

Norm	RCN-601 SUSI-BiDi Bidirektionale Erweiterung für SUSI-Bus	
Ausgabe 26.11.2023		RailCommunity – Verband der Hersteller Digitaler Modellbahnprodukte e.V.

Inhalt

1 Allgemeines	1
1.1 Zweck der Norm	1
1.2 Anforderungen	1
2 Eigenschaften	2
2.1 Besonderheiten gegenüber RCN-600	2
3 Protokoll.....	2
3.1 CV-Bank Lesen.....	3
4 Befehle (Master-Ruf)	4
5 BiDi-Nachrichten (BiDi-Slave-Antworten).....	4
Anhang A: Verweise auf andere Normen	7
A.1 Normative Verweise	7
A.2 Informative Verweise.....	7
Anhang B: Historie	7

1 Allgemeines

1.1 Zweck der Norm

Diese Norm beschreibt ein erweitertes Protokoll für eine bidirektionale Kommunikation zwischen SUSI "Master" und "Slave" Modulen. Die Norm baut auf der Standardkommunikation von SUSI auf und ist damit kompatibel. Ein Mischbetrieb von BiDi- und Standardmodulen ist möglich, solange diese nach [RCN-600] arbeiten. Bei Modulen nach alter Dietz- oder NMRA-Norm können eventuell Abweichungen auftreten (Siehe hierzu [RCN-600] Anhang B: Erkannte Probleme).

1.2 Anforderungen

Um diese Norm zu erfüllen, müssen die hier definierten Regeln und Befehle eingehalten werden. Die Grundlagen der [RCN-600] müssen eingehalten werden. Es ist nicht erforderlich, alle Befehle der Schnittstelle zu unterstützen. Dies gilt sowohl für "Master" als auch für "Slave" Module. In der Beschreibung des jeweiligen Produktes sollten die nutzbaren / nötigen Funktionen aufgelistet werden.

2 Eigenschaften

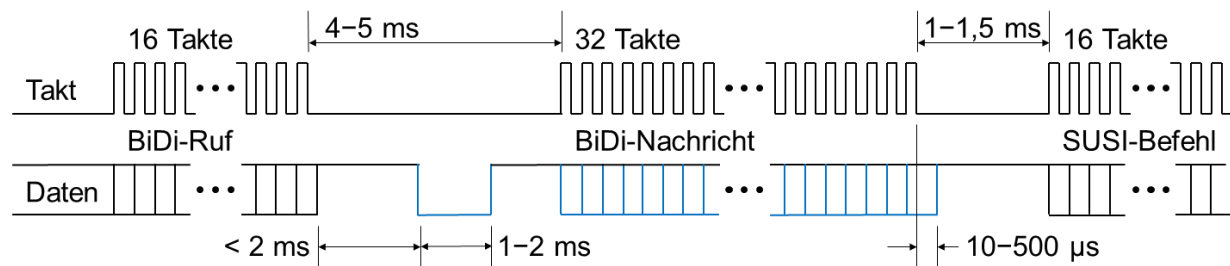
Auch bei SUSI-BiDi können max. 3 Slaves an einem Master betrieben werden. Der Master ruft regelmäßig alle angemeldeten Slaves, um diesen eine Antwort zu ermöglichen. Sind Daten vorhanden, antwortet der Slave auf seinen BiDi-Ruf mit einem Acknowledge ("ACK"). Der Master erzeugt dann 32 Takte zum Lesen der Nachricht vom Slave. Da die BiDi-Nachrichten auf der normalen Datenleitung gesendet werden, können sie vom Master und auch anderen Slaves direkt mitgelesen werden. Eine BiDi-Nachricht besteht immer aus $2 \times$ zwei Byte. Im 1. und 3. Byte werden spezielle BiDi-Kennungen gesendet um die Kompatibilität zu den üblichen SUSI-2-Byte Befehlen zu erhalten. Für die anderen Slaves am SUSI-Bus sind dieses spezielle Befehlsbytes. Slaves ohne SUSI-BiDi ignorieren diese für sie unbekanntem Befehle. In Byte 2 und 4 werden die zur BiDi-Kennung gehörenden Datenbytes übertragen.

2.1 Besonderheiten gegenüber RCN-600

- Die Datenleitung muss nach einem BiDi-Ruf immer auf Empfang stehen (Pull-Up aktiv).
- Nach jedem BiDi-Ruf muss eine 4 bis 5 ms lange Pause als Antwortfenster eingehalten werden.

3 Protokoll

- Nach einem Neustart werden vom Master die 3 BiDi-Slaves mit speziellen BiDi-Befehlen gerufen.
Auf diese müssen sich angeschlossene BiDi-Slaves immer melden. Diejenigen Slaves, die sich dort melden, gelten somit im Master als angemeldet.
Wenn der Slave keine sinnvollen Daten zu senden hat, wird $2 \times$ der Funktions-Leerbefehl gesendet.
- Der Master muss im Betrieb jeden angemeldeten BiDi-Slave mindestens alle 100 ms rufen.
Wenn Antwortdaten vorhanden sind, gibt der BiDi-Slave spätestens 2 ms nach der letzten fallenden Flanke einen 1 bis 2 ms langen "ACK"-Puls aus. Ein Master hat "ACK"-Pulse ab 0,5 ms Länge als gültig zu akzeptieren.
- Sobald der "ACK" vom Slave aufgehoben wurde sendet der Master 32 Takte im normalen Zeitzyklus. Der Master gibt nur den Takt aus und lässt die Datenleitung auf Empfang.
- Nach jeder steigenden Taktflanke legt der Slave sein Datenbit auf den Bus.
- Mit jeder fallenden Flanke liest der Master (und eventuell weitere Slaves) das Bit ein.
- Der Slave löscht 10 bis 500 μ s nach der letzten negativen Flanke seine Daten von der Datenleitung und schaltet diese auf Eingang. Beim Lesen eines Blocks schaltet der Slave die Datenleitung nur dann wieder auf Eingang, wenn innerhalb von 50 μ s kein weiterer Takt zum Lesen kommt oder er bereits die Prüfsumme gesendet hat.
- Der Master muss nach der letzten negativen Flanke eine 1 bis 1,5 ms lange Pause einlegen, bevor er einen neuen Befehl sendet. Innerhalb des Lesens eines Blocks werden keine Pausen eingelegt und die Takte folgen direkt aufeinander.
- Ein SUSI-BiDi-Slave muss auf einen CV-Lesebefehl immer antworten, wenn die angeforderte CV in seinem CV-Bereich liegt, selbst wenn er diese nicht nutzt! Dabei ist auch eine Antwort mit 0x8E + 0x01 (ERR 'nicht unterstützt') zulässig.



Im Bild 1 ist der Zeitliche Ablauf einer bidirektionalen Übertragung dargestellt. Der blaue Puls und die blauen Daten werden vom Slave generiert.

3.1 CV-Bank Lesen

Soll eine ganze CV-Bank gelesen werden, so wird hierfür ein spezieller Ablauf verwendet, um die Übertragung schneller und sicherer zu gestalten.

Für die Übertragung wird der spezielle Befehl CV-Bank Lesen verwendet, den es für jeden Slave einzeln gibt. Damit kann mit einem Befehl der Slave ausgewählt, die auszulesende Bank definiert und die Datenübertragung gestartet werden. Es wird immer am Anfang der Bank begonnen, also bei CV 900, 940 bzw. 980. Dieser Befehl funktioniert unabhängig von der Bank-Nummer in CV 1021 und diese CV wird hierbei nicht verändert.

Nach dem Befehl erwartet der Master ein ACK, dass der Slave den Befehl verstanden hat und die ausgewählte Bank unterstützt wird. Danach sendet der Master mehrfach 32 Takte, mit denen der Slave jeweils den BiDi-Befehl 0x8F, Datenbyte, BiDi-Befehl 0x8F, Datenbyte überträgt. Das erfolgt in der Regel zwanzigmal, um alle 40 Bytes einer Bank zu übertragen. Hat der Slave in einer Bank nur wenig Daten, kann er die Übertragung abbrechen, indem beide Bytes oder auch nur das zweite Byte mit 0x8E für CV nicht vorhanden sendet.

Egal, ob alle 40 Bytes gesendet wurden oder die Übertragung abgebrochen wurde, kommen danach noch 32 Takte für eine Prüfsumme. Dabei enthält das erste Byte eine CRC-Prüfsumme und das zweite Byte den Wert 0. Dieser wird nur übertragen, damit das für BiDi übliche Übertragen von Byte-Paaren beibehalten wird.

Die Prüfsumme wird wie in [RCN-218] Abschnitt 1.3 beschrieben gebildet. Auf der Senderseite wird sie gemäß Polynom $x^8 + x^5 + x^4 + 1$ über alle gesendeten Datenbytes einschließlich der mit dem BiDi-Befehl 0x8E gesendeten Bytes gebildet, initialisiert auf 0, nicht invertiert. Empfängerseitig wird die CRC mit dem gleichen Polynom über alle CVs inkl. CRC gebildet, das Ergebnis muss 0 sein. Beispiele, informative Anmerkungen und Algorithmusvorschläge befinden sich im Anhang C der [RCN-218].

Beim Lesen einer CV-Bank werden folgende Schritte ausgeführt:

Master: Master sendet 0x0C – <Bank#> = Befehl Bank Lesen für Slave 1.

Slave: Slave antwortet mit einem „ACK“, falls die Bank verfügbar ist.
Ohne ACK wird das Lesen hier abgebrochen.

Slave: Slave sendet pro 32 Takte zwei Bytes jeweils als 0x8F + CV-Wert. In der Regel passiert das zwanzigmal. Optional zum vorzeitigen Abbruch des Lesens:

Slave: Slave sendet 0x8F + CV-Wert + 0x8E + 0x01 (ERR 'nicht unterstützt') oder

Slave: Slave sendet 0x8E + 0x01 (ERR) + 0x8E + 0x01 (ERR).

Beides beendet vorzeitig das weitere Datenlesen.

Slave: Slave sendet Prüfsumme als 0x8F + Prüfsumme + 0x8F + 0x00

Anschließend muss der Master eine 9ms lange Pause einhalten, damit sich alle Slaves wieder sicher für den folgenden SUSI-Befehl synchronisieren können. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden $1 + 20 \times 2 + 2 = 43$ Befehle ohne Pause gesendet. Vor dem Auslesen eines weiteren Blocks sollten die wichtigsten SUSI – Standard-Befehle übertragen werden.

4 Befehle (Master-Ruf)

Jeder BiDi-Slave Ruf besteht aus 2 Byte. Für Rufbefehle ist der Bereich 0x0# reserviert.

Befehl	Header	Daten (Bit 7..0)	Bemerkung
BiDi Slave Ruf	0x01	Bit 1 & 0 = Slave-Nummer	01 = 1, 10 = 2, 11 = 3
		Bit 2 = Zwangsantwort	Bei Bit 2 = 1 muss der Slave mit einem Status 0x8A antworten.
		Bit 4 & 3 = Statusadresse	Auswahl eines der vier unterschiedlichen Statusbytes (0x8A).
		Bit 7.. 5 = Reserviert	
CV Bank Lesen von Slave 1	0x0C	Bank Nr. Werte 0 bis 255	Zur Übertragung einer ganzen CV-Bank von Slave 1
CV Bank Lesen von Slave 2	0x0D	Bank Nr. Werte 0 bis 255	Zur Übertragung einer ganzen CV-Bank von Slave 2
CV Bank Lesen von Slave 3	0x0E	Bank Nr. Werte 0 bis 255	Zur Übertragung einer ganzen CV-Bank von Slave 3
CV Lesen	0x0F	CV-Nr. – 769	Slaves antworten nur auf Anfragen der eigenen CVS gemäß [RCN-600] Tabelle 1.

Tabelle 1: BiDi-Befehle (Master-Ruf)

5 BiDi-Nachrichten (BiDi-Slave-Antworten)

Jede BiDi-Nachricht besteht aus 4 Byte, welche sich in 2 unabhängige Antworten mit je 2 Byte gliedern lässt. Byte 1 und 3 sind Headerbytes, Byte 2 und 4 Datenbytes. Für BiDi-Nachrichten ist der Bereich 0x80 bis 0x8F reserviert.

Bei der in der Tabelle genannten Positionsadresse handelt es sich um eine Zubehördecoder-Adresse. Über diese Zubehördecoder-Adresse kann z.B. ein Sendemodul im Gleis seine Position (als Adresse) an das darüberfahrende Fahrzeug melden. Der dazu passende Empfänger kann als SUSI-BiDi-Modul implementiert sein und die empfangene Adresse als Positionsmeldung an den Master und andere Slaves weitergeben. Dies kann zum Beispiel für ortsbezogene Bahnhofansagen im Soundmodul genutzt werden.

- Die Positionsadresse wird paarweise gesendet: Byte1 & 2 = high, Byte 3 & 4 = low
- Die CV-Leseantwort wird paarweise gesendet: Byte1 & 2 = Wert (CV-Nr.), Byte 3 & 4 = Wert (CV-Nr.+1).
Hinweis: Wird z.B. bei Slave 1 CV 939 gelesen, so führt der automatische Zugriff auf CV 940 zu einem Fehler, der als 0x8E 0x02 übertragen wird.

Alle nicht definierten Werte sind reserviert!

Befehl	Header	Daten (Bit 7..0)	Bemerkung
Signalzustand	0x80	0 = Halt (HP0) 4 = Langsamfahrt (HP2) 15 = Fahrt (HP1)	angelehnt an NEM 672
Funktion direkt	0x81	0 = keine Funktion 1 = Sound : Pfeife/Hupe (Variante 1) 2 = Sound : Pfeife/Hupe (Variante 2) 3 = Sound : Glocke 4 = Sound : (Bahnhofs-) Ansage (Var1) 5 = Sound : (Bahnhofs-) Ansage (Var2) 6 = Sound : (Bahnhofs-) Ansage (Var3) 7 = Sound : Bahnübergang Läutewerk 15 = Sound : Kundenspezifisch 16 = Beleuchtung 17 = Rangierlicht 19 = Verdampfer an/aus 24 = Geräusch an/aus 25 = reduzierte Lautstärke +0 = Impuls (Automatisch beenden) +32 = Einschalten +64 = Ausschalten	Daten = 0: Leerbefehl Nicht alle Kombinationen sind sinnvoll und erlaubt. Die Kombination 0 + 32 = 32 ist nicht zulässig. Die Kombination 0 + 64 = 64 bedeutet alle Funktionen aus, d.h. entsprechend der Vorgabe über das Protokoll auf dem Gleis.
Funktionswert (DCC)	0x82	0 = DCC-Lichtfunktion 1...28 = DCC-Funktion 1...28 +0 = Impuls (Automatisch beenden) +32 = Einschalten +64 = Ausschalten	Nicht alle Kombinationen sind sinnvoll und erlaubt.
Kurze Binary States	0x83	Definition entsprechend [RCN-212] Abschnitt 2.3.5, kodiert als DLLL-LLLL mit D als Binärzustand und LLL-LLLL für die Nummer des Binärzustands.	
Automatik-geschwindigkeit	0x84	Fahrstufe und -richtung wie im 128 Geschwindigkeitsstufen-Befehl nach [RCN-212] Abschnitt 2.2.2, kodiert als RGGG-GGGG mit R als Richtungsbit und GGG-GGGG für die Geschwindigkeit.	
Automatik-betrieb	0x85	0 = Halt 2 = Fahrt (in gleicher Richtung) 4 = Vorwärtsfahrt (Pendelfahrt) 6 = Rückwärtsfahrt (Pendelfahrt) +1 = Langsamfahrstufe	unbenutzte Werte reserviert
Testfunktion	0x87	0 .. 255	Reserviert Massoth

Positionsadresse high	0x88	Bit2..0 = A10 .. 8 +0 = Adresse [RCN-213] Standard +8 = Adresse [RCN-213] Erweitert (ext)	Die bisher definierten Adressbereiche beziehen sich auf Zubehöradressen. Diese werden entsprechend Tabelle 3 linear und nicht invertiert dargestellt.
Positionsadresse low	0x89	A7 .. 0	
Statusbyte	0x8A	Eines von vier verschiedenen Statusbytes: Status 0: Bit 0 = 1: Motorsteuerung zugelassen (Soundaufrüstung abgeschlossen) Bit 1 = 1: Lichtfunktion zugelassen (z.B. Generatorsound bei Dampflok läuft) Bit 4 = 0/1: Kesselfeuersimulation Aus/An (synchron mit Kohleschaufelsound) Status 1 bis 3: Reserviert für zukünftige Anwendungen.	Spontan darf nur das erste Statusbyte (Status 0) gesendet werden. Die weiteren drei Bytes werden nur als Antwort auf einen BiDi Slave Ruf mit gesetztem Bit 2 und der Adresse des Statusbytes in den Bits 4 und 3 gesendet.
Analogwerte A	0x8C	Analogkanal 1 und ggf. Analogkanal 2 mit jeweils 8 Bit Auflösung. Werden in einer BiDi-Nachricht zwei Analogwerte mit Kennung 0x8C gesendet, wird erst Analogkanal 1 und dann Analogkanal 2 übertragen	
Analogwerte B	0x8D	Analogkanal 3 und ggf. Analogkanal 4 mit jeweils 8 Bit Auflösung. Werden in einer BiDi-Nachricht zwei Analogwerte mit Kennung 0x8D gesendet, wird erst Analogkanal 3 und dann Analogkanal 4 übertragen	
CV-Antwort: Wert ungültig	0x8E	0x00 = unbekannter Fehler 0x01 = CV nicht unterstützt 0x02 = CV-Nummer ungültig	CV ist im Slave nicht implementiert CV-Nummer ungültig für die Slave-Nummer
CV-Antwort: Wert gültig	0x8F	0 .. 255	

Tabelle 2: BiDi-Nachrichten (Slave-Antworten)

Bitstelle	7H	6H	5H	4H	3H	2H	1H	0H	7L	6L	5L	4L	3L	2L	1L	0L
[RCN-213]	---	---	A7	A6	A5	A4	A3	A2	---	/A10	/A9	/A8	---	A1	A0	---
SUSI-BiDi	---	---	---	---	ext	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0

Tabelle 3: Anordnung der Bits der Positionsadresse.

Anhang A: Verweise auf andere Normen

A.1 Normative Verweise

Die hier aufgeführten Normen sind ganz oder in dem beim Zitat angegebenen Rahmen einzuhalten, um diese Norm zu erfüllen.

[RCN-600] [RCN-600](#) SUSI-Bus Modul Erweiterungsschnittstelle

[RCN-602] [RCN-602](#) Konfigurationsvariablen für SUSI

A.2 Informative Verweise

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

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

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

[RCN-218] [RCN-218](#) DCC-A – Automatische Anmeldung

Anhang B: Historie

Datum	Kapitel	Änderungen gegenüber der jeweils vorhergehenden Version	SUSI-Version
26.11.2023	3.1 4	Neuer Abschnitt zum Ablauf von CV-Bank Lesen Neue Befehle CV-Bank Lesen	1.5
27.11.2022	5	Neue Befehle „Analogwerte A“ und „Analogwerte B“	1,5
11.08.2019	5	Neuer Befehl „Kurze Binary States“ 0x83	1.4
02.12.2018	5	Neuer Befehl „Statusbyte“ 0x8A	1.3
18.12.2016	5	Neuer Befehl „Automatikgeschwindigkeit“ 0x84	1.2
20.05.2016	Alle	Erste Version	1.1

Copyright 2023 RailCommunity – Verband der Hersteller Digitaler Modellbahnprodukte e.V.