

*RailCom geistert mittlerweile schon seit vielen Jahren durch die digitale Landschaft. Es ist eine interessante und komfortable Technik, die den Modellbahnbetrieb komfortabler aber auch sicherer machen kann. Rudimentäre Verfügbarkeit von Hardware, z.B. Besetzmelder mit RailCom-Fähigkeit und ein leistungsfähiger Systembus, und unterstützender Software stößt bei den Modellbahner auf verhaltenes Interesse. Christoph Schörner rollt das Thema RailCom um interessante Zusammenhänge auf und zeigt praktische Anwendungsmöglichkeiten.*



RailCom – Rückmeldung mit großem Potenzial

## Von der Lok zum Anwender

Bis vor ein paar Jahren war die Kommunikation auf einer digitalen Modellbahn eine Einbahnstraße. Informationen zur Steuerung der Loks gelangen zwar von der Zentrale zu den Decodern, jedoch bekam man von den Decodern während des Betriebs keine Informationen zurück! Die DCC-Befehle wurden zur Lok geschickt in der leisen Hoffnung, es möge schon am Ziel ankommen. Man spricht hier von unidirektionaler Kommunikation. Benutzt wird das DCC-Protokoll, das es erlaubt, über zwei Drähte (die beiden Schienen) Informationen und Strom für den Fahrbetrieb gleichzeitig zu übertragen. Mit steigendem Funktionsumfang der Loks und besser werdender Technik entstand der Wunsch nach einer bidirektionaler Kommunikation und Absicherung der Datenübertragung. Durchgesetzt hat sich eine Technik mit Zeitmultiplex, genannt RailCom (Markenname der Fa. Lenz). In der NMRA wird diese Technik als DCC-BiDi bezeichnet.

Genau wie bei mfx kann mit RailCom der Lokdecoder nicht nur Befehle empfangen, sondern auch senden (Bidirek-

tional = in zwei Richtungen). Es handelt sich dabei nicht um ein generelles neues Protokoll, sondern man kann es als DCC-Erweiterung betrachten. Deshalb können auch DCC-Lokdecoder ohne RailCom-Funktion mit einer RailCom-fähigen Zentrale fahren und umgekehrt. Um jedoch Daten von einem Decoder zu empfangen, sind RailCom-fähige Decoder, Zentralen und Booster notwendig.

### Was bringt mir RailCom?

Durch RailCom ergeben sich Verbesserungen in vielen Bereichen:

- Mehr Komfort: Eine Lok wird aufgeleitet und man erkennt sie sofort im Gleisbildstellpult des Computers mit dem richtigen Namen an der richtigen Stelle. Es wird auch die Richtung der Lok korrekt angezeigt!
- Mehr Sicherheit: Dadurch, dass eine Lok immer lokalisierbar ist, kann ein PC-Programm Falschfahrten erkennen und eine Geisterfahrt (z.B. wegen einer nicht oder nicht richtig gestellten Weiche, falsch unterwegs ist) stoppen.

- Genaueres Halten: Vom Decoder werden empfangene Befehle quittiert und müssen nicht mehr von der Zentrale auf Verdacht wiederholt werden. Damit reduzieren sich die Zahl unnötige Befehle und es gibt „Platz“ für neue, die dann eher ihr Ziel erreichen. Die verfügbare Bandbreite von DCC wird mit RailCom besser ausgenutzt. Die Decoder melden auch die gefahrene Ist-Geschwindigkeit an das PC-System zurück, dadurch kann die Berechnung des Aufenthaltsortes der Lok genauer bestimmt werden.
- Bequemes Programmieren: Von den Lokdecodern können an jeder Stelle der Anlage Parameter ausgelesen und übertragen werden. Alle CV-Werte eines Decoders lassen sich binnen 2 Sekunden auslesen. Das erleichtert die Optimierung der Fahreigenschaften während des Betriebs wesentlich. Das Verstellen von Motorparameter während des Fahrbetriebes auf der Anlage ermöglicht ein sofortiges Erkennen der Veränderung.
- Vereinfachte Wartung: Der Decoder kann Fehlerzustände an das System melden. Mit Hilfe dieser Information





kann eine erhöhte Stromaufnahme des Motors oder die Überschreitung bestimmter Grenzwerte (Betriebsdauer) auf eine fällige Wartung hinweisen.

- **Gezielte Reinigung:** Die Lok kann einen Zustandsbericht über das Gleis senden, wie oft es zu kurzzeitigen Stromausfällen durch die verschmutzten Gleise oder Räder gekommen ist. Eine entsprechende Auswertung entscheidet, ob die Meldung immer an der gleichen Stelle vorkommt (dann wird ein Reinigungszug auf diesen Gleisabschnitt geschickt) oder immer die gleiche Lok den Fehler bringt (Radkontakte bzw. Räder kontrollieren).
- **Mehr Spielwert:** RailCom ermöglicht auch, dass eine Lok realistischer betrieben werden kann. Es wird virtuell Kohle und Wasser nachgefüllt, diese Vorräte gehen nach und nach zur Neige und die Lok meldet die aktuellen Füllstände an das System. Der Anwender muss somit rechtzeitig ans „Wasserfassen“ oder „Nachtanken“ denken.

## Wie RailCom funktioniert

Bei RailCom werden abwechselnd Daten zur Lok und von der Lok übertragen, man spricht hier von Zeitmultiplex. In den normalerweise kontinuierlichen Datenstrom von der Zentrale

zur Lok werden winzige Unterbrechungen eingebaut. Diese Unterbrechungen nennt man „cutout“ und sind so kurz, dass das Fahrverhalten der Lokomotiven nicht beeinflusst wird. In der Unterbrechungspause darf (und soll!) der Lokdecoder Daten an die Zentrale zurücksenden.

Als „Datenleitung“ für die Übertragung der Railcom-Nachrichten werden die Schienen verwendet. Das passiert aus Sicht des Anwenders also quasi parallel zu den digitalen Steuer- und Schaltbefehle und erspart somit einen zusätzlichen Verkabelungsaufwand. Der große Vorteil dieser Lösung: Die Rückmeldedaten können an jeder Stelle der Anlage abgefragt und zurückgemeldet werden, egal wo die Lok sich gerade befindet. Die Unterbrechungspause, also das „cutout“, ist selbst wieder in zwei Abschnitte gegliedert, diese werden mit Channel 1 und Channel 2 bezeichnet. Im Channel 1 ist ein ständiges Senden (= Broadcast) der eigenen DCC-Adresse der Lok vorgesehen. Im Channel 2 ist eine gezielte Antwort des aktuell im vorgehenden DCC-Befehl angesprochenen Decoders vorgesehen. Nur dieser Decoder darf (und muss!) antworten.

In der CV 28 wird (einheitlich bei allen Decodern) festgelegt, ob der Decoder im Channel 1 oder 2 oder in beiden Channel sendet. Bit 0 bedeutet ‚Senden in Channel 1‘, Bit 1 bedeutet, Senden

im Channel 2‘.

Diese Rückübertragung muss mit einem sogenannten Detektor ausgewertet werden und kann an verschiedenen Stellen erfolgen:

- Ein globaler Detektor sitzt an einer zentralen Stelle (typischerweise in der Zentrale).

*Ein globaler Detektor erkennt naturgemäß keine Ortsinformation, er kann nicht auswerten, wo auf der Anlage die Lok gerade steht, deren Nachricht er gerade detektiert.*

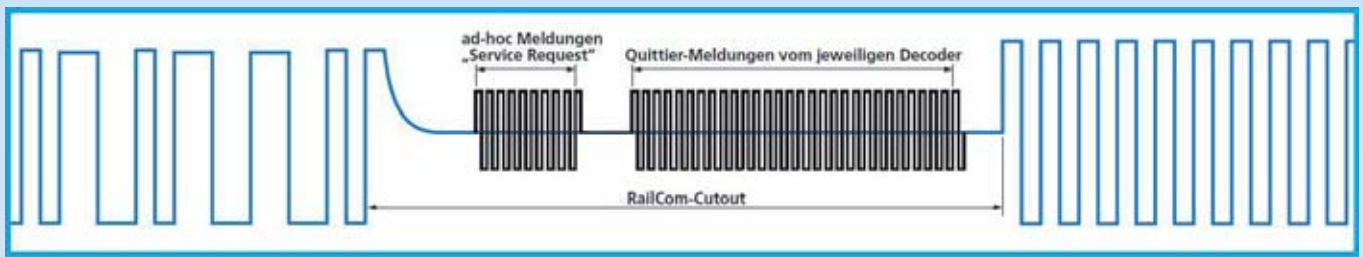
- Lokale Detektoren sind verteilt und sind den jeweiligen Gleisabschnitten zugeordnet.

*Lokale Detektoren sind im Vorteil. Sie wissen, dass die Lok gerade bei ihnen sein muss und können die Ortsinformation zusammen mit der Loknachricht weitergeben. Damit entsteht eine neue Qualität der Belegmeldung: Nicht nur ‚hier ist belegt‘, sondern ‚hier fährt Lok 123‘.*

Mit lokalen Detektoren ist der GBM16T auf jedem seiner 16 Gleisbelegmelder ausgestattet und ermöglicht somit das Erkennen von bis zu vier DCC-Decodern auf einem Gleisabschnitt.

## Wo hakt es?

Ein Artikel über RailCom wäre nicht transparent, wenn man nicht auf die Tücken der neuen Technik eingehen



würde. Manche der geschilderten Probleme sind schlicht der Physik geschuldet und einige resultieren aus einer ungeschickten RailCom-Definition. Im folgenden einige Tipps:

**Glühlampen:** In zahlreichen älteren Triebfahrzeugen, die noch mit Glühlampen beleuchtet werden, ist diese Lampe oft gegen das Lokchassis und damit gegen die Schiene geschaltet. Das zerstört die Railcom-Nachrichten. Für dieses Problem gibt es eine Abhilfe. Der Verbraucher ist direkt mit dem gemeinsamen Plus des Decoders (blaues Kabel) zu verbinden.

Das Timing für die Cutout-Lücke ist in der RailCom-Spezifikation nicht im Hinblick auf den Betrieb mehrerer Booster und sekundärseitigem Kurzschluss zweier Booster durch ein Fahrzeug über der Trennstelle genormt. Das hat bei Betrieb mit Boostern verschiedener Herstellern zur Folge, dass ein Booster noch Signal erzeugt, während der andere Booster schon sein Cutout erzeugt! Das führt zum Kommunikationsverlust und Kurzschlüssen, wenn Fahrzeuge die Boosterstromkreise überbrücken. Es empfiehlt sich, den Fahrstrom mit Boostern gleicher Bauart sicherzustellen und mit gleicher Betriebsspannung zu versorgen.

**Geistermeldungen:** Die Daten im Rückkanal suchen sich nur dann den richtigen Weg über den korrekten Detektoren, wenn keine „verlockenderen“ Seitenpfade vorhanden sind. Diese können neben den schon erwähnten einseitigen Glühlampen in der Lok auch detektorlose Pfade (z.B. Abschnitte ohne

Melder) oder Pfade mit einem anderen Spannungsabfall sein. Wichtig ist, dass die ganze Gleisanlage gleichartig angeschlossen ist: gleichartige Belegtmelder, lückenlose Überwachung und immer die gleiche Betriebsspannung.

**Übertragung der Lokadresse im Channel 1:** Die Lokadresse wird in zwei Teilen in zwei verschiedenen Cutouts gesendet. Sie wird ‚Broadcast‘ gesendet, das bedeutet, jeder Decoder sendet ständig und unkontrolliert seine Adresse auf das Gleis. Das hat zur Folge, dass der Detektor bei mehr als einer sendenden Lok im Channel 1 nichts mehr verstehen kann und evtl. auch falsche DCC-Adressen an das System meldet. Zudem sorgt die Zweiteilung auch für gewisse Unwägbarkeiten, ob z.B. diese beiden Teile wirklich zusammen gehören.

Der Belegtmelder muss mit detektivischem Spürsinn das Puzzle wieder zusammensetzen, dabei ständig den zeitlichen Bezug der Nachrichten zueinander prüfen und die Information auf Plausibilität checken. Der Channel 1 ist daher nur für die Spielbahn geeignet und sollte bei größeren Anlagen deaktiviert werden. Bei mehreren DCC-Decodern in einem Gleisabschnitt, wenn Channel 1 aktiv ist (z.B. Doppeltraktion), kommt keine gültige Datenübertragung zustande.

**Erkennung über Channel 2:** Die Lokerkennung über Channel 2 ist eine feine Sache und bietet Potenzial für die Zukunft. Es antwortet nur die angesprochene Lok, es gibt keine Kollision von Nachrichten bei mehreren Loks, die Übertragung ist somit sauber und

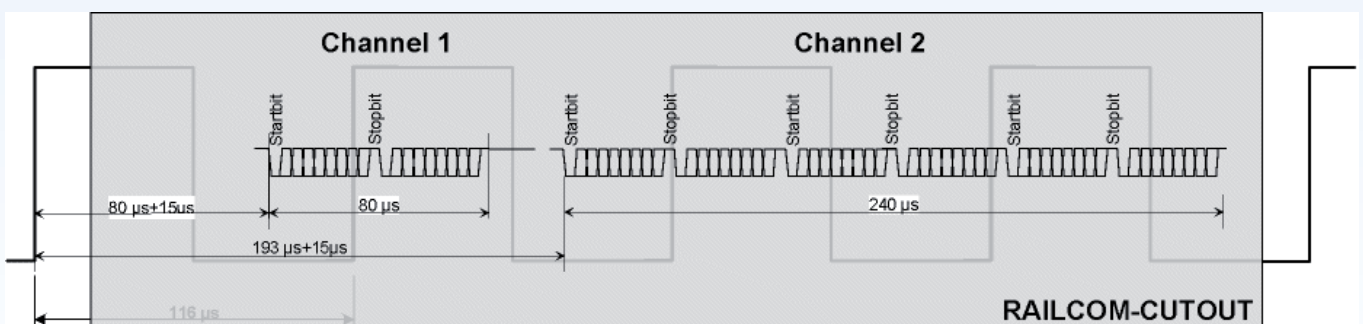
sicher. Leider wurde eine Antwort im Channel 2 in der Anfangszeit von Railcom von vielen Decoder-Herstellern ignoriert. Selbst heute liefern manche Hersteller noch Decoder aus, die nicht laut Norm eine verpflichtende Antwort im Channel 2 senden. Nicht jeder Decoder ist updatefähig und lässt sich auf einen neuen Firmware-Stand aktualisieren.

Dank Mitwirkung vieler OpenDCC-Anwender entstand eine Übersicht, welcher Hersteller sich wie gut an die RailCom-Norm hält und stellt dessen technischen Kompatibilität dar: [http://www.opendcc.de/info/railcom/railcom\\_decoder\\_overview.html](http://www.opendcc.de/info/railcom/railcom_decoder_overview.html)

**Konstruktionsfehler:** Aus Sicht der Datenverarbeitung ist die Adresse der Lok ein einziges, möglichst unteilbares Objekt. RailCom teilt diese Adresse bei der Rückübertragung in zwei unabhängige Nachrichten (zwei Teile). Der Channel 1 (Broadcast), der zu einem wilden Durcheinandersenden der Loks führt, verschärft diese Problematik der Adresserkennung noch. Das ist ein Konstruktionsfehler von RailCom, der mit Aufwand und Intelligenz im Belegtmelder korrigiert werden muss.

## Wie kann ich Railcom sicher einsetzen?

Der Channel 1 ist bei mehreren Loks in einem Abschnitt problematisch und sollte bei funktionierendem Channel 2 vollständig deaktiviert werden. Der Channel 2 ist der sichere Weg für eine fehlerfreie Kommunikation. Voraussetzung ist allerdings, dass die Decoder





der verschiedenen Hersteller auch im Channel 2 senden!

Zudem sollte man nur updatefähige Decoder einsetzen und auch mal überprüfen, ob der Hersteller nicht nur Updatefähigkeit verspricht, sondern das auch lebt! Hier ist z.B. eine Überprüfung anzuraten, ob der Hersteller auch seine bisherigen Decoder pflegt und wann er zum letzten Mal eine neue Version bereitgestellt hat. Die Hersteller Zimo und D&H agieren hier vorbildlich.

Bei der Installation der Digitaltechnik sollte ein Gleisbesetzmelder verwendet werden, der lokale Detektoren besitzt (z.B. den ECoSDetector von ESU oder den GBM16T von OpenDCC/Fichtelbahn). Diese Belegmelder möglichst in gleicher Technik einsetzen und alle Gleisabschnitte über Belegmelder führen. Auch Weichenstraßen sollten für eine lückenlose Überwachung mit einbezogen werden.

Wie bereits erwähnt, ist bei Einsatz mehrerer Booster darauf achten, gleiche bei identischer Versorgungsspannung zu verwenden. Die Verwendung gleicher Boostertypen von einem Hersteller kommt dem Timing des Cutouts zugute.

## Vom lokalen Detektoren zur auswertenden Instanz

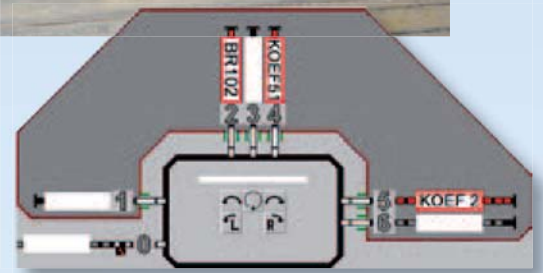
Derzeit werden einige Systeme angeboten, die RailCom-Informationen von Lokdecodern empfangen und weiterleiten können. Sie unterscheiden sich allerdings in ihren Möglichkeiten.

Der Hersteller Tams bietet momentan das Produkt „RC-Link“ in seinem Sortiment an, bei dem es sich um eine Rückmeldung über einen seriellen Bus handelt. Jeder lokale Detektor ist ein eigenes Modul an diesem Bus und kann Channel 1 (Adresserkennung und Belegung) sowie CV-Antworten auswerten. Der Bus kann jedoch nur 24 Melder abbilden und hat auch keine Absicherung gegen Übertragungsfehler. Der RC-Link ist für den Spielbetrieb ausreichend, für eine anspruchsvolle Modellbahnanlage ohne Channel-2-Fähigkeit und mit begrenzter Anzahl von Rückmeldern eher ungeeignet.

Die Firma Blücher Elektronik bewirbt ihren Gleisbesetzmelder GBM16XN mit RailCom-Unterstützung. Diese Baugruppe bietet 16 Meldeeingänge, wobei zyklisch ein Gleisanschluss auf eine RailCom-Auswerteinheit geschaltet wird und dadurch alle 16 Eingänge RailCom-fähig werden. Der Baustein



Der Ausschnitt der Steuerungssoftware WinDigipet zeigt nicht nur die belegten Standgleise des Lokschuppens, sondern im Klartext die Lokbezeichnungen. Mit WinDigipet kann man sich die Infos auch auf dem Smartphone anzeigen lassen und die Loks in die manuelle Steuerung übernehmen.



unterstützt auch nur die Auswertung der Lokadresse, basierend auf Channel 1. Die Übertragung erfolgt direkt über USB und erfordert eine individuelle USB-Verbindung von jedem Baustein zum PC. Hier kommt es bei größeren Anlagen wegen der USB-Längenbeschränkung auf 5 m und die Anzahl an unterstützten USB-Ports in den Programmen zu Engpässen.

Den Blücher-Besetzmelder könnte man alternativ auch mit dem LocoNet-Bus verbinden und als Schnittstelle zum PC ein LocoNet-Interface wie den LocoNet-Buffer verwenden. Bei einer Datenübertragungsrate von 10 kBaud ließen sich über das LocoNet einzelne Lokerkennungen transportieren. Bei einer größeren Anlage mit mehreren Meldern und Übertragung der Geschwindigkeit vieler Fahrzeuge reicht die Bandbreite nicht mehr aus.

Der Hersteller Uhlenbrock setzt mit seinem MARCo-Empfänger ebenfalls auf den LocoNet-Bus. Bei diesem System steht eher die autonome Zugbeeinflussung im Mittelpunkt als das korrekte Rückmelden an ein PC-Steuerprogramm. Die veröffentlichte Spezifikation spricht nur von einer Loknummern-

kennung, daraus lässt sich schließen, dass dieses System ebenfalls nur auf eine Channel-1-Rückmeldung ausgelegt ist. Der entscheidende Engpass bei diesem System ist wieder der Bus selber, der bei einer größeren Anzahl an Meldern (MARCo-Empfängern), den anfallenden Informationsstrom nicht abtransportieren kann. Dieses System richtet sich eher an den Spielbahner als an den Modellbahner.

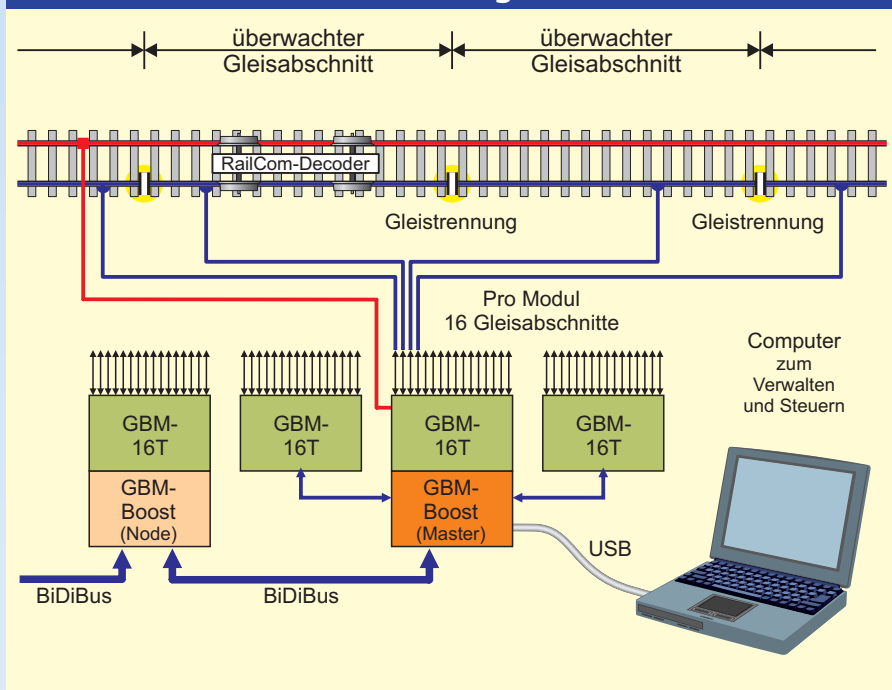
Ein weiterer Anbieter auf dem Sektor von Railcom-fähigen Rückmeldern ist die Firma ESU. In dessen Produktfolio findet man den ECoSDetector, einen 16-fach-Gleisbesetzmelder mit dem Stromfühlerprinzip und mit RailCom-Detektoren. Die gewonnene Zugnummerninformation und Gleisbelegung wird hier über ESUs eigenen Bus „ECoS-Link“ an den PC übermittelt. Das System „ECoS-Link“ benutzt die Technologie des CAN-Busses, der durch die Automobilindustrie bekannt wurde und mit 250kBaud eine zufriedenstellende Bandbreite bietet. Allerdings ist der CAN-Bus ein Producer-Consumer-System, dass keine weitergehende Absicherung der gesendeten Daten durch Quittierung vorsieht. Ein

OpenDCC GBMBoost - Interface		Multi Update	Eigenschaften	Features	Melder 1 - 16											
Melder	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Adresse			00011   00010   00030										01080			
Richtung			>>   >>   >>										>>			
km/h			00010   00010   00000										00130			
*																

Aufgleisrichtung: << = Rückwärts, >> = Vorwärts, AA = Accessory-Adresse, EA = Extended Accessory

Auswertung der RailCom-Besetzmeldung über das WizardTool von OpenDCC/Fichtelbahn.

## Gleisbesetzmeldung mit RailCom



### Beispiel einer RailCom-fähigen Überwachung inkl. Auswertung mit einer Steuerungssoftware

ECoSDetector unterstützt Channel 1 und Channel 2 Rückmeldung und ein 16-fach-Rückmeldebaustein hat nur vier fest zugeordnete Gleisanschlüsse, die eine RailCom-Information detektieren könnten.

Im Bunde der RailCom-Anbieter fehlt noch der Lizenzgeber dieses Verfahrens, die Firma Lenz. Aktuell hat sie nur einen lokalen RailCom-Detector, der die Loknummer der vorbeifahrenden Lok auf einem externen Display am Anlagenrand darstellen kann. Eine Rückmeldung an eine PC-Steuerung ist mit dieser Hardware nicht möglich. 2009 wurde ein Bussystem mit dem Namen „RailComBus“ vorgestellt und bis heute auf der Webseite beworben. Die beschriebene Technik wäre ein Ansatz in die richtige Richtung, leider sind entsprechende Produkte bis heute nicht verfügbar.

Last but not least führt der Open-Source-Hersteller „Open-DCC/Fichtelbahn“ einen kombinierten Booster mit 16-fach-Rückmelder im Programm. Dieser bietet 16 Kanäle mit der Option, zwei weitere Meldebausteine mit jeweils 16 Kanälen anzuschließen. Die Baugruppen kommunizieren über den Systembus „BiDiBus“ mit 500 kBaud Übertragungsgeschwindigkeit auf der Basis der Übertragungstechnik RS485 und vernetzen sich dabei selbstständig.

Von den 16 Gleisanschlüssen des Rückmelders GBM16T werden immer

mehrere gleichzeitig in Channel 1 und Channel 2 ausgewertet. Damit bietet dieser Baustein Mehrfacherkennung von bis zu vier gleichzeitig auf einem Gleisabschnitt befindlichen Lokomotiven (z.B. für Doppeltraktion) an. Durch die Channel-2-Auswertungen sind auch nützliche Zusatzfunktionen wie eine DirtyTrack-Erkennung, CV-Lesen und -Schreiben im Fahrbetrieb oder die Übermittlung der echten Fahrgeschwindigkeit enthalten.

Fazit: Für den anfallenden Datenstrom wird ein leistungsfähiges Bussystem benötigt, das die Informationsvielfalt übertragen kann sowie Übertragungsfehler erkennt und eigenständig verwirft bzw. korrigiert. Um den Verkabelungsaufwand einer Anlage so gering wie möglich zu halten, sollte dieser Modellbahnbus ein Systembus sein, der nicht nur Rückmeldungen transportieren kann, sondern auch Steuerbefehle vom PC zur Anlage.

Wir sprechen hier von Fahren, Schalten und Melden über ein leistungsfähiges Bussystem. Der BiDiBus ist neben dem CAN-Bus (mit der erwähnten Einschränkung bei der Quittierung) zurzeit der einzige Bus, der die notwendigen Anforderungen für einen anspruchsvollen Bahnbetrieb mit RailCom ermöglicht. Die beiden Busse bieten auch genügend Reserven für weitere Optionen wie z.B. die RailCom-Erweiterung „RailComPlus“.

## Was ist RailComPlus?

RailComPlus ist eine Protokollerweiterung des normalen RailCom und wurde entwickelt, um ein automatisches Anmelden und eine Adressvergabe von Loks ohne die Verwendung eines Programmiergleises zu ermöglichen. Bisher erfolgte die Anmeldung einer Lok auf manuellem Weg, indem die aktuelle Lokadresse über das Steuergerät eingestellt werden musste. Bei Bedarf war zudem die Lokadresse auf dem Programmiergleis zu ändern.

Mit RailComPlus und einem RailComPlus fähigen Lodecoder gehört diese Tätigkeit der Vergangenheit an. Die Lok wird auf das Gleis gestellt und das System erkennt die aktuelle Lokadresse. Die Zentrale fordert den Decoder in der Lok auf, seine Unique-ID (eine Decoder eigene und einmalige Kennung, vergleichbar mit einer Seriennummer) zu übermitteln.

Nach Erhalt der ID übermittelt die Zentrale der Lok eine freie Lokadresse. Der Lokdecoder bestätigt den Erhalt und hört ab diesem Zeitpunkt auf diese zugewiesene Lokadresse. Im Anschluss fordert die Zentrale den Lokdecoder erneut auf, alle spezifischen Decoder- und Lokeigenschaften an die Zentrale und somit auch an das verbundene PC-System zu übermitteln. Darunter ist zu verstehen, wie viele Fahrstufen, welche Funktionen und Anzahl von Effekten von Sound bis Lokbild, sind vorhanden.

Dieser Anmeldeprozess erfolgt vollständig automatisch vom System und erfordert keinen Eingriff vom Modellbahner. Die spezifischen Lokparameter kommen vom Lokdecoder selbst und werden an die PC-Steuerung bzw. Zentrale übermittelt. Das geht sogar soweit, dass der Fahrregler einen neuen Eintrag mit Loknamen und Bild der angemeldeten Lok übertragen bekommt.

Das RailComPlus-Verfahren wird seit Jahren von ESU und Lenz beworben, gewinnt aber nur sehr langsam bei ESU den Einzug bei Decodern und Zentrale. Was aber nicht zuletzt damit zutun hat, dass die notwendigen Detektoren die Fähigkeit der Channel-2-Rückmeldung beherrschen müssen. Eine Hardware mit RailCom-Channel-2-Fähigkeit kann man später immer noch durch ein Firmware-Update RailComPlus-Fähigkeiten implementieren. Vorausgesetzt, der Hersteller verfolgt diese Philosophie. Von Seiten der Technik spricht jedoch nichts dagegen.

*Christoph Schörner*