

Der Systembus aus dem Land der unbegrenzten Möglichkeiten

DAS LOCONET



Das LocoNet ist ein Mitte der Neunzigerjahre von Digitrax eingeführter Systembus, um den steigenden Anforderungen an eine Digitalsteuerung gerecht zu werden. Rüdiger Heilig stellt das LocoNet mit seinen Eigenschaften und Möglichkeiten vor.

Beim LocoNet handelt es sich um einen sogenannten Systembus. Er verbindet Systemkomponenten wie Zentrale, Steuergeräte, stationäre Decoder, Rückmeldebausteine, Interfaces usw., um Steuerbefehle und Rückmeldeinformationen, sprich Daten, auszutauschen. Das LocoNet wurde von der US-Firma Digitrax Mitte der 90-er Jahre auf der Basis der gestiegenen Ansprüche entwickelt. Es zeigt sich technisch recht fortschrittlich im Vergleich zu manch anderen Systemen.

ANBIETER

Digitalkomponenten mit LocoNet-Anschluss werden von einer ganzen Reihe Firmen angeboten. Digitrax und Uhlenbrock sind die bekanntesten und bieten ein komplettes Sortiment mit Zentralen, Handreglern und mehr. Recht neu ist der L.net Converter von ESU, Roco hat dieses Jahr auf der Spielwarenmesse mit der Z21 eine neue Zentrale angekündigt, die ebenfalls über einen LocoNet-Anschluss verfügt.

Zusätzlich gibt es noch jede Menge kleinere teils kommerzielle Anbieter von Komponenten. Die FREMO, eine Vereinigung europäischer Modellbahner, die ihre selbstgebaute Module auf ihren Treffen betreiben, ist mit 1400 Mitgliedern einer der größten Anwender in Europa, sie haben ebenfalls eigene LocoNet-Komponenten entwickelt.

Durch die Vielzahl von Anbietern ist vor allem die Auswahl an Handreglern groß. Vom preiswerten Modell mit den allernötigsten Funktionen als Zweitregler oder für den Nachwuchs bis zum vollausgestatteten bi-direktionalen Funkhandregler zur gleichzeitigen Bedienung zweier Lokomotiven werden viele Wünsche bedient.

HARDWARE

Beim LocoNet kommen Komponenten aus dem Telefonbereich zur Anwendung, als Steckverbinder werden 6-polige RJ12-Stecker und -Buchsen eingesetzt. Auch die verwendeten Kabel stammen aus dem Telefonbereich.

Diese Technik hat dort in riesigen Stückzahlen ihre Praxistauglichkeit bewiesen; die Verbindung zwischen Stecker und Kabel ist trotz ihrer lötfreien mechanischen Ausführung sogar gasdicht und damit bestens gegen Umwelteinflüsse wie Korrosion geschützt.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass diese Verbindungstechnik hinsichtlich Robustheit nicht unbedingt optimal für den rauen Ausstellungsbetrieb ist. So sind die Stecker nicht so trittfest wie beispielsweise RS232-(Metall-)Steckverbinder und sollten daher bei mobiler Anwendung einigermaßen pfleglich behandelt werden. Andernfalls kann unter anderem die elektrische Verbindung zwischen Kabel und Stecker darunter leiden.

LocoNet-Kabel gibt es fertig konfektioniert bei Uhlenbrock, Digitrax-Händlern und weiteren Anbietern. Kabel und Steckverbinder aus dem Telefonbereich können ohne wesentliche Einschränkungen verwendet werden (RJ12, alle 6 Pins müssen belegt sein). Mit diesen Komponenten ist auch ein sehr preiswerter Selbstbau möglich.

Zusätzlich zu dem LocoNet-Daten-signal wird im Kabel auch noch ein DCC- (Booster-) Signal mitgeführt. Somit lassen sich alle Komponenten, vom Booster über den Gleisbesetzmelder bis zum Handregler über die selben Kabel, Steckverbinder und Buchsen „parallel“ betreiben und erfordern auch an der Zentrale keine extra Buchsen oder Klemmen. Über den im Kabel mitgeführten DCC-Bus lassen sich auch Kleinverbraucher wie Handregler versorgen. Dies macht die Verkabelung einfach und übersichtlich und es müssen nicht mehrere Sorten von Verbindungskabel vorgehalten werden.

Solange die verwendeten Kabel in Ordnung sind, schafft man es auch kaum, das Kabel falsch anzuschließen, selbst welche Buchse von mehreren verwendet wird ist meist egal, da diese elektrisch in der Regel sowieso alle parallel geschaltet sind. Insgesamt ist die Sache doch ziemlich „narrensicher“. Bei den Mitbewerbern sind oft für Booster, Handregler, Gleisbesetzmelder, Railcom und anderes jeweils verschiedene Kabel und Steckverbinder erforderlich, teilweise müssen vom Anwender sogar einzelne Litzenadern korrekt an Klemmen aufgelegt werden.

DATENVERKEHR

Von der Netzarchitektur gesehen handelt es sich beim LocoNet um ein sogenanntes „Peer to Peer“-Netzwerk,

wie es auch beim Internet verwendet wird. Wenn behauptet wird, hier sei der Implementierungsaufwand in der Software höher, ist das (bei gleichem Funktionsumfang) Unfug. Bei vielen konkurrierenden Systemen gilt das Prinzip: Jeder (Busteilnehmer) spricht nur, wenn er gefragt wird. Dann müssen aber Busteilnehmer wie Gleisbesetzmelder periodisch und sehr oft abgefragt werden, um schnell genug mit zu bekommen, wenn sich etwas ändert, beispielsweise die Belegung der Gleisbesetzmelder. Dies nennt man neudeutsch „Polling“ (übersetzt: Abfragen). Nicht so beim Peer-to-Peer-Verfahren, wo alle Teilnehmer gleichberechtigt sind und sich bei Ereignissen selbständig auf dem Bus melden können; dies verringert unnötigen Datenverkehr auf dem Bus und die benötigte Prozessor-Rechenleistung doch gewaltig.

Hier merkt man schon, dass das LocoNet von Anfang an für große Clubanlagen ausgelegt wurde. Notfalls können sich „neuartige“ Systemkomponenten übers LocoNet direkt untereinander unterhalten, ohne dass die Zentrale wissen muss, worum es geht. Spätestens mit der ohne weiteres möglichen und oft praktizierten Anbindung eines Computers ans LocoNet ist hier vieles möglich. Bei Polling-Systemen, wo aller Datenverkehr zwingend über die Zentrale laufen muss, entscheidet der Anbieter der Zentrale, was genehm ist und was nicht. Nicht auszudenken, wo das Internet heute technisch stehen

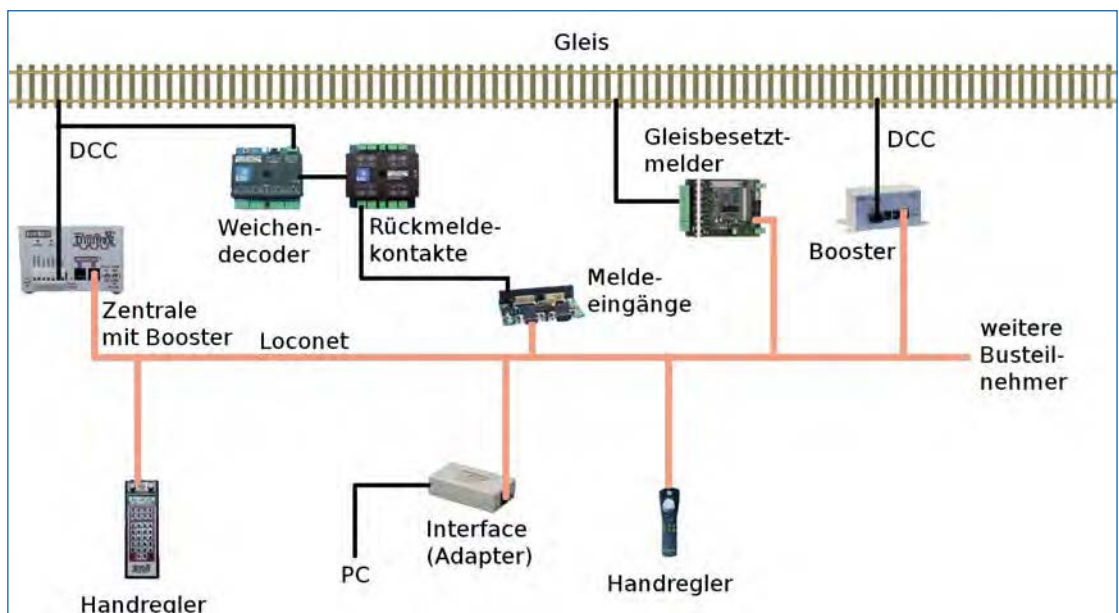
würde, wenn die Internet-Provider die alleinige Entscheidungsgewalt über Neuerungen gehabt hätten ...

Trotz der Gleichberechtigung der Busteilnehmer herrscht kein Chaos auf dem Bus; mit dem CSMA/CD-Verfahren wird ein leistungsfähiges Mittel genutzt, um auch bei mehr als 90-prozentiger Auslastung des Busses die Fehlerrate durch mehrere gleichzeitig sendende Busteilnehmer verblüffend klein zu halten. Das LocoNet gehört zu den schnellsten verfügbaren Systembussen, vergleicht man die tatsächlich verfügbaren etablierten Alternativen und nicht das, was technisch heute zwar machbar, aber nie realisiert wurde.

Da alle Busteilnehmer gleichberechtigt sind, ist es technisch ohne weiteres möglich, ein LocoNet ohne Zentrale zu betreiben. Möglich ist dies beispielsweise mit dem „Loco Buffer 2“, der als Interface zwischen PC und LocoNet auch die notwendige Buserminierung zur Verfügung stellen kann. Diese ist einmal pro LocoNet erforderlich und normalerweise in der Zentrale untergebracht. So lassen sich LocoNet-Komponenten wie Gleisbesetzmelder auch ohne entsprechende Zentrale nutzen.

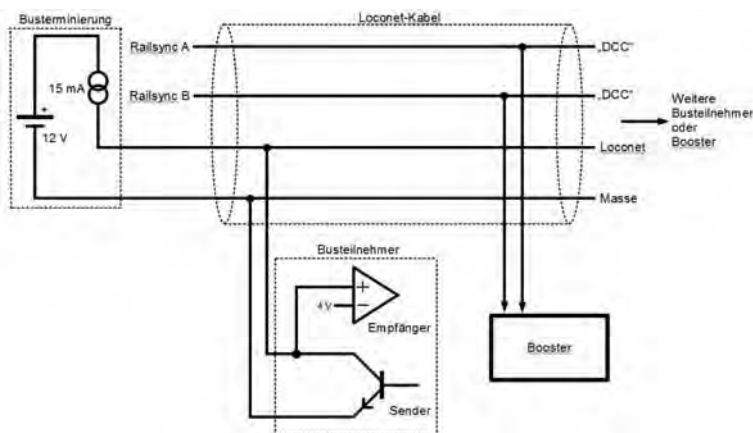
Digitrax hat die Details zu den Datenformaten offengelegt, leider aber unverändert mit Stand 1997. Beim Anschluss von Handreglern und Boostern, das sind sicher die Hauptanwendungen, muss man sich da wenig Sorgen machen. Schon bei manchen Gleisbesetztsmeldern oder gar noch

Ein Beispiel eines LocoNet-Systems. Alle Komponenten hängen direkt am LocoNet, mit Ausnahme des Weichendecoders der hier direkt vom DCC-Signal gesteuert wird. Alle Teilnehmer sind parallel geschaltet; für das LocoNet braucht man entsprechende Verteiler (der Übersicht wegen weggelassen) mit parallel geschalteten Buchsen. Beispielhaft wird auch eine etwas komplexere Anwendung: Ein PC liest über das LocoNet und ein Modul mit Meldeeingängen die Rückmeldekontakte eines per DCC bedienten Weichendecoders.



TECHNISCHE DETAILS ZUM LOCONET IM ÜBERBLICK

Die Buserminierung speist das Loconet mit 12 V und stellt die fließenden Ströme auf 15 mA ein. Sie ist in die Zentrale eingebaut. Jeder Busteilnehmer, auch die Zentrale, kann mit ihrem Sende-Transistor das Loconet auf Massepotential ziehen und so Daten auflegen. Es wird permanent über den Empfänger mitgehört, und überwacht so auch die eigene Aussendung unter Anderem auf Leitungsprobleme wie Kurzschluss und stellt fest, ob gleichzeitig ein anderer Teilnehmer sendet. Bei den beiden Railsync-Leitungen handelt es sich um ein DCC-Signal mit reduziertem Pegel und Belastbarkeit. Die Zentrale erzeugt üblicherweise das Railsync-Signal und speist dieses in die Leitung ein. Es dient als Eingangssignal für Booster, kann auch zur Versorgung von Kleinverbrauchern wie Handreglern genutzt werden. Auch ein nicht im Pegel reduziertes DCC-Signal mit max. 26 V kann ebenfalls als „Railsync“ (sinngemäß übersetzt: Gleis-Synchronisation) eingespeist/genutzt werden; Digitrax empfiehlt in diesem Fall eine Strombegrenzung vorzusehen. Achtung: Die Railsync-Leitungen dürfen in diesem Fall keine Verbindung mehr zur Zentrale haben. Mit diesem DCC-Signal ist auch die direkte Ansteuerung beispielsweise von Weichendecodern machbar, erfordert aber den Selbstbau spezieller Verteiler oder Kabel. „Loconet“ und „Masse“ sind jeweils 2 parallelgeschaltete Kabelader, hier nicht dargestellt.



„modernerer“ Funktionen gibt es aber keine „genormten“ Datenformate, diese Details sind auch nicht unbedingt für Dritte offengelegt. Immer wieder wird mir bei diesen Funktionen aus zuverlässigen Quellen von Kompatibilitätsproblemen zwischen verschiedenen Anbietern berichtet. Hier kann nur dringend empfohlen werden, sich vor einer Anschaffung gut zu informieren.

KABEL-FRAGEN

Wer verschiedene Digitalsysteme miteinander vergleicht, sollte auch die Verkabelung betrachten. Wie hoch sind die zu erwartenden Kosten? Wie komplex wird es? Hier ist das LocoNet erste Wahl, 5 Meter lange, fertig konfektionierte Verbindungskabel sind für unter einen Euro zu bekommen, dasselbe gilt auch für den sehr einfachen Selbstbau. Mit einem für unter € 10,- erhältlichen Werkzeug werden alle sechs Adern des Kabels auf einen Rutsch und ohne Ab-

isolieren oder Löten innerhalb weniger Sekunden mit dem Stecker verbunden, fertig. Manche Anbieter anderer Systeme nehmen da auch gerne mal 20 Euro pro Meter (!) konfektioniertes Kabel bei schwierigem bis unmöglichem Selbstbau, da kommen bei größeren Anlagen schnell erhebliche Beträge zusammen.

Was man immer braucht, wenn mehr als ein, zwei Komponenten angeschlossen werden müssen, sind Verteilerboxen mit elektrisch parallel geschalteten Buchsen. Auch diese gibt es günstig als Telefonzubehör ab 35 Cent, der original Digitrax 5-fach-Verteiler UP5 ist recht preiswert für etwa € 15,- zu haben und kommt mit ordentlicher Aluminium-Frontplatte daher. Außerdem bietet er eine praktische Zusatzfunktion wie die der eingebauten Anzeigemöglichkeit, ob (DCC-) Spannung an den Gleisen anliegt. Ein Selbstbau von Verteilern scheitert wohl noch am ehesten am Fehlen geeigneter fertig geätzter Leiterplatten. Zur Not kann man Buchsen auf ein Holzbrettchen kleben

ANSCHLUSSBELEGUNG, STECKER

Dieselben Stecker und Buchsen werden auch von Roco, Lenz und NCE eingesetzt, allerdings mit abweichender Belegung. Das Loconet-Signal und Masse sind jeweils doppelt vorhanden; dies verdoppelt den Leitungsquerschnitt, und führt zu einer gewissen „Redundanz“ – „fällt“ eins der Drähtchen „ab“, geht's so erst mal trotzdem weiter. Die Signale sind spiegelsymmetrisch angeordnet, so dass die Orientierung (Polung) des Kabels keinen Einfluss hat. Dies gilt theoretisch auch für das Railsync-Signal, kann aber bei Bedarf erfordern, die beiden Gleisaugangsleitungen eines angeschlossenen Boosters vertauschen zu müssen. Das ist aber nicht unbedingt jedermann's Geschmack. Digitrax war so Clever, und hat im Loconet-Kabel die Masseleitungen zwischen dem Loconet-Signal und den Railsync-(DCC-) Leitungen angeordnet; eine effiziente Maßnahme um Übersprechen zwischen diesen beiden Bussen zu minimieren. Pin 2 ist mit 5 parallelgeschaltet, ebenso 3 mit 4.

- 1 – Railsync A
- 2 – Masse
- 3 – Loconet
- 4 – Loconet
- 5 – Masse
- 6 – Railsync B



oder klemmen und die Anschlüsse der Buchsen mittels „fliegender Verdrahtung“ miteinander verbinden.

Eine detaillierte Anleitung von mir zum Selbstbau mit Komponenten aus dem Telefon-Bereich findet sich in der Miba Extra 2/2011 ab Seite 92; dort sind auch Vorschläge für passende preiswerte Kabel, Stecker und Buchsen.

LINKS

Technische Basis-Informationen zum Loconet von Digitrax (in Englisch)
<http://old.digitrax.com/ftp/loconetpersonaledition.pdf>

Weitere Details zum Loconet
http://embeddedloconet.sourceforge.net/SV_Programming_Messages_v13_PE.pdf

Peter Giling, Anbieter vieler Systemkomponenten auch für das Loconet
<http://www.phgiling.net/>

Werkzeuge und Material zu RJ12
<http://www.reichelt.de/>

FAZIT

Vergleicht man das LocoNet mit den Alternativen wie dem SX-Bus, den vielen Varianten die Märklin im Laufe der Zeit angeboten hat, dem Xpressnet, den Neuentwicklungen von ESU und anderen Systemen bleibt als Fazit: Das LocoNet ist eine gute Wahl mit wenigen Einschränkungen. Die Stärken sind die preiswerte Verkabelung, Datendurchsatz, Anzahl anschließbarer Geräte und Funktionsumfang, zuverlässiger Betrieb, herstellerübergreifend und international weit verbreitet. Zudem interessieren sich ESU und Roco ebenfalls für das LocoNet. So gesehen scheint sich das LocoNet hersteller- und länderübergreifend zu etablieren.

Irgendeine „Kröte“ ist vom Anwender bei jedem System und Anbieter zu schlucken. Wenige aber unnötige Kompatibilitätsprobleme, basierend auf dem proprietären Protokoll (kein offenes System) stehen den positiven Eigenschaften gegenüber. *Rüdiger Heilig*

TECHNISCHE DATEN (TEILWEISE ANGABEN VON DIGITRAX)

Netzwerktyp	Peer to Peer
Layer ½ Busmanager	CSMA/CD
Signaltyp	Wired OR Open Collector mit zentralem Pullup
Ruhe-Pegel	High
High-Pegel	zulässig zwischen + 5 V und + 26 V, typ. + 12 V
Schaltpunkt	+ 4 V mit ±1 V Hysterese
Low-Pegel	zulässig 0 V bis 3 V max.
Zentraler Pullup	15 mA nach +12 V bis +24 V
Receiver	min. 47 kOhm
Railsync-Signal	DCC-Signal; min. 7 V, max. 26 V, max. 15 mA pro Teilnehmer, in Summe max. ca. 100 mA
Kabeltypen	AWG 26, 3-fach twisted pair oder 6-Ader Flachkabel
Steckertyp	RJ12, Stereo-Klinkenstecker (ohne Railsync)
Leitungslängen max.	zwischen zwei Teilnehmern 200 m, insgesamt 400 m.
Busform	Alles erlaubt (Stern, Baum...) außer Ring
Dauer einer Nachricht	600 µs pro Byte, meist 2 bis 4 Byte pro Nachricht
Maximale Busauslastung	98% der Zeit bei weniger als 1% Fehlerrate
Übertragbare Kommandos pro Sekunde	etwa 820 bei 2-byte-Kommandos
Loconet-Adressen	999

Anmerkung: Oft wird als Drahtdurchmesser AWG 28 (0,09 mm²) anstatt des empfohlenen AWG 26 (0,14 mm²) benutzt. Solange man die oben angegebenen maximalen Längen nicht ausreizen will, hat dies keinen Einfluss, der ohmsche Widerstand des Kabels spielt nur eine untergeordnete Rolle.

Maximale Anzahl Busteilnehmer: Das Datenprotokoll begrenzt lediglich die Anzahl Fahrregler auf 128 Stück. Bei anderen Sytemkomponenten sind Mengen jenseits 100 Stück an einem Loconet erprobt. Hinsichtlich Datenprotokoll gibt es keine Grenze, aber bedingt durch die maximal zulässige elektrische Busbelastung ab mehreren 100 Teilnehmern. Für solche Fälle gibt es Bus-Repeater.

Anzeige

Das Steuerungsprogramm **WIN-DIGIPET** Premium Edition 2012 Small Edition 2012

Kostenlose App* für fast alle Smartphones
*nur für die Premium Edition

NEU!
Highlights der Version 2012:

- ★ Fahrzeug-Datenbank
- ★ Zugzusammenstellung
- ★ FS-Navi (Fahrstraßen-Navigator)
- ★ iZNF (Intelligentes Zugnummernfeld)

■ **67012 WIN-DIGIPET Premium Edition 2012** € 389,00
Das Kompletprogramm.
Auf CD-ROM mit gedrucktem Basishandbuch.

■ **67112 Umtausch** € 99,50
Version 2009 in 2012 Premium Edition
Updates nur mit Online Handbuch.
Bitte fügen Sie Ihre CD-ROM zum Umtausch bei.

Weitere Angebote unter www.modellplan.de.

■ **68012 WIN-DIGIPET Small Edition 2012** € 99,50
Die Einsteiger-Version mit eingeschränktem Leistungsspektrum.
Auf CD-ROM, nur **Online Handbuch**.

■ **68112 Umtausch** € 49,00
Small 2009 in Small 2012
Updates nur mit Online Handbuch.
Bitte fügen Sie Ihre CD-ROM zum Umtausch bei.

Weitere Angebote unter www.modellplan.de.

modellplan
... Software + Technik für Modellbahner

Besuchen Sie uns im Internet
www.modellplan.de

Erhältlich bei:

modellplan GbR
Reussensteinweg 4
73037 Göppingen

Fon 0 71 61 / 81 60 62
Mo.-Fr. 19.00 - 20.00 Uhr

Fax 0 71 61 / 8 85 75
E-Mail info@modellplan.de