



Melden als integraler Bestandteil einer betriebssicheren Modellbahn

MODERNES MELDEN

Meldesysteme auf der Modellbahn werden gerne isoliert betrachtet: Was kann s88, was kann XpressNet etc. Dabei stehen und fallen die Möglichkeiten des Gesamtsystems „Modellbahn“ mit der Qualität der gewonnenen Informationen und der Weiterleitung. Es ist daher nur konsequent, das Melden als integrierten Teilaspekt der „betriebssicheren Modellbahn“ zu betrachten. Nach der Verkabelung in der letzten DiMo beschäftigt sich Christoph Schörner nun mit dem Fahrbetrieb und den Fragen: „Was darf und was muss man von einer Steuerung erwarten?“, „Wo sind die Grenzen des Systems?“ und „Wo entstehen betriebliche Probleme und was kann man dagegen tun?“

Beginnen wir bei dem, wofür wir den ganzen Aufwand betreiben: dem sich bewegenden Fahrzeug auf dem Gleis. Für einen sicheren Fahrbetrieb und daraus resultierende Belegmeldungen benötigt man möglichst viele Achsen für die Stromaufnahme. Der Rad-Schienen-Kontakt ist einer der größten Unsicherheitsfaktoren bei der Modellbahn. Jede zusätzliche Verschmutzung erhöht das Risiko. Erfahrungsgemäß sind Zugfahrzeuge mit zweiachsiger Stromaufnahme ein Alptraum auf der Anlage, vierachsige Fahrzeuge erzielen durch regelmäßiges Putzen der Räder und Schienen gute Er-

gebnisse. Ab acht Achsen Stromaufnahme fährt ein Zug einfach ohne Einschränkungen über die Anlage.

Zuggarnituren, die im Dauereinsatz sind und nicht ständig von der Anlage entfernt werden, kuppelt man elektrisch durch und erhält somit genügend Achskontakte. Bei einer diagonalen Stromaufnahme (ein Wagen oder eine Lok der/die z.B. vorne rechts und hinten links Strom aufnimmt) mögen zwar vier Achsen vorhanden sein, je nach Trennstellsituation sind aber nur je zwei Räder an der Stromaufnahme beteiligt. Die Folge ist auch hier, dass Lichter flackern, und

Fahrzeuge ruckeln. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Fahrzeuge beim Überfahren von Boosterabschnittsgrenzen ihren Strom aus dem einen Booster aufnehmen und beim anderen Booster zurückspeisen. Hier schließt sich der Stromkreis „irgendwo hintenherum“ über die Anlagensteuerung und den Steuerbus. Eine diagonale Stromaufnahme ist eine Unsitte übertrieben kostensparender Hersteller von rollendem Material. Ihre Beseitigung bei den Fahrzeugen ist eine wichtige Umbaumaßnahme für einen sicheren Anlagenbetrieb.

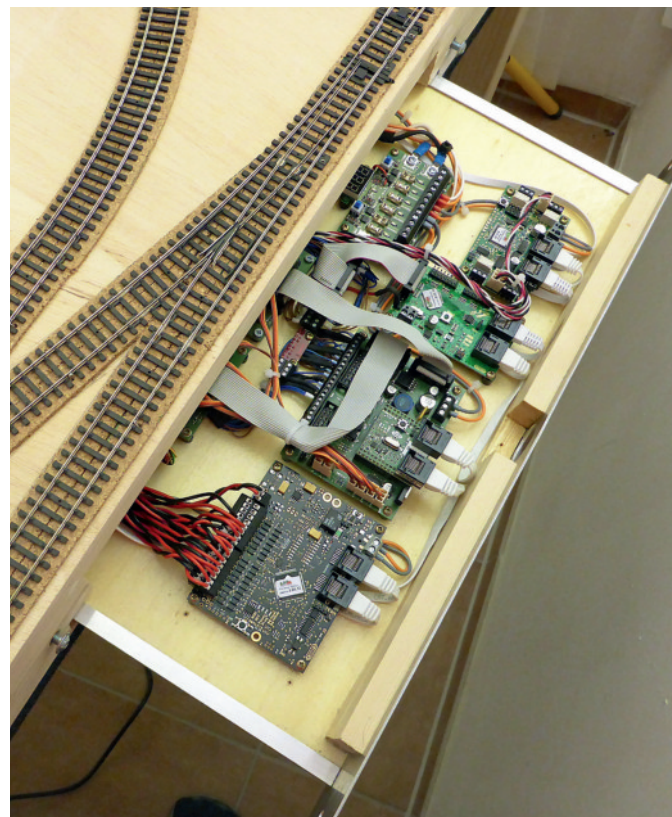
Nicht motorisiertes oder beleuchtetes rollendes Material sollte mit Widerstandsachsen versehen werden. Zielwerte sind 20 k Ω je Achse, die z.B. in Form eines mit Silberleitlack angeschlossenen SMD-Widerstands erreicht werden können. Belegtmelder mit Stromfühlern können diese Achsen durch den Stromfluss erkennen. Entsprechend ausgestattete Fahrzeuge können, wenn sie abgekuppelt werden und liegenbleiben, vom System erkannt werden. Der zusätzliche Aufwand der Nachrüstung hat noch einen weiteren Vorteil: Der Betrieb kann mit dichteren Zugfolgen gefahren werden, weil das überwachende System auf die tatsächliche Länge eines Zuges reagiert und ein Abschnitt sofort, nachdem der letzte Waggon ihn verlassen hat, wieder freigegeben werden kann.

DER BIDIREKTIONALE LOKDECODER

Die Auswahl des Lokdecoders und dessen verfügbare Ausstattung spielen im Zusammenwirken mit dem Melder und dem Bussystem eine entscheidende Rolle. Möchte man seinen Anlagenbetrieb betriebssicher aufbauen, sollte auf RailCom-taugliche Fahrzeugdecoder zurückgegriffen werden, die auch den Kanal 2 von RailCom unterstützen. Dies sind z.B. Decoder von den Herstellern D&H, Zimo, Tams, ESU, ... Aber auch hier gibt es Unterschiede, die beachtet werden sollten.

Bis vor wenigen Jahren war die Kommunikation auf einer digitalen Modellbahn eine Einbahnstraße gewesen. Informationen wurden von der Zentrale zu den Decodern geschickt, von den Decodern kam aber nichts zurück! Man schickte die Digitalbefehle in der leisen Hoffnung zu den Loks, sie mögen schon am Ziel ankommen. Bei dieser Technik spricht man von unidirektionaler Kommunikation. Mit steigendem Funktionsumfang der Loks und besser werdender Technik entstand der Wunsch nach einer bidirektionalen Kommunikation und Absicherung der Datenübertragung.

Bei DCC hat sich hierbei eine Technik mit Zeitmultiplex-Übertragung durchgesetzt. Als allgemeiner Begriff hat sich RailCom¹ – das ist der entsprechende Markenname der Fa. Lenz für die Technik – dafür etabliert. In der NMRA wird das Verfahren als DCC-BiDi bezeichnet, deshalb auch der Begriff „bidirektionaler Lokdecoder“. Genau wie bei MFX kann hier der Lokdecoder nicht nur Befehle empfangen, sondern auch Daten senden (bidirektional = in zwei Richtungen). Es handelt sich dabei nicht um ein generelles neues Protokoll, son-



Die Elektrik hat eine eigene Schublade bekommen. Links vorne ein GBM16TS, der seine Meldedaten via BiDiB weiterleitet.

dern man kann es als DCC-Erweiterung betrachten. Deshalb können auch DCC-Lokdecoder ohne RailCom-Funktion mit einer RailCom-fähigen Zentrale fahren und umgekehrt.

In den normalerweise kontinuierlichen Datenstrom von der Zentrale zum Lokdecoder werden winzige Unterbrechungen eingebaut. Diese Unterbrechungen nennt man „cut-out“. Sie sind so kurz, dass das Fahrverhalten der Lokomotiven nicht beeinflusst wird. In dieser Unterbrechungspause muss der Lokdecoder Daten an die Zentrale zurücksenden. Die Unterbrechungspause selbst ist wiederum in zwei Abschnitte gegliedert, die Channel 1 und Channel 2 bezeichnet werden. In Channel 1 ist ein ständiges Senden der eigenen DCC-Adresse des Lokdecoders vorgesehen (=Broadcast). In Channel 2 soll eine gezielte Antwort durch den im vorangehenden DCC-Befehl angesprochenen Decoder erfolgen. Ausschließlich dieser darf (und muss!) antworten.

Genau hier sind wir bei einem Problem angekommen: Jahrelang unterschieden verschiedene Hersteller Channel 1 und 2 nicht einheitlich nach Norm. Somit ist ein RailCom-Wildwuchs entstanden. Erst durch den ersten RailCom-Detektor, der die Nachrichten ordentlich nach Channel 1 und 2 aufbereitete, kam hier Licht in die Sache und es zeigte sich, wer was macht. (Dieser Melder war der GBM16T von OpenDCC/Fichtelbahn.) Als Anwender von RailCom-tauglichen Lok-

¹ RailCom müsste, da es eine registrierte Marke der Firma Lenz Elektronik GmbH ist, eigentlich mit einer entsprechenden Kennung geschrieben werden: RailCom®. Aus praktischen Gründen verzichten wir auf diese Kennzeichnung bei jeder einzelnen Nennung.



decodern muss man auf die ausdrückliche Ausweisung von „Channel-2-Funktionen“ achten, um hier nicht aufs Glatteis zu kommen.

CHANNEL 2 BEIM LOKDECODER

Im Channel 2 quittiert der Decoder empfangene Befehle; dies macht er immer und grundsätzlich. Somit müssen diese Befehle von der Zentrale nicht mehr auf Verdacht wiederholt werden. Neue Befehle können entsprechend schneller ans Gleis transportiert werden. Mit Channel 2 steigt auch der Komfort beim Anwender. Alle CV-Werte eines Decoders lassen sich an jeder Stelle der Anlage binnen weniger Sekunden auslesen. Dadurch wird z.B. eine Optimierung der Fahreigenschaften wesentlich vereinfacht. Das Verstellen von Motorparametern während des Fahrbetriebs ermöglicht ein sofortiges Erkennen der Veränderung. In der Konsequenz wird das klassische Programmiergleis nicht mehr benötigt.

Ein Decoder kann auch Fehlerzustände an das steuernde System melden. Mit Hilfe dieser Informationen könnte man

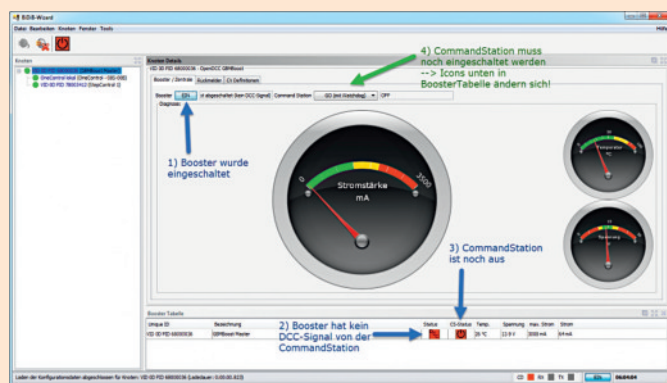


Foto: Andrej Etzold/Anlagen-Direkt.com

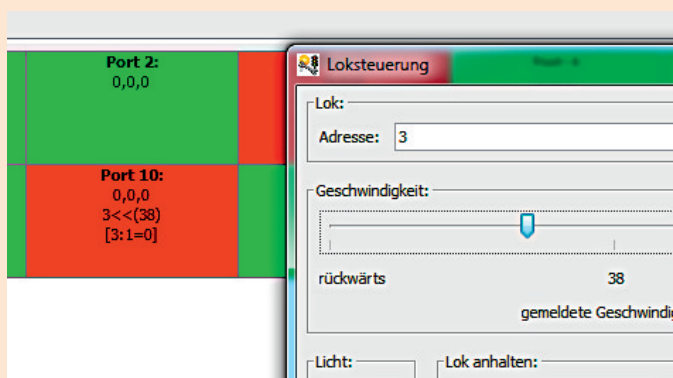
Bei größeren Anlagen kann die Identifikation der einzelnen Fahrzeuge (Decoder) sehr zur Betriebssicherheit beitragen.

tektor bei mehr als einer im Channel 1 sendenden Lok nichts mehr verstehen kann und evtl. auch falsch erkannte DCC-Adressen an das Steuerungssystem meldet.

Funktioniert Channel 2 bei den Decodern, sollte Channel 1 vollständig deaktiviert werden. Die Lokerkennung über



Zum Datenübertragung per BiDiB gehört auch, dass der Bus vielfältig per Software konfiguriert werden kann.



Von der detaillierten Bit-Analyse bis hin zu POM mit Decoderantwort macht RailCom vieles möglich.

eine erhöhte Stromaufnahme des Motors oder die Überschreitung bestimmter Grenzwerte (Betriebsdauer) feststellen und so auf eine fällige Wartung hingewiesen werden. Eine Lok könnte einen Zustandsbericht über das Gleis senden, wie oft es zu kurzzeitigen Stromausfällen (durch verschmutzte Gleise oder Räder) gekommen ist. Eine entsprechende Auswertung im Steuerprogramm könnte feststellen, ob die Meldung immer an der gleichen Stelle entsteht (von verschiedenen Loks gesendet; dann wird ein Reinigungszug auf diesen Gleisabschnitt geschickt) oder immer die gleiche Lok den Fehler bringt (Räder und Radkontakte sind zu kontrollieren).

Melder, auch RailCom-Melder, werden notwendigerweise abschnittsweise organisiert. Der überwachte Gleisbereich hat eine bestimmte Ausdehnung, in die in der Regel nicht nur eine Lok hineinpasst. Bei Doppeltraktionen ist es sogar unvermeidbar, dass sich zwei Loks im selben Abschnitt aufhalten. Dies bringt allerdings für den Channel 1 Probleme mit sich: Hier sendet der Decoder ständig und unkontrolliert seine Adresse auf das Gleis. Das hat zur Folge, dass der De-

Channel 2 ist eine feine Sache und hat Zukunftspotential. Es antwortet nur die angesprochene Lok, es gibt keine Kollisionen von Nachrichten bei mehreren Loks, die Übertragung ist somit sauber und sicher. Leider wurde in der Anfangszeit von RailCom eine Antwort im Channel 2 von vielen Decoderherstellern ignoriert. Selbst heute noch liefern manche Hersteller Decoder aus, die keine Antwort im Channel 2 senden – obwohl dies laut Norm eine verpflichtende Sache ist. Der Channel 2 ist der sichere Weg für eine fehlerfreie Kommunikation, besonders, wenn er auch von jedem Hersteller bedient würde...

WAS EIN MELDER LEISTEN MUSS

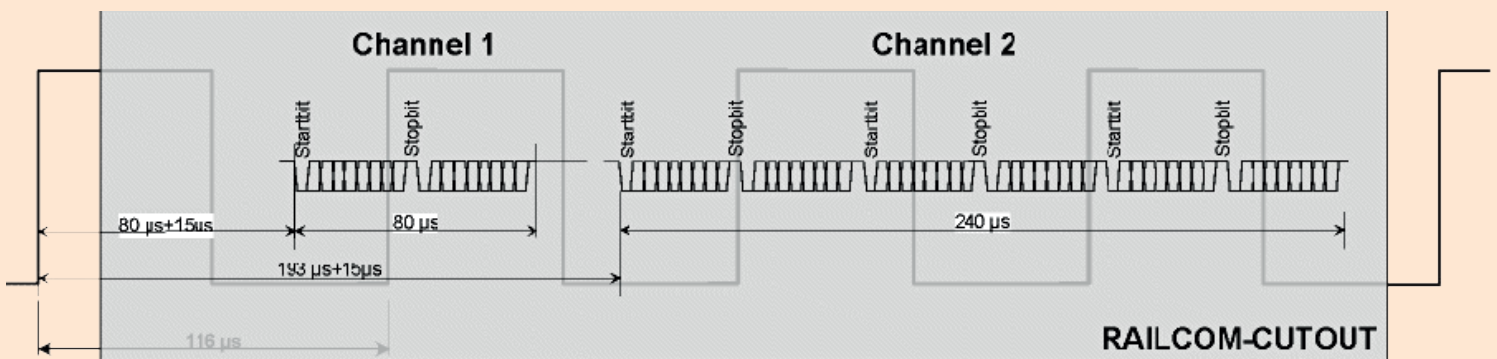
Ein automatischer Anlagenbetrieb ist nur im gleichen Maße gut, wie das steuernde System von der Anlage zuverlässige Informationen bekommt. Es nützt daher nichts, wenn die bisherigen Maßnahmen – korrekte Stromaufnahme, Auswahl eines bidirektionalen Lokdecoders – penibel durchgeführt wurden, aber der Melder und das angeschlossene Bus-

system mit den gewonnenen Informationen nichts anfangen können oder diese fehler- bzw. lückenhaft weiterverarbeiten. Genau an dieser Stelle kommt der „richtige“ Gleisbelegtmelder in den Focus. Bei einer einfachen Tischanlage sind unsere Sinne (z.B. die Augen) die Melder auf der Anlage. Über sie erfahren wir die Fakten, wie z.B.: „Da fährt in Gleis 2 die Lok X mit kleiner Geschwindigkeit, sie bremst kurz vor dem Haltesignal und die Funktionstaste F0 ist aktiv.“ Unsere Sinne leiten die Informationen an unser Gehirn weiter, wir verarbeiten sie, treffen eine Entscheidung und führen sie mit den Händen aus. Ein automatischer Fahrbetrieb benötigt ebenfalls diese Informationen, um Entscheidungen treffen und die Abläufe steuern zu können.

Ein einfacher Gleisbesetzmelder erkennt über einen Stromsensor einen Verbraucher auf dem zugeordneten Gleisabschnitt und definiert diesen Zustand als „Gleis belegt“. Eine Zustandsänderung wird über den Meldebus an das übergeordnete System weitergeleitet. Für diese Aufgabe wurde in vielen Modellbahnzimmern ein s88- oder vergleichbares Bussystem verwendet. Blenden wir mal die

fehlende Übertragungsabsicherung und die Störanfälligkeit von Schieberegistern aus (stellen also den Nicht-Bus s88 den etablierten Bussystemen wie LocoNet, XpressNet etc. gleich), zeigt sich, dass die monodirektionalen Melder einen entscheidenden Nachteil haben: Sie liefern keine Antwort auf die Frage: „Wer steht eigentlich auf meinem Gleis?“ Oder anders formuliert: „Wer ist dieser Verbraucher? Ist es tatsächlich die erwartete Lok vom angrenzenden Meldeabschnitt? Oder ist die Lok vom Wartegleis beim Rangieren über ihren Meldeabschnitt hinausgerutscht und damit in meinen hineingeraten? Oder hat gar ein unachtsamer Anlagenbetreiber seine Finger auf dem Gleis abgelegt?“ Aktuelle Steuerungssysteme gehen von der ersten Antwort aus, ihnen bleibt gar nichts anderes übrig, wenn sie nicht mehr Informationen bekommen.

RailCom-taugliche Decoder liefern diese wichtige Information wie wir gesehen haben zwar an den Gleisabschnitt. Für die Weiterverarbeitung benötigt man jedoch einen RailCom-tauglichen Belegtmelder, der neben der Stromerkennung (Info: „Hier ist irgendetwas“) auch die Information von



Ein RailCom-fähiges DCC-Signal weist eine Lücke zwischen den Datenpaketen auf, den sog. RailCom-Cutout. In dieser kurzen Zeitspanne senden die Lokdecoder ihre Daten ans Gleis, von wo sie von den RailCom-Detektoren gelesen werden können.

modellbau WELS

23. - 25. März 18

- Int. Modulanlagen & Workshops
- Alles für Profis & Einsteiger
- Tolle Messe-Angebote



**Tickets
sichern**

Messe Wels
www.modellbau-wels.at

GUTSCHEIN

Ermäßigter Messeeintritt € 9,00 (statt 11,-)
Gültig für 1 Person, einzulösen an den Tageskassen. Barablässe nicht möglich.
Ermäßigtes Ticket auch online unter www.modellbau-wels.at erhältlich.





der Lok an das übergeordnete System weitertransportieren kann. Ein solcher Melder ist z.B. der GBM16T bzw. GBM16TS von OpenDCC/Fichtelbahn, der nebenbei nicht nur eine Lok auf einem Abschnitt detektieren kann, sondern bis zu vier verschiedene DCC-Adressen auf einem Belegabschnitt. Somit könnte man z.B. einen Lokzug aus vier aktiven Lokomotiven über die entsprechend ausgestattete Anlage schicken.

Damit sind die Anforderungen an einen Melder noch nicht erfüllt, unser Auge kann im Vergleich noch mehr! Mit einem RailCom-tauglichen Melder (Channel 2) kann die IST-Geschwindigkeit der fahrenden Lok vom Decoder empfangen werden. Diese Information ist ein weiterer Baustein, der bei einer Zeit-Wege-PC-Steuerung ein genaueres Stoppen

Die Betriebssicherheit hängt jedoch nicht nur von der Menge der vom Steuergerät empfangenen Informationen ab, sondern auch davon, wie clever das Steuergerät seine daraus errechneten Steuerbefehle für Loks und Zubehör vorbereitet und absetzt. Das DCC-Format ist langsam, ein DCC-Befehl dauert je nach Inhalt des Befehls zwischen 6 und 15 ms. Durchschnittlich bekommt man pro Sekunde ungefähr 100 Befehle auf das Gleis. Wie kann man diese begrenzte Menge im Anlagenbetrieb sinnvoll nutzen? Die Decoder von fahrenden Loks müssen zyklisch angesprochen werden, sonst bleiben die Loks stehen. Hier geht man von einem Befehl pro Sekunde aus. Dagegen müssen Loks, die bremsen sollen, mindestens alle 100 ms erreicht werden,

WARUM 20 KΩ EIN GUTER WERT FÜR WIDERSTANDSACHSEN SIND

Bei RailCom sendet ein Decoder in der cutout-Zeit Informationen über das Gleis an einen Empfänger. Die dafür nötige Energie muss der Decoder zwischenspeichern. Aus Decodersicht liegt jeder Widerstand in einer Wagenachse parallel zum Empfänger, verbraucht also kostbare RailCom-Sendeenergie. An diesem Punkt entstehen Bedenken, dass die Last durch die parallelen Widerstandsachsen zu groß und die Übertragung damit gestört werden könnte.

Dass diese Gefahr bei 20 kΩ nicht besteht, zeigt eine kleine Rechnung. RailCom funktioniert mit einer Stromschleife. Der entsprechenden Norm (RCN-217) ist zu entnehmen, dass der Decoder zwischen 24 u. 34 mA liefern muss. In der cutout-Zeit schließt

der Booster seine Anschlüsse praktisch kurz ($< 1 \Omega$), die RailCom-Dektoren arbeiten mit einem Shunt-Widerstand von 1,5 – 22 Ω . Geht man von einem Zug mit 50 Widerstandsachsen aus, ergeben diese einen Summenwiderstand von 400 Ω . Der Strom verteilt sich umgekehrt proportional zu den Widerstandswerten, vereinfacht betrachtet für den 22- Ω -Detektor also ca. im Verhältnis 20:1. Liefert der Decoder tatsächlich nur einen Konstantstrom von 24 mA, gehen davon dann 2,5 mA über die Widerstandsachsen, der Rest über den Detektor. Der ist aber so eingestellt, dass er auch noch 20 mA sicher als RailCom-Strom erkennt. Bei Detektoren mit kleinerem Shunt-Widerstand sieht das Verhältnis noch besser zugunsten der Übertragungssicherheit aus.

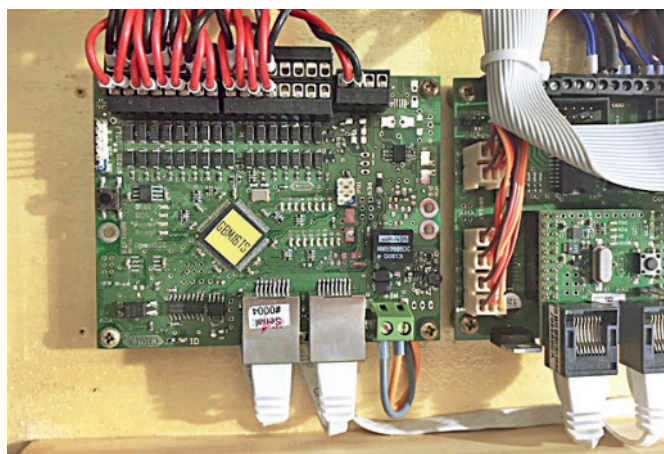
an Haltepunkten ermöglicht. Eine Lok wird aufgegleist und man erkennt die Lok sofort im Gleisstellpult des Computers, mit dem richtigen Namen an der richtigen Stelle im Gleisbild. Zusätzlich wird die richtige Ausrichtung der Lok angezeigt. Dadurch, dass eine Lok immer lokalisierbar ist, kann ein PC-Programm „Falschfahrten“ erkennen und eine Geisterfahrt (z.B. wegen einer nicht oder nicht richtig gestellten Weiche) stoppen, ohne den kompletten Fahrbetrieb der Anlage einstellen zu müssen.

DER WEITERE WEG DER NACHRICHTEN

Für den Weitertransport der Nachrichten vom RailCom-Melder zum PC ist ein leistungsfähiges Bussystem notwendig. Die Unsicherheiten im Timing der Rückmeldung von s88 (auch bei moderneren Implementierungen) kann bei der Belegtmeldung eine spürbare Verzögerung mitbringen, was die Zeit-Wege-Simulation im PC ungenauer werden lässt. Ein technisch aufwendigeres Meldesystem kann dem z.B. entgegenwirken, indem Meldeereignisse beim Auftreten mit einem hochgenauen Zeitstempel versehen werden. Egal wie lang es dauert, bis das Ereignis im PC angekommen ist: Die Zeit-Weg-Berechnung kann die Ereignisse immer korrekt einsortieren. Mit dieser zeitlichen Einordnung ergeben sich ganz neue Möglichkeiten der Fahrgenauigkeit und Positionserkennung einer Belegtinformation, weil im laufenden Betrieb der Fahrzeugabgleich nachjustiert werden kann. (Bisher liegen hier nur die Messwerte der Einmessfahrt vor.)

sonst sieht deren Bremsweg sehr bescheiden aus. Wird dieses Intervall nicht eingehalten, kann der Zug u.U. über seinen Bremsweg hinausfahren und den Halteabschnitt verlassen. Loks die anfahren, sollten alle 300 ms angesprochen werden: Das Beschleunigen ist nicht so kritisch wie das Anhalten.

Für die Bedienung von Fahrzeugfunktionen werden weitere Zeitabschnitte der DCC-Übertragung benötigt. Hat man eine DCC-Zentrale, die stur nach einer Wiederholliste arbeitet, erwischt man bei 30 Loks auf der Liste eine der Loks im Durchschnitt alle 300 ms – wenn nur Loks zu steuern sind.



Der GBM16TS kann über den Channel 2 im RailCom-Signal bis zu vier verschiedene Loks erkennen.



Wenn die Geschwindigkeit eines Zuges z.B. per RailCom erfragt werden kann, wird die Steuerung einer Anlage präziser und sicherer..

Wird auch noch Zubehör über DCC angesprochen (Weichen, Lichtsignale etc.), ist auch für die Zubehör-Befehle Zeit zu berücksichtigen, die 300 ms je Lok sind nicht mehr realisierbar. Aus diesen Gründen wurde bei den Fichtelbahn-Zentralen wie z.B. dem GBMboost Master oder dem BiDiB-IF2 die Technik von OpenDCC lizenziert: Dort wird, abhängig vom Nachrichteninhalt, die Reihenfolge der Befehle am Gleis dynamisch optimiert. Mit diesem Verfahren können unter den beschriebenen Bedingungen zehn Loks gleichzeitig gebremst und weitere 50 „konstant“ gefahren werden. Damit ist man an der Grenze des mit DCC Machbaren und hat keine Reserven für Wiederholungen und Fahrfunktionen. Eine realistische Empfehlung lautet daher: Nicht mehr als 20 Loks im gleichzeitigen Fahrbetrieb mit Fahrfunktionen und zusätzlichen DCC-Zubehörschaltbefehlen für Weichen und Lichtsignale vorsehen!

KNAPPES GUT: DCC-BANDBREITE

Will man es auf den Punkt bringen, kann man auch sagen, die DCC-Bandbreite ist eine sehr knappe Ressource auf der Anlage. Als Konsequenz dieser Betrachtungsweise ergibt sich, dass alles, was nicht unbedingt in die DCC-Übertragung hinein muss, auch draußen bleiben sollte. Dieser Grundsatz gilt natürlich nicht nur für DCC, sondern auch für die anderen Digitalprotokolle. Wobei hier teilweise andere Voraussetzungen herrschen: Selectrix hat den Vorteil der zeitlichen Determiniertheit. mfx hat Märklin in diesem Sinne „sauber“

gehalten, Zubehörschalten per mfx spielt keine Rolle. MM-Anwender, haben – auch bei einer kleineren Anlage und besonders in einem Multiprotokollumfeld – gute Chancen, schon einmal an die Übertragungsgrenzen ihres Systems gestoßen zu sein.

Was an Informationen und Befehlen nicht mehr per Lokprotokoll übertragen wird, soll also in ein anderes Bussystem integriert werden. Dieses muss dafür natürlich entsprechend leistungsfähig sein. Das LocoNet wurde schon vor Jahrzehnten unter dem Aspekt der Integration entwickelt. Allerdings macht sich bei der Übertragungskapazität das Alter bemerkbar. Der CAN-Bus wiederum ist leistungsfähig und aus Benutzersicht unkompliziert in der Anwendung. Jedoch kochen hier verschiedene Hersteller jeweils eigene Süsschen. Erst aktuell kommt durch die Integration von Märklin-CAN in Rocos Z21 Bewegung in die Situation. Eine „offene“ Lösung auch im Sinne von OpenDCC sind beide nicht, was vor wenigen Jahren zur Entwicklung des BiDiBusses führte. Alle drei erfüllen die technischen Notwendigkeiten, um das Gleisprotokoll alleine für den Fahrbetrieb der Lokdecoder zu verwenden und alle Zubehör-Befehle für Weichen, Lichtsignale etc, sowie alle Meldungen von der Anlage per Bus zu übertragen.

Konkret am Beispiel des BiDiB werden im nächsten Artikel der Folge von „die betriebssichere Modellbahn“ weitere Vorteile eines modernen Busses am Beispiel „Schalten, Beleuchten mit einer Raumlichtsteuerung“ vorgestellt.

Christoph Schörner