation Mode Instruction: POM Write Byte	
▶	111011VV 0 VVVVVVVV 0 DDDDDDDD
◀	Channel 2 (12-bit): 0b0000 (ID0) DDDDDDDD hier wird der Wert zurückgeschickt, der NACH der POM Operation in der CV vorhanden ist. Here the value of the CV is sent back that is present in the CV AFTER of the POM operation.

Note: V=CV address and D=CV data.

Auf Schreibzugriff antwortet der Decoder mit "BUSY", so lange der Vorgang nicht abgeschlossen ist. Der Decoder vergleicht die erhaltenen CV-Daten mit den eingeschriebenen Daten und sendet ergebnisabhängig ein ACK oder NACK. Die Zentrale wiederholt nach einem "BUSY" den Schreibbefehl so lange, bis der Decoder mit "ACK" oder "NACK" geantwortet hat. Die Zentrale darf während dieser Zeit keinen anderen Befehl an diesen Decoder schicken. Gibt der Decoder nicht innerhalb von 0,5s ein "ACK" oder "NACK" dann gilt der Schreibvorgang als fehlgeschlagen. Bei einer Readonly CV liefert der Decoder den aktuellen Wert der CV.

The decoder responds to a write access request with "BUSY", as long as the operation is not completed. The decoder compares the received CV data with the CV-written data and sends a result-dependent ACK or NACK.

After a "BUSY" message, the command station repeats the write command until the decoder responds with an "ACK" or "NACK". The command station must not send any other command during this time to this decoder. If the decoder does not respond within 0.5 s with an "ACK" or "NACK", the write operation is considered to have failed.

In a read-only CV, the decoder provides the current value of the CV.

5.1.3. Write Bit

Operation Mode Instruction: POM Write Bit	
▶	111C10VV 0 VVVVVVVV 0 1111DBBB
◀	Channel 2 (12-bit): 0b0000 (ID0) DDDDDDDD

With V=CV address and D=CV data und B=bit position {0-7}.

Antworten wie bei "Write Byte".

The answers are the same as with "Write byte".

5.1.4. Read 4 Byte

Purpose	POM; Read 4 CVs per Command
Decoder types	Locomotive Decoder, Accessory Decoder

Um in einer möglichst kurzen Zeit umfangreichere Mengen an CVs auslesen zu können, wird ein zusätzlicher Lesebefehl eingeführt.

Der POM-Befehl wird dahingehend geändert, dass die bisher nicht benutzte Bitkombination CC=00 verwendet wird. Dies startet einen Lesevorgang, bei dem von dem Decoder 4 Byte zurückgesendet werden.

In order to be able to read multiple CV in as short a time as possible, an additional read command was introduced.

The POM-command was changed so that the previously unused bit-combination CC = 00 is now used. This new command starts a read operation, during which the decoder returns 4 bytes.

Operation Mode Instruction: POM	
▶	111000VV 0 VVVVVVVV
◀	Channel 2:(36 bit) 0b0000 (ID0) (ID8-9) DDDDDDDD DDDDDDDD DDDDDDDD DDDDDDDD

with V=CV address and D=CV data.

Die Antwort kommt in einem 36-Bit Datagrammen mit der ID0 d.h. es werden stets 4 aufeinanderfolgende CV-Werte (über autoincrement) zurückgeliefert.

Das zugehörige Antwortdatagramm (ID0) muss nicht im selben Packetframe gesendet werden, sondern kann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Eine Zentrale muss also dafür sorgen, dass der Decoder nochmals adressiert wird und kein anderer Befehl an diesen Decoder gesendet wird (der gleiche ist erlaubt).

Auf Lesezugriff antwortet der Decoder mit "BUSY", so lange der Vorgang nicht abgeschlossen ist. Wenn der Lesevorgang beendet ist, sendet der Decoder auf den zugehörigen, erneuten Lesebefehl das Ergebnis. Gibt der Decoder nicht innerhalb von 0,5s die Daten zurück dann gilt der Lesevorgang als fehlgeschlagen.

Den Zusammenhang zwischen über den Index aus CV31 und CV32 adressierten und den bisherigen 1024 CVs liefert folgende Tabelle

The answer comes in a 36-bit datagram with the ID0, i.e., always 4 successive CV values are returned by using autoincrement.

The corresponding response datagram (ID0) cannot to be sent in the same packet frame, but can be sent at a later time. A command station must ensure that the decoder is addressed again and no other command is sent to this decoder until the read operation is complete. Sending the same command again is allowed.

The decoder must be responds to read access with "BUSY", until the operation is completed. If the read operation is completed, the decoder transmits the result after an appropriate, re-read command. If the decoder does not respond within 0.5s, the data read back is considered failed.

The relationship between the previous 1024 CVs and the CVs addressed with the index from CV31 and CV32 is provided in the following table:

Standard POM-Command	Indexed POM command [CV31,32]
CV{1-256}	CV{257-512} [0]
Only with Index	CV{257-512} [1]
CV{513-768}	CV{257-512} [2]
CV{769-1024}	CV{257-512} [3]
	CV{257-512}[4]
	CV{257-512}[5]
	...
	CV{257-512} [65535]

Table 13: Relationship between standard POM command and indexed POM command

5.2. ADR

Purpose	Adressfeststellung von mobilen Decodern auf der Anlage. Kann mit Hilfe von ortsfesten Detectoren zur Lokalisierung verwendet werden. Address detection of mobile decoders on the layout. Can be used with the help of stationary detectors for locality information.
Decoder types	Locomotive Decoder

Mobile Decoder nutzen Kanal 1 als Broadcast Kanal für die eigene Adresse. Im Cutout nach jedem an einen mobilen Decoder gerichteten DCC Paket senden sie ihre aktive Adresse (Primary, Extended oder Consist). Hierfür werden die folgenden 12-Bit Datagramme mit ID1 und ID2 definiert:

Mobile decoders use channel 1 as a broadcast channel for its own address. In the cutout, after each DCC packet addressed to a mobile decoder, a mobile decoder sends a packet with its active address (Primary, Extended, or Consist).

For this address, the following 12-bit of datagrams with ID1 and ID2 are defined:

ADR1 (ID1)	ADR2(ID2)	Address
0,0,0,0,0,0,0,0	0,A ₆ ,A ₅ ,A ₄ ,A ₃ ,A ₂ ,A ₁ ,A ₀	Primary (CV1)
0,1,1,0,0,0,0,0	A ₇ ,A ₆ ,A ₅ ,A ₄ ,A ₃ ,A ₂ ,A ₁ ,A ₀	Consist (CV19)
1,0,A ₁₃ ,A ₁₂ ,A ₁₁ ,A ₁₀ ,A ₉ ,A ₈	A ₇ ,A ₆ ,A ₅ ,A ₄ ,A ₃ ,A ₂ ,A ₁ ,A ₀	Extended (CV17+CV18)

Table 14: ADR allocation address

Ein Decoder muss abhängig von seiner aktiven Adresse die beiden Datagramme ADR1 und ADR2 alternierend senden. Die "aktive Adresse" ist die, unter der der Decoder seine Fahrbefehle erhält.

A decoder, depending on its active address, must alternately send the two datagrams ADR1 and ADR2. The "active address" is the decoder's address, under which the decoder responds to speed and direction commands.

Operation Mode Instruction Reply: ADR	
▶	Operation Mode Instruction to the decoder adresse
◀	Channel 1: 0b0001 (ID1) ADR 1 / 0b0010 (ID2) ADR 2

Mögliche Anwendung:

Lokale Detectoren (Local Detector) auf der Anlage werten diese Datagramme zeitnah aus und senden diese Informationen weiter (Zentrale, Computer etc).

Auf diese Weise kann die Zentrale erfahren, welcher Decoder sich auf einem bestimmten Gleisabschnitt befindet. Abbildung 6 zeigt dies schematisch.

Dieses Verfahren eignet sich besonders zur Zugbeeinflussung.

Possible application:

Local detectors (Local Detector) on the layout near the mobile decoder evaluate these datagrams and promptly send this information back (command station, computer etc.).

In this way, the command station can determine which decoder is on a particular section of track. Figure 5 shows this schematically.

This method is particularly suitable for automatic train control.

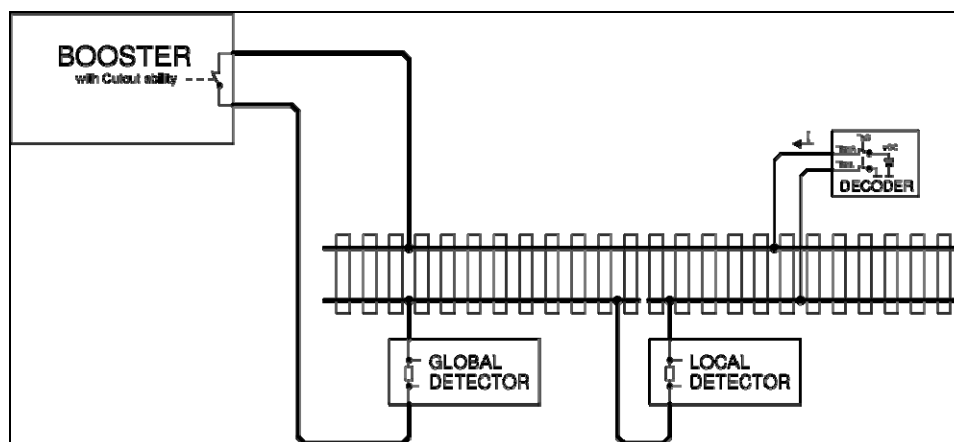


Figure 5: Local information of mobile decoders

Die Lokalisierung eines Decoders nach obigen Muster kann nur funktionieren, wenn der Decoder sich alleine auf dem vom Local Detector überwachten Gleisabschnitt befindet. Problematisch ist dies jedoch im Multitaktionsbetrieb. Hierfür wird empfohlen, dass nur die führende Lok die ADR-Datagramme auf Kanal 1 sendet, während bei den folgenden Loks diese Funktion via CV28 deaktiviert ist. Dies kann beim Zusammenstellen des Fahrzeugverbunds via POM geschehen.

The local information of a decoder using the above approach can only function if the decoder is alone on the track section that is supervised by the local detector. This approach becomes problematic when multiunit or consists are utilized. In this case, it is recommended that only the first locomotive in the consist sends the ADR datagrams on channel 1, while this function is deactivated via CV28 for the following locomotives. This can happen by arranging the consist using POM.

5.3. EXT

Zweck	Übertragung von Ortsinformation: Suche des Ortes zu einer gegebenen Lokadresse & Befüllen
Purpose	Transmission of local information: Search the place for a given locomotive address and filling
Decoder types	Locomotive decoder

5.3.1. Sending Local Information

Die Ortsinformation kann durch den Decoder oder den Detector gesendet werden, je nachdem, wo die Information vorliegt.

Fall 1: Ortsinformation liegt im Decoder vor (z.B. durch Infrarotübertragung).

Fall 2: Ortsinformation liegt im Detector vor.

The local information can be sent by the decoder or the detector, depending on, where the information is located.

Case 1: Local information resides in the decoder (e.g., through infrared transmission).

Case 2: Local information resides in the detector.

Operation Mode Instruction Reply: EXT	
▶	pbl-0-(locomotive address)-0-11011101-0-00000001-0-XOR-1
	Case1: Local information is present in the decoder (e.g., by infrared transmission)
◀	Channel 2 of the decoder 0b0011 (ID3) 0b00 0bZZZZOOOOOOOO ZZZZ = 0000: Local information ZZZZ = 0001- 1111: not approved for use OOOOOOOOOO: 8-bit location address
	Case 2: Local information is present in the detector
◀	Channel 2 of the decoder: 0b0011 (ID3) 0b01
	Channel 2 of Detector: 0bTTTTOOOOOOOO TTTT = 0000 local information TTTT = 0001 not approved for use TTTT = 0010 Diesel fueling facility TTTT = 0011 Coaling station TTTT = 0100 Water standpipe TTTT = 0101 Sand tower TTTT = 0110 Charging Station (Battery) TTTT = 0111 1110 not approved for use TTTT = 1111 General Filling Station OOOOOOOOOO: 8-bit Location Address

Der Detector funktioniert wie in Figure 5, wird aber um einen RailCom-Sender ergänzt. Da die Ortsinformation über das Gleis zurück gesendet wird, ist kein weiterer Anschluss an z.B. ein Bussystem notwendig.

The detector functions as in figure 5, but is supplemented by a RailCom transmitter. Since the local information is sent back over the track, no further connection is necessary to the detector, e.g., a bus system.

5.3.2. Filling

Operation Mode Instruction Reply: XF-Instructions	
▶	pbl-0-(Locomotive address)-0-11011101-0-DLLLLLLLL-0-XOR -1
◀	Channel 2 of the decoder: 0b0111 (ID7) 0bDDDDDDDDXXXXXX (see 5.4 Table 15: Search and filling order DYN)

Beim Befüllen sendet die Zentrale den Füllbefehl XFn. Daraufhin sendet der Decoder bevorzugt den Behälterinhalt in Kanal 2 zurück.

Gleichzeitig empfängt der Detector diesen Befehl, vergleicht die Lokadresse des DCC-Packets mit der in Kanal 1 empfangenen Lokadresse. Bei Ungleichheit geschieht nichts. Sind die Adressen gleich und der Füllbefehl stimmt mit dem Typ der Befüllungsanlage überein, dann startet der Befüllvorgang:

Der Detector verändert die Gleissymmetrie mit der Geschwindigkeit (Frequenz), die im Detector für das Befüllen abgelegt ist.

Der Detector benötigt folgende Einstellmöglichkeiten: Ortsadresse (1-256), Behältertyp (2 – 15) und Füllgeschwindigkeit.

Der Wertebereich der Füllgeschwindigkeit beträgt 1-255, dieser Wert verdoppelt ergibt die Füllzeit auf 100% Füllung in Sekunden. Die niedrigste Frequenz für 2 Sekunden Füllzeit in Schritten von 1% ist dann 50Hz.

Im Detector wird die Art des Befüllens mit der gleichen Dezimalzahl abgelegt, wie sie bei den Behältertypen in den RailCom CVs benützt werden (siehe 4.2)

Die Füllung kann nur bei Geschwindigkeit=0 vorgenommen werden und wird immer durch einen Fahrbefehl mit Geschwindigkeit >0 oder durch D=0 im XF-Befehl beendet.

"LLLLLL" kennzeichnet die Such- oder Füllauftrag:

When filling, the command station sends the filling instruction XF_n. The decoder sends back the tank capacity in channel 2.

At the same time the detector receives this command and compares the locomotive address of the DCC packet with the locomotive address received on channel 1. If not equal, nothing happens. If the addresses are the same and the Fill command matches the type of filling system, then the filling operation starts.

The detector changes the track symmetry with the speed (frequency), which is stored in the detector for the filling.

The detector needs the following adjustment possibilities: Location address (1-256), type of container (2 - 15) and filling speed.

The range of values for the filling speed is 1-255. Doubling this value provides the filling time for 100% filling in seconds. The lowest frequency for 2 seconds of fill time in increments of 1% is then 50 Hz.

The detector stores the manner of filling with the same decimal number as it is used in the container types in the RailCom CVs (see section 4.2).

Filling can only occur only when speed = 0 and is always terminated by a command to move with speed > 0 or by D = 0 in the XF command.

“LLLLLL” indicates the search or filling order.

LLLLLLL	Function	D	
d 00	Reserved		
d 01	Search	1	
d 02	Diesel	1	
d 03	Coal	1	
d 04	Water	1	
d 05	Sand	1	
d 06	Battery	1	
d 07 -14	Reserved		
d 15	General filling order		

Table 15: Search and filling order

5.4. DYN

Purpose	Übertragung dynamischer Informationen: Unter "Dynamischen Informationen" werden CV-Inhalte (RailCom-CVs 64-127) verstanden, die sich während des Betriebes ändern (z.B. Geschwindigkeit, Tankinhalt etc.) Transmission of dynamic information: “Dynamic information” (RailCom CVs 64-127) is CV-contents that can change value during an operation (e.g., speed, level of fuel in the tank, etc.)
Decoder types	Locomotive decoder,

Operation Mode Instruction Reply: DYN	
▶	Operation Mode Instruction to the decoder address
◀	Channel 2 18-Bit+[18-Bit]: 0b0111 (ID7) 0bDDDDDDDDXXXXXX [0b0111 (ID7) 0bDDDDDDDDXXXXXX]

Die Übertragung von dynamischen Variablen (DV) (z.B. Geschwindigkeit, Behälter, ...) erfolgt in einem 18 Bit Datagram (ID7), welches den 8 Bit Wert der DV (D) sowie einen 6 Bit Subindex (X) enthält, der eine von 64 möglichen DVs selektiert. Die Bedeutung der DV ist durch den Subindex festgelegt.

2 beliebige DVs können in einem Rückmeldeframe übertragen werden. Welche DVs ein Decoder wann sendet bestimmt er selbst.

The transmission of dynamic variables (DV) (e.g., speed, containers,...) takes place in an 18-bit datagram (ID7), which contains the 8-bit value of the DV (D) as well as 6-bit subindex (X), which select a specific DVs out of possible set of 64. The importance of the DV is set by the subindex.

Two arbitrary DVs can be transferred in an acknowledging frame. The decoder decides which DVs are to be sent.

X	Container
0	Echte Geschwindigkeit Teil 1. Es werden Werte zwischen 0 und 255 vom Decoder zurück gesendet. 255 ist maximale Geschwindigkeit. Die Angaben sind in km/h (oder m/h). Bei höheren Geschwindigkeiten als 255 wird in Teil 2 die Differenz abgelegt. Actual speed, part 1. Values between 0 and 255 are sent back by the decoder. 255 is the maximum speed. The information is in km/h (or m/h). At speeds higher than 255, the difference is stored in part 2.
1	Echte Geschwindigkeit, Teil 2 Actual speed, part 2
2	Inhalt des Behälter 1 in % (Wertebereich 0-100) Contents of the container 1 in % (range 0-100)
3	Inhalt des Behälter 2 in % (Wertebereich 0-100) Contents of the container 2 in % (range 0-100)
4	Inhalt des Behälter 3 in % (Wertebereich 0-100) Contents of the container 3 in % (range 0-100)
5	Flag Register, contents still needs to be specified
6	Input Register, contents still needs to be specified
7-64	Not approved for use

Table 16: Dynamic information

5.5. subID

Die subID gibt Lizenznehmern die Möglichkeit, neue RailCom Features zu entwickeln, zu testen und in Produkte zu implementieren.

Dazu bekommt der Lizenznehmer vom Lizenzgeber (Lenz Elektronik GmbH) eine Nummer zugeteilt, die in die CV138 der RailCom Page einzutragen ist. Durch diese Nummer lassen sich verschiedene Applikationen voneinander unterscheiden.

Der Lizenznehmer verpflichtet sich dem Lizenzgeber das Entwicklungsziel zu nennen und bei Fertigstellung der Entwicklung eine detaillierte Beschreibung (wie in dieser Spezifikation für die anderen IDs praktiziert) zur Verfügung zu stellen.

Der Lizenzgeber wird die Nummernvergabe und die Ziele, wie auch die Beschreibung des fertigen Produktes in Absprache mit dem Lizenznehmer (z.B. nach Markteinführung) publizieren. Dadurch wird es anderen Lizenznehmern ermöglicht, diese Entwicklung ebenfalls zu nutzen.

The subID gives licensees the opportunity to develop new RailCom features to develop, to test, and to implement in products.

The Licensor (Lenz Elektronik GmbH) provides the licensee with an assigned number, which is stored in CV138 on the RailCom page. This number helps differentiate different applications from each other.

The Licensee agrees to provide to the licensor with the development goal and to provide a detailed description (as documented in this specification for other IDs) on completion of the development.

The Licensor publishes the number assignment and the objectives, as well as the description of the finished product in consultation with the Licensee (e.g., post-marketing). This will allow other Licensees to also use this development.

[Although NMRA can issue the initial license to the Licensee, based on the contents of this Standard, subsequent application modifications by the licensee must be approved by Lenz Elektronik GmbH.]

6. Application for Stationary Decoders (Switches, etc.)

6.1. SRQ

Zweck	Service Request für ortsfeste Decoder.
-------	--

Der Kanal 1 des Cutouts wird von ortsfesten Decodern benutzt, um die Zentrale zu einer Kommunikation zu veranlassen. Diese Aufforderung wird im folgenden als SRQ (Service Request) bezeichnet.

Der SRQ kann entweder nach einem beliebigen Accessory Packet gesendet werden (gleichgültig welche Adresse damit angesprochen wird und gleichgültig, ob es ein Basic oder ein Extended Accessory Control Packet ist) oder nach einem NOP, wenn die eigene Adresse kleiner oder gleich der im NOP enthaltenen ist. (Vgl. Kapitel 4.3.4)

Bei einem SRQ nach einem NOP ist die entsprechende Meldung in Kanal 2 gleich mit zu senden, um etwas Zeit zu sparen. Erfolgt der SRQ jedoch nach einem regulären Accessory-Befehl, so darf die Meldung nicht gesendet werden, damit die Meldungen des adressierten Decoders nicht unkenntlich gemacht werden.

Beim SRQ handelt es sich um ein 12-Bit-Datagramm. Im Gegensatz zu allen anderen Datagrammen enthält der SRQ keine Kennung, viel mehr werden die 12 Nutzbits zur Übertragung der kompletten Zubehöradresse accessory address herangezogen. It takes more than 12 bits to transmit the full accessory decoder address

Operation Mode Instruction: Basic Accessory Control

▶	1 0 A7 A6 A5 A4 A3 A2 0 1 IA10 IA9 IA8 C A1 A0 D ¹⁾ oder Operation Mode Instruction: Extended Accessory Control
▶	1 0 A10 A9 A8 A7 A6 A5 0 0 A4 A3 A2 0 A1 A0 1 0 0 0 0 X X X X X oder Operation Mode Instruction: NOP
▶	1 0 A10 A9 A8 A7 A6 A5 0 0 A4 A3 A2 1 A1 A0 T
◀	Kanal 1: 0b 0 A10 A9 A8 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 (Basic Accessory Decoder)
◀	Kanal 1: 0b 1 A10 A9 A8 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 (Extended Accessory Decoder)
◀	Kanal 2: den SRQ betreffende Meldung, z. B. Error (nur bei Antwort auf NOP)

Die Bitbezeichnung aus S-9.2.1: 1 0 A7 A6 A5 A4 A3 A2 0 1 IA10 IA9 IA8 C D2 D1 D0

A8 ... A0 = Gruppenadresse des (vierfach-)Decoders
D2 ... D1 = Subadresse, paarweise (Weichenadresse)
wurde umgewandelt in:

A10 ... A0 = Weichenadresse,
aus D0 wird D (Auswahl des Ausgangs innerhalb einer Weichenadresse).
C besagt, ob der Ausgang ein(-1) oder aus-(0) geschaltet werden soll

Durch die Beschränkung der Adressauflösung bei Basic Accessory Decodern auf Ausgangspaare erhält man ebenso wie bei den Extended Accessory Decodern eine 11-Bit Adresse und kann dadurch mit dem 12. Bit des SRQ-Datagramms zwischen diesen beiden Kategorien unterscheiden.

Hat ein Decoder einen SRQ abgesetzt, muss er diesen wiederholen, bis er behandelt wurde. Der Decoder darf in dieser Zeit auf keine an sich gerichteten Stellbefehle reagieren.

Ein SRQ gilt essential als than behandelt processed, wenn der Decoder auf der eigenen its own address Adresse einen Löschofbefehl erhalten hat. Als Löschofbefehl dient der „Coil Off“-Befehl bzw. der „absolute stop“-Befehl. In diesem Zustand situation werden die genannten addressed decoder Befehle command als solche nicht ausgeführtperformed, sondern but bewirken operate lediglich simply, dass der SRQ nicht mehr gesendet wird not send the SRQ anymore.

Löschofbefehl für Basic Accessory Decoder: Coil off

Format:

{pbl} 0 1 0 A7 A6 A5 A4 A3 A2 0 1 IA10 IA9 IA8 0 A1 A0 0 0 EEEEEEEE 1

Löschofbefehl für Extended Accessory Decoder: Absolute stop (=Aspect 0)

Format:

{pbl} 0 1 0 A10 A9 A8 A7 A6 A5 0 0 A4 A3 A2 0 A1 A0 1 0 00000000 0 EEEEEEEE 1

Hinweis:

Eine RailCom-fähige Zentrale sendet regelmäßig einen NOP, um SRQs zu ermöglichen. Empfängt ein Accessory Decoder in den ersten 5 Sekunden nach dem ersten Empfang des DCC-Formates keine NOPs, so darf er davon ausgehen, dass die Zentrale nicht RailCom-fähig ist, somit keine SRQs bearbeitet werden können und er auch keine senden braucht. In diesem Fall wird die Funktion des Decoders nicht blockiert.

Purpose	Service request for stationary decoders.
---------	--

Stationary decoders must use channel 1 of the cutout to communicate with the command station when requested to do so. This request is called an “SRQ” (Service Request).

An SRQ reply can either be sent after any accessory packets are sent (regardless which address it may address and regardless whether it is a basic or extended accessory control packet) or after a NOP command, if the address is equal to or less than its own address. (Compare chapter 4.3.4)

For an SRQ after a NOP command, the appropriate message in channel 2 is sent along at once to save time. However, if the SRQ occurs after a regular assecory command, the message cannot be sent along, so that the messages of the addressed decoder will not be overwritten.

The SRQ is a 12-bit datagram. Unlike all other datagrams, the SRQ contains no identification. Instead, the 12 useful bits are used to transfer the complete accessory address.

Operation Mode Instruction: Basic Accessory Control

▶	1 0 A ₇ A ₆ A ₅ A ₄ A ₃ A ₂ 0 1!A ₁₀ !A ₉ !A ₈ C A ₁ A ₀ D ¹⁾ operation mode instruction: Extended Accessory Control
▶	1 0 A ₁₀ A ₉ A ₈ A ₇ A ₆ A ₅ 0 0 A ₄ A ₃ A ₂ 0 A ₁ A ₀ 1 0 000XXXXX or operation mode instruction: NOP
▶	1 0 A ₁₀ A ₉ A ₈ A ₇ A ₆ A ₅ 0 0 A ₄ A ₃ A ₂ 1 A ₁ A ₀ T
◀	Channel 1: 0b 0 A ₁₀ A ₉ A ₈ A ₇ A ₆ A ₅ A ₄ A ₃ A ₂ A ₁ A ₀ (Basic Accessory decoder)
◀	Channel 1: 0b 1 A ₁₀ A ₉ A ₈ A ₇ A ₆ A ₅ A ₄ A ₃ A ₂ A ₁ A ₀ (Extended Accessory Decoder)
◀	Channel 2: the SRQ message in question, such as error (only in response to NOP)

- 1) The Bit identification from S-9.2.1: 1 0 A₇ A₆ A₅ A₄ A₃ A₂ A₁₀ A₉ A₈ 0 1 C D₂ D₁ D₀!
 A₈ ... A₀ = Group address of the (quad) decoder
 D₂ ... D₁ = subaddress, pairs (point address)
 was converted to:
 A₁₀ ... A₀ = switch address,
 from D₀ D (choice of output within a switch address).
 C indicates whether the output on (1) or off (0) is to be switched

By limiting the address resolution with basic accessory decoders, as it is done with extended accessory decoders to output pairs, an 11-bit address is obtained, that therefore, with the 12th bit of the SRQ datagram, can distinguish between these two different categories.

If a decoder has stored an SRQ, it must repeat the SRQ until it is processed. During this time, the decoder cannot respond to any adjusting commands sent to it.

An SRQ is considered processed, when the decoder has received an E-Stop command on its own address. The Coil off command, or respectively the absolute stop command, serves as an E-Stop command. In this state, these commands are not executed, but merely stop sending the SRQ.

When an E-Stop command is addressed to an accessory decoder, it is important that the accessory decoder continues to function normally and ceases sending SRQ information. (It does not “stop” operating but just stops transmitting SRQ.)

E-Stop command for basic accessory decoder: Coil off

Format:

{pbl} 0 1 0 A₇ A₆ A₅ A₄ A₃ A₂ 0 1 !A₁₀ !A₉ !A₈ 0 A₁ A₀ 0 0 EEEEEEEE 1

E-Stop for the Extended Accessory Decoder: Absolute stop (Aspect = 0)

Format:

{pbl} 0 1 0 A₁₀ A₉ A₈ A₇ A₆ A₅ 0 0 A₄ A₃ A₂ 0 A₁ A₀ 1 0 00000000 0 EEEEEEEE 1

Note:

A RailCom-enabled command station regularly sends a NOP command to enable SRQs. If an accessory decoder does not receive a NOP command in the first 5 seconds upon being activated

with a DCC signal, the decoder must assume that the command station is not RailCom-enabled. Thus, no SRQ can be processed and needs to be sent by the decoder. In this case, the function of the decoder is not blocked.

6.2. POM

Zweck	Lesen/Schreiben von Konfigurationsvariablen
-------	---

Operation Mode Instruction: POM	
▶	1 1 1 0 C C V9 V8 0 V7 V6 V5 V4 V3 V2 V1 V0 0 D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
◀	Kanal 2: 0b0000 (ID0) D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

mit V9...V0 = CV-Adresse und D7...D0 = CV-Daten.

Wenn die CV-Adresse im Bereich 257 bis 512 ist, wird immer und automatisch die indizierte CV-Adressierung mit Hilfe von CV31 und 32 benutzt.

Folgende Modi sind definiert:

CC	Beschreibung
0b00	4 Bytes lesen
0b01	Byte lesen
0b11	Byte schreiben
0b10	Bit schreiben

Tabelle 17: POM Modi

Den Zusammenhang zwischen über den Index aus CV31 und CV32 adressierten und den bisherigen 1024 CVs liefert folgende Tabelle:

Standard POM-Befehl	Indizierter POM Befehl [CV31,32]
CV{1-256}	CV{257-512} [0]
nur mit Index	CV{257-512} [1]
CV{513-768}	CV{257-512} [2]
CV{769-1024}	CV{257-512} [3]
	CV{257-512} [4]
	CV{257-512} [5]

	CV{257-512} [65535]

Tabelle 18: Zusammenhang Standard POM-Befehl zu indiziertem POM-Befehl

Purpose	read/write configuration variables
---------	------------------------------------

Operation Mode Instruction: POM	
▶	1 1 1 0 CC V9 V8 0 V7 V6 V5 V4 V3 V2 V1 V0 0 D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
◀	Channel 2: 0b0000 (ID0) D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

with V9 ... V0 = CV address and D7 ... D0 = CV data.

When the CV-address is in the range of 257-512, the indexed CV addressing with the aid of CV31 and 32 is always and automatically used.

The following modes are defined:

CC	Description
0b00	read 4 bytes
0b01	read byte
0b11	write byte
0b10	write bit

Table 17: Modes of POM

The relationship between the previous 1024 CVs and the CVs addressed with the index from CV31 and CV32 is provided in the following table:

Standard POM Command	Indexed POM Command [CV31, CV32]
{1-256}	CV {257-512} [0]
Only CV with index	CV {257-512} [1]
CV {513-768}	CV {257-512} [2]
CV {769-1024}	CV {257-512} [3]
	CV {257-512} [4]
	CV {257-512} [5]
	...
	CV {257-512} [65535]

Table 18: Relationship between the standard POM command and the indexed POM command

6.2.1. Read 1 Byte

Operation Mode Instruction: POM Read Byte

►	1 1 1 0 0 1 V9 V8 0 V7 V6 V5 V4 V3 V2 V1 V0 0 00000000
◄	Kanal 2 (12Bit): 0b0000 (ID0) D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

mit V9...V0 = CV-Adresse und D7...D0 = CV-Daten.

Das zugehörige Antwortdatagramm (ID0) muss nicht im selben Packetframe gesendet werden, sondern kann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Eine Zentrale muss also dafür sorgen, dass der Decoder nochmals adressiert wird und kein anderer Befehl an diesen Decoder gesendet wird (der gleiche ist erlaubt).

Auf Lesezugriff antwortet der Decoder mit "BUSY", so lange der Vorgang nicht abgeschlossen ist. Wenn der Lesevorgang beendet ist, sendet der Decoder auf den zugehörigen, erneuten Lesebefehl das Ergebnis. Gibt der Decoder nicht innerhalb von 0,5s die Daten zurück dann gilt der Lesevorgang als fehlgeschlagen.

Operation Mode Instruction: POM Read Byte

►	1 1 1 0 0 1 V9 V8 0 V7 V6 V5 V4 V3 V2 V1 V0 0 00000000
◄	Channel 2 (12-bit): 0b0000 (ID0) D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

with V9 ... V0 = CV address and D7 ... D0 = CV data.

The corresponding response datagram (ID0) must not be sent in the same packet frame, but can be sent at a later time. A command station must also ensure that the decoder is addressed again and that no other command is sent to this decoder. (Sending the same command is allowed.)

The decoder must respond with "BUSY" to a read command as long as the operation is not completed. When the read operation is completed, the decoder transmits the result on the appropriate channel after a new read command. If the decoder does not repond within 0.5 s, the process is considered failed.

6.2.2. Write 1 Byte

Operation Mode Instruction: POM Write Byte

►	1 1 1 0 1 1 V9 V8 0 V7 V6 V5 V4 V3 V2 V1 V0 0 D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
◄	Kanal 2 (12Bit): 0b0000 (ID0) D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 hier wird der Wert zurückgeschickt, der NACH der POM Operation in der CV vorhanden ist.

mit V9...V0 = CV-Adresse und D7...D0 = CV-Daten.

Ein Schreibbefehl darf vom Decoder nur akzeptiert werden, wenn der Befehl 2 mal gesendet wurde.

Auf Schreibzugriff antwortet der Decoder mit "BUSY", so lange der Vorgang nicht abgeschlossen ist. Der Decoder vergleicht die erhaltenen CV-Daten mit den eingeschriebenen Daten und sendet ergebnisabhängig ein ACK oder NACK.

Die Zentrale wiederholt nach einem "BUSY" den Schreibbefehl so lange, bis der Decoder

mit "ACK" oder "NACK" geantwortet hat. Die Zentrale darf während dieser Zeit keinen anderen Befehl an diesen Decoder schicken. Gibt der Decoder nicht innerhalb von 0,5s ein "ACK" oder "NACK" dann gilt der Schreibvorgang als fehlgeschlagen.

Bei einer Readonly CV liefert der Decoder den aktuellen Wert der CV.

Operation Mode Instruction: POM Write Byte

▶	1 1 1 0 1 1 V ₉ V ₈ 0 V ₇ V ₆ V ₅ V ₄ V ₃ V ₂ V ₁ V ₀ 0 D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀
◀	Channel 2 (12-bit): 0b0000 (ID0) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀ Here the value is returned, which is present in the operation NACH of the POM operation in the CV.

with V₉ ... V₀ = CV address and D₇ ... D₀ = CV data.

A write command can be accepted by the decoder only if the command was sent two times. The decoder responds with "BUSY" to write access, so long the process is not completed. The decoder compares the received data with the CV-written data and depending on the outcome, sends an ACK or NACK.

The command station repeats the write command after a "BUSY", until the decoder responds with an "ACK" or "NACK". The command station must not send another command to this decoder during this time. If the decoder does not respond within 0.5 s with an "ACK" or "NACK", the writing operation is considered to have failed.

With a read-only CV, the decoder provides the current value of the CV.

6.2.3. Write Bit

Operation Mode Instruction: POM Write Bit

▶	1 1 1 0 1 0 V ₉ V ₈ 0 V ₇ V ₆ V ₅ V ₄ V ₃ V ₂ V ₁ V ₀ 0 1 1 1 1 D B ₂ B ₁ B ₀
◀	Kanal 2 (12Bit): 0b0000 (ID0) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀

mit V₉...V₀ = CV-Adresse, D = CV-Bitdatum und B₂ B₁ B₀ = Bitposition {0-7}

D₇...D₀ = rückgelesene CV-Daten

Antworten wie bei "Write Byte".

Operation Mode Instruction: Write bit POM

▶	1 1 1 0 1 0 V ₉ V ₈ 0 V ₇ V ₆ V ₅ V ₄ V ₃ V ₂ V ₁ V ₀ 0 1 1 1 1 D B ₂ B ₁ B ₀
◀	Channel 2 (12-bit): 0b0000 (ID0) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀

with V₉ ... V₀ = CV address, D = CV-bit data and B₂ B₁ B₀ = {0-7} bit position

D₇ ... D₀ = read back CV data

Answers as with "Write Byte".

6.2.4. Read 4 Byte

Um in einer möglichst kurzen Zeit umfangreichere Mengen an CVs auslesen zu können, wird ein zusätzlicher Lesebefehl eingeführt.

Der POM-Befehl wird dahingehend geändert, dass die bisher nicht benutzte Bitkombination CC=00 verwendet wird. Dies startet einen Lesevorgang, bei dem der Decoder 4 Byte zurücksendet.

Operation Mode Instruction: POM

▶	1 1 1 0 0 0 V ₉ V ₈ 0 V ₇ V ₆ V ₅ V ₄ V ₃ V ₂ V ₁ V ₀
◀	Kanal 2:(36 Bit) 0b0000 (ID0) (ID8-9) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀ (aus CV n) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀ (aus CV n+1) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀ (aus CV n+2) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀ (aus CV n+3)

mit V₉...V₀ = CV-Adresse n, D₇...D₀ = CV-Daten.

Die Antwort kommt in einem 36-Bit Datagramm mit der ID0 d.h. es werden stets 4 aufeinanderfolgende CV-Werte zurückgeliefert.

Das zugehörige Antwortdatagramm (ID0) muss nicht im selben Packetframe gesendet werden, sondern kann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Eine Zentrale muss also dafür sorgen, dass der Decoder nochmals adressiert wird und kein anderer Befehl an diesen Decoder gesendet wird (der gleiche ist erlaubt).

Auf Lesezugriff antwortet der Decoder mit "BUSY", so lange der Vorgang nicht abgeschlossen ist. Wenn der Lesevorgang beendet ist, sendet der Decoder auf den zugehörigen, erneuten Lesebefehl das Ergebnis. Gibt der Decoder nicht innerhalb von 0,5s die Daten zurück dann gilt der Lesevorgang als fehlgeschlagen.

To succeed in sorting extensive amounts of CVs in the shortest possible time, an additional read command is introduced.

The POM command is changed so that the previously unused Bit combination CC = 00 is used. This starts a read operation in which the decoder returns 4 bytes.

Operation Mode Instruction: POM

▶	1 1 1 0 0 0 V ₉ V ₈ 0 V ₇ V ₆ V ₅ V ₄ V ₃ V ₂ V ₁ V ₀
◀	Channel 2:(36 bit) 0b0000 (ID0) (ID8-9) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀ (from CV n) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀ (aus CV n+1) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀ (from CV n+2) D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀ (aus CV n+3)

with V₉ ... V₀ = CV- address, D₇ ... D₀ = CV data.

The response comes in a 36-bit datagram with ID0, i.e., always 4 successive CV values are returned.

The corresponding response datagram (ID0) does not have to be sent in the same packet frame, but can be sent at a later time. A command station must also ensure that the decoder is addressed again and no other command is sent to this decoder (sending the same command is allowed).

The decoder responds to a read access request with "BUSY", as long the operation is not completed. If the read operation is completed, the decoder transmits the result on the appropriate, re-read command. If decoder does not respond within 0.5 s, the process is considered to have failed.

6.3. STAT1

Zweck	Übertragung von Statusnachrichten, Teil 1
Decodertypen	Accessory-Decoder

Operation Mode Instruction Reply: STAT1

▶	Operation Mode Instruction an Decoderadresse
◀	Kanal 2 12Bit: 0b0100 (ID4) 0bDDDDDDDD

Der Statuscode kann nach Accessory Befehlen als Quittung zurückgesendet werden. Auf ein "ACK" kann dann verzichtet werden.

Datagramm

Bit	Bedeutung
11 ... 8	Identifier 0x4
7	reserviert
6	0: Ausgangszustand stimmt nicht mit dem letzten empfangenen Befehl überein. 1: Ausgangszustand stimmt mit dem letzten empfangenen Befehl überein.
5	0: der zurückgemeldete Aspect ist der Sollwert 1: der zurückgemeldete Aspect ist der Istwert anhand echter Rückmeldung
4... 0	Aktueller Aspect. Z.B. Weichendecoder haben 2 Ausgangszustände, Signaldecoder (sog. extended Accessory Decoder) bis zu 31

Tabelle 19: Statusmeldungen, Teil 1

Purpose	Transmission of status messages, part 1
Types of decoders	Accessory decoders

Operation Mode Instruction Reply: STAT1

▶	Operation Mode of Instruction to the decoder address
◀	Channel 2 12-bit: 0b0100 (ID4) 0bDDDDDDDD

The status code can be sent back as a receipt for accessory commands. An "ACK" can be omitted.

First datagram

bit	Allocation
11 ... 8	Identifier 0x4
7	Reserved

6	0: the output state does not agree with the last received command. 1: the output state coincides with the last received command.
5	0: the reported aspect is reported back to the nominal value 1: the reported aspect is the actual value based on real feedback
4 ... 0	Current aspect. e.g., track switch decoder have two output states, signal decoders (so-called extended accessory decoders) have up to 31

Table 19: Status Messages, part 1

6.4. TIME

Zweck	Übertragung der prognostizierten Umlaufzeit
-------	---

Operation Mode Instruction Reply: ZEIT

►	Operation Mode Instruction an Decoderadresse
◄	Kanal 2 12Bit: 0b0101 (ID5) 0bDDDDDDDD

Diese Befehlsbestätigung kann nach Accessory-Befehlen als Quittung zurückgesendet werden. Auf ein "ACK" kann dann verzichtet werden.

Die 7 niederwertigen Bits der Restlaufzeit kennzeichnen die Laufzeit bis zum Erreichen des Ende-Zustand dieses Begriffes (prognostizierte Umlaufzeit). Die Zeit wird abhängig vom MSB in 1/10 Sekunden (MSB = 0) oder 1 Sekunde (MSB = 1) angegeben. Eine Zeit von 0 bedeutet keine Schaltzeit - z.B. bei Signaldecodern ohne Glühlampensimulation.

Damit ergibt sich ein Wertebereich 0 ... 12,7 Sekunden bzw. 0 ... 127 Sekunden.

Datagramm

Bit	Bedeutung
11 ... 8	Identifizier 0x5
7	0: Auflösung 1/10 Sekunde 1: Auflösung 1 Sekunde
6 ... 0	Prognostizierte Umlaufzeit

Tabelle 20: prognostizierte Umlaufzeit

Purpose	Transmitting the predicted orbital period
---------	---

Operation Mode Instruction Reply: TIME

►	Operation Mode of Instruction to the decoder address
◄	Channel 2 12-bit: 0b0101 (ID5) 0bDDDDDDDD

This command acknowledgment can be sent back as a receipt after accessory commands. An "ACK" can then be omitted.

The 7 least significant bits of the remaining term indicate the running time to reach the end-state of this term (predicted orbital period). The time, depending on the MSB, is indicated in 1/10 seconds (MSB = 0) or 1 second (MSB = 1). A time of 0 means no switching time - for example, at signal decoders without simulating bulbs. This results in a value range from 0-12.7 seconds or respectively... 0-127 seconds.

1. Datagram

bit	Meaning
11 ... 8	Identifizier 0x5
7	0: Resolution 1/10 second 1: Resolution 1 second
6 ... 0	Predicted orbital period

Table 20: Projected orbital period.

6.5. ERROR

Zweck	Übertragung von Fehlerinformationen
Decodertypen	Accessory-Decoder

Operation Mode Instruction Reply: ERROR

►	Operation Mode Instruction an Decoderadresse (einschließlich NOP)
◄	Kanal 2 12Bit: 0b0110 (ID6) 0bDDDDDDDD

Der Fehlercode kann nach jedem Befehl, welcher den Decoder adressiert, zurückgesendet werden, einschließlich NOP. Auf ein "ACK" kann dann verzichtet werden.

Datagramm

Bit	Bedeutung	
11 ... 8	Identifier 0x6	
7	reserviert	
6	0: Es liegt nur der in den folgenden 6 Bits angegebene Fehler vor. 1: Es liegen neben dem angegebenen noch weitere Fehler vor.	
5 ... 0	Fehlercode	Bedeutung
	0x00	Kein Fehler (mehr)
	0x01	Befehl konnte nicht ausgeführt werden, unbekannter Befehl/ungültiger Aspect.
	0x02	Stromaufnahme des Antriebs zu hoch.
	0x03	Versorgungsspannung zu gering, die Funktion ist nicht sichergestellt.
	0x04	Sicherung defekt.
	0x05	Temperatur zu hoch.
	0x06	Rückmeldefehler (ungewollte Verstellung festgestellt)
	0x07	Handverstellung (z.B. per Taster am Decoder)
	0x10	Weichenlaternen oder Signallaternen defect
0x20	Servo defekt.	
0x3F	Interner Decoderfehler, z.B. Selbsttest Prozessor Prüfsumme fehlerhaft.	

Tabelle 21: Fehlermeldungen

Purpose	Transmission of error information
Types of decoders	accessory decoder

Operation Mode Instruction Reply: ERROR

►	Operation Mode of Instruction to the decoder address (including NOP)
◄	Channel 2 12-bit: 0b0110 (ID6) 0bDDDDDDDD

The error code from the addressed decoder can be sent back, including NOP. An "ACK" can then be omitted.

Datagram

Bit	Meaning	
11 ... 8	Identifier 0x6	
7	Reserved	
6	0: There is only one specified error in the following 6 bits. 1: In addition to the specified error, there are additional errors.	
5 ... 0	Error Code	Meaning
	0x00	No error (any more)
	0x01	Command could not be executed, unknown command / invalid aspect.

	0x02	Power consumption of the drive is too high.
	0x03	Power supply voltage is too low, the function is not guaranteed.
	0x04	Fuse blown.
	0x05	Temperature too high.
	0x06	Feedback error (unintentional adjustment noted)
	0x07	Manual adjustment (for example, per push button on the decoder)
	0x10	Turnout lantern or signal lamp defective.
	0x20	Servo defective.
	0x3F	Internal decoder errors, e.g., Self-test processor checksum is faulty.

Table 21: Error messages

6.6. DYN

Zweck	Übertragung dynamischer Informationen: Unter "Dynamischen Informationen" werden CV-Inhalte (RailCom-CVs) verstanden, die sich während des Betriebes ändern.
Decodertypen	Accessory-Decoder

Operation Mode Instruction Reply: DYN

►	Operation Mode Instruction an Decoderadresse
◄	Kanal 2 18Bit+[18Bit]: 0b0111 (ID7) 0bDDDDDDDDXXXXXX [0b0111 (ID7) 0bDDDDDDDDXXXXXX]

Die Übertragung von dynamischen Variablen (DV) erfolgt in einem 18 Bit Datagram (ID7), welches den 8 Bit Wert der DV (D) sowie einen 6 Bit Subindex (X) enthält, der eine von 64 möglichen DVs selektiert. Die Bedeutung der DV ist durch den Subindex festgelegt.

2 beliebige DVs können in einem Rückmeldeframe übertragen werden. Welche DVs ein Decoder wann sendet, bestimmt er selbst.

X	Bedeutung
0	Flag Register, Inhalte noch festzulegen
1-63	nicht freigegeben

Tabelle 22: Dynamische Informationen

Purpose	transmission of dynamic information: "Dynamic information" indicates CV contents (RailCom CVs) that change during the operation.
Types of decoders	Accessory decoder

Operation Mode Instruction Reply: DYN

►	Operation Mode Instruction to the decoder address
◄	Channel 2 + 18-Bit [18-Bit] 0b0111 (ID7) 0bDDDDDDDDXXXXXX [0b0111 (ID7) 0bDDDDDDDDXXXXXX]

The transmission of dynamic variables (DV) occurs in an 18-bit datagram (ID7), which contains the 8-bit value of the DV (D) and a 6-bit subindex (X) that selects one of 64 possible DVs. The importance of the DV is determined by the subindex.

Any 2 DVs can be transferred in an acknowledging frame. The decoder determines itself which DVs to send.

X	Meaning
0	Flag registers, contents to be determined
1-63	Not approved

Table 22: Dynamic Information

6.7. STAT2

Dient nicht für neue Designs, wird aber von auf dem Markt befindlichen Komponenten schon benutzt. Bei anderer Nutzung der ID8 wird die Länge des Datagramms als Unterscheidungsmerkmal verwendet.

Zweck	Übertragung von Statusnachrichten, Teil 2
Decodertypen	Accessory-Decoder

Operation Mode Instruction Reply: STAT2

►	Operation Mode Instruction an Decoderadresse
◄	Kanal 2 12Bit: 0b1000 (ID8) 0bDDDDDDDD

Speziell zugeschnitten für mechanische Stellvorgänge.

Datagramm

Bit	Bedeutung
11 ... 8	Identifizier 0x8
7 ... 4	Konfiguration, bisher festgelegt: 0000 – Entkupppler 0001 – Weiche 0010 – Dreiwegweiche 0011 – Doppel-Kreuzungsweiche 1000 – Gleisperrsignal 1001 – Formsignal Hp0/Hp1 1010 – Formsignal Hp0/Hp1/Hp2 1011 – Vorsignal Vr0/Vr1 1100 – Vorsignal Vr0/Vr1/Vr2 1101 – Bahnschranke
3	0: Der in den Bits 2..0 gemeldete Zustand entspricht dem Sollwert, bzw. "Stellvorgang dauert noch an". 1: Der gemeldete Zustand entspricht dem Istwert anhand echter Rückmeldung.
2 ... 0	Aktueller Zustand

Tabelle 23: Statusmeldungen, Teil 1

STAT2 is not used for new designs, but is already in use in components available on the market. For other uses of the ID8, the length of the datagram is used as a distinguishing feature.

Purpose	transmission of status messages, part 2
Types of decoders	Accessory decoder

Operation Mode Instruction Reply: STAT2

►	Operation Mode of Instruction to the decoder address
◄	Channel 2 12-bit: 0b1000 (ID8) 0bDDDDDDDD

Especially designed for mechanical control operations.

1. Datagram

Bit	Meaning
11 ... 8	Identifier 0x8
7 ... 4	Configuration, previously defined: 0000 - uncouplers 0001 - track switch 0010 - three-way turnout 0011 - Double slip switch 1000 - track signal lock 1001 - Semaphore Hp0/Hp1 1010 - Semaphore Hp0/Hp1/Hp2 1011 - advance signal Vr0/Vr1 1100 - advance signal Vr0/Vr1/Vr2 1101 - railway crossing gate
3	0: The bits in the second .0 reported state corresponds to the nominal value, i.e., "Adjustment process is still ongoing." 1: The reported value corresponds to the actual state based on real feedback.
2 ... 0	Current state

Table 23: Status messages, part 1