

4-2012

Deutschland € 8,00 | Österreich € 8,80 | Schweiz sfr 16,00 | Luxemburg, Belgien € 9,35  
Portugal (con.), Spanien, Italien € 10,40 | Finnland € 10,70 | Norwegen NOK 100,00 | Niederlande € 10,00  
ZKZ 19973 | ISSN 2190-9083 | Best.-Nr. 651204

4 191997 308005 04



Digitale  
Modellbahn

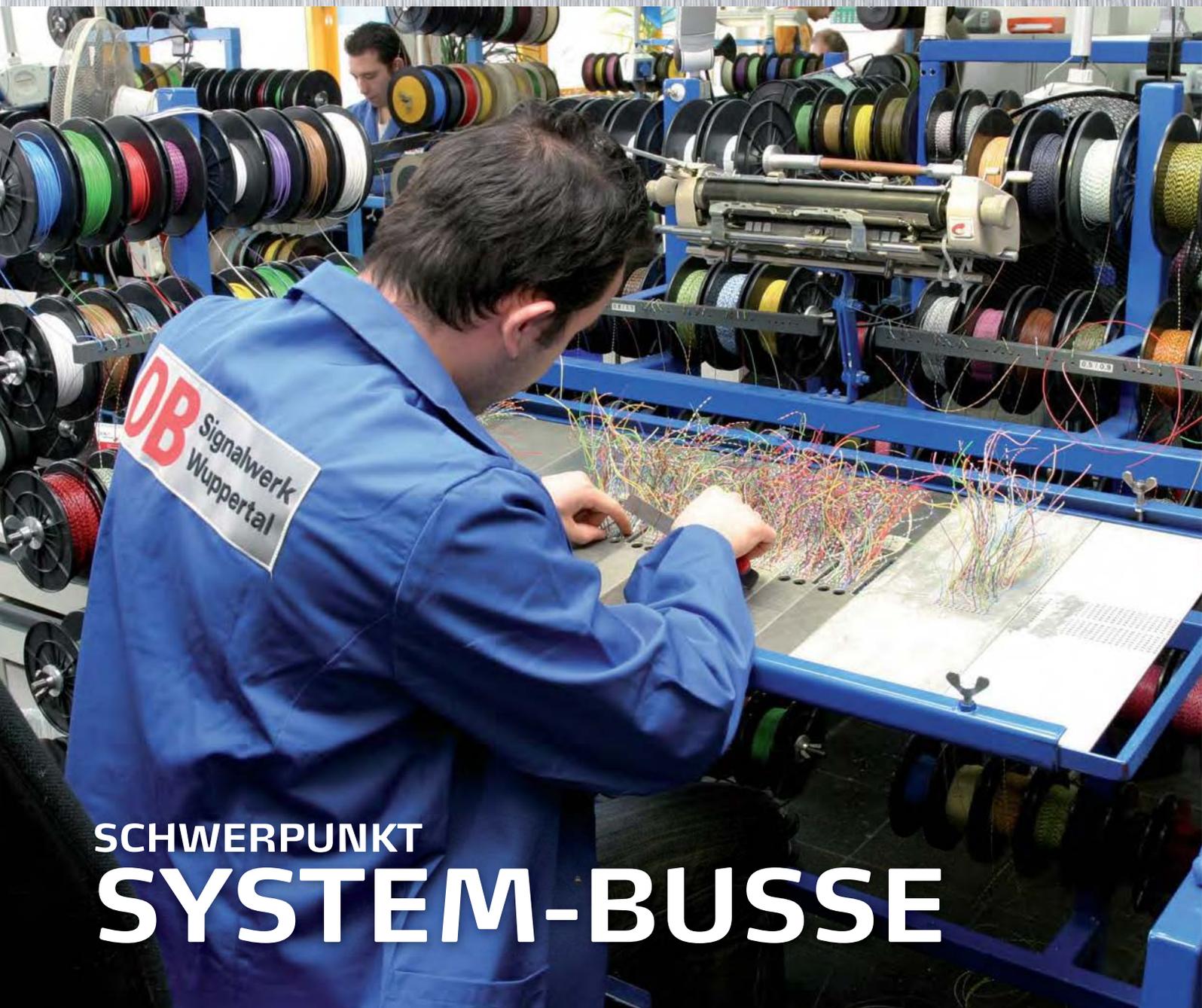
# Digitale Modellbahn

ELEKTRIK, ELEKTRONIK, DIGITALES UND COMPUTER

**MIBA**  
DIE EISENBAHN IM MODELL

**Eisenbahn  
JOURNAL**

**Modell  
Eisen  
Bahner**



## SCHWERPUNKT SYSTEM-BUSSE

### ANLAGENPORTRAIT

- Hochspessart in HO analogen und digitalen Betrieb machen

### NEUHEITEN

- Roco-Zentrale Z21
- X2X-Box von MTTM

### PRAXIS

- Märklins VT 75 mit T4T-Kupplung
- Automatisieren mit LISSY und MARCO



## DATENLOGISTIK

Die Beschäftigung mit der Modelleisenbahn zielt auf die Darstellung der Eisenbahn und ihres Betriebs im Modell ab. Die Auseinandersetzung mit der erforderlichen Elektrik oder gar Digitaltechnik ist häufig nur ein notwendiges Übel, ein Mittel zum Zweck. Schon die Wahl der Digitalsteuerung kann zur Qual werden. Hier geht es ja nicht nur um die Zentrale, sondern auch um die Möglichkeit, Steuergeräte sowie Zubehördecoder und Melder miteinander zu verknüpfen.

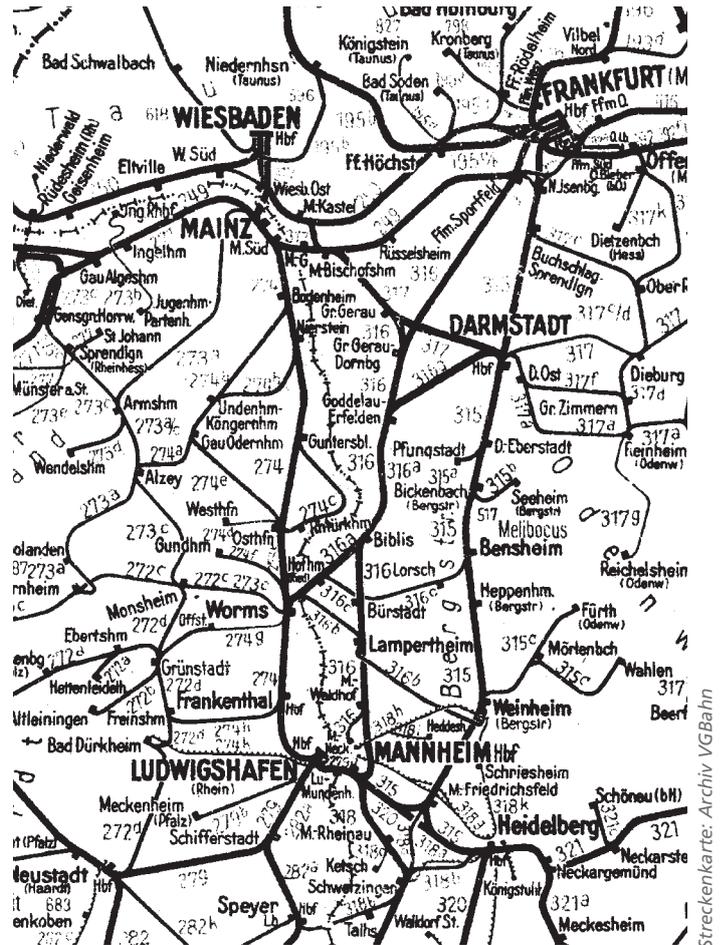
Wer sich nur auf den manuellen (digitalen) Fahrbetrieb konzentriert, muss sich über den Anschluss von Meldern und das Anbinden von Gleisbildstellpulten kaum Gedanken machen. Die Wahl der Zentrale hängt hier nur vom gewünschten Steuergerät ab, die alles verbindenden Bussysteme sind dabei meist zweitrangig. Diese Haltung ist legitim. Wer jedoch eine komplexe Steuerung mit vielen verkehrenden Zügen realisieren möchte, sollte etwas genauer hinschauen.

Anspruchsvolle Betriebsabläufe, gesteuert durch Gleichgesinnte oder mithilfe eines Computers, erfordern eine sichere Abfrage von vielen Meldern, das Senden von Befehlen zum Schalten von Weichen und Signalen, das Ausleuchten von Fahrstraßen und besetzten Gleisabschnitten, egal, ob auf dem Stellisch oder am Bildschirm. Zudem wollen auch die Züge mit Fahrbefehlen versorgt werden. Darüber hinaus stehen noch Möglichkeiten wie das Einlesen von Lokadressen über Gleisabschnittsmelder zur Verfügung, sei es mit mfx oder RailCom. Auch diese Informationen möchte man z.B. am Bildschirm oder auch am Stellisch verfügbar haben. Hier ist eine gewisse Datenlogistik erforderlich, um alle Informationen auszutauschen.

Ein leistungsfähiges Bussystem, über das die Informationen laufen, ist eine gute Basis. Betrachtet man jedoch die Digitalsysteme etwas genauer, stellt man fest, dass man teilweise drei oder gar vier Busse – inklusive Gleisbus – benötigt, um die Grundfunktionen Fahren, Schalten und Melden sowie den Anschluss von Steuergeräten abzudecken. Hier vermitteln die notwendigen Busstrukturen schon fast den Eindruck von Streckennetzkarten.

Nicht viele Digitalsteuerungen nutzen einen Systembus wie CAN, LocoNet oder Selectrix, um die komplette Datenlogistik einer Digitalsteuerung abzudecken. Der Schwerpunkt in dieser Ausgabe der DiMo grenzt die Systembusse von speziellen Bussen, wie z.B. solchen für Rückmeldungen und den Anschluss von Steuergeräten, ab und zeigt die Vorzüge der Systembusse auf – jedoch auch die eine oder andere Einschränkung. Dabei wird auch offenkundig, dass die Einbindung von RailCom in vielen Systemen nur mit der Einführung eines zusätzlichen Busses erfolgen kann.

Rocos neue Zentrale Z21 bietet eine Fülle von Anschlussmöglichkeiten, unter anderem für CAN und LocoNet. Damit die Z21 auch mit bereits vorhandenem Equipment eingesetzt werden kann, sind Busse wie X-Bus, Booster- und Roco-Rückmeldebus und dergleichen vorhanden.



So wie das Streckennetz der Eisenbahn Städte verbindet, um Reisende und Güter zum Bestimmungsort zu bringen, befördern Datenbussysteme Informationen zum Adressaten.

Streckenkarte: Archiv VGBahn

Immer wieder wird die Forderung nach einem offenen und herstellerunabhängigen Systembus laut, über den alle Komponenten einer Steuerung miteinander kommunizieren können. Der Arbeitskreis BiDiB um Wolfgang Kufer konzipierte den BiDi-Bus mit den Merkmalen moderner Informationstechnik. Bereits in DiMo 4/2011 stellten wir das Konzept als offene, herstellerübergreifende Datenautobahn vor. Was sich seit dem letzten Jahr getan hat, schildert Christoph Schörner in der vorliegenden Ausgabe.

Der BiDi-Bus besitzt eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber etablierten, jedoch technisch überholten Systemen. So bietet er die Möglichkeit, RailCom-Meldungen auch in einer üppig ausgestatteten Anlage sicher zur Zentrale zu senden. Somit ist er für neu zu bauende Anlagen eine ideale Basis. Aber auch bestehende Modellbahnen können mit ihm stark aufgewertet werden. Mittlerweile entwickeln sechs Hersteller Produkte für den BiDi-Bus. Es bleibt zu hoffen, dass sich weitere Hersteller anschließen, um die Vorteile von BiDiB system- und herstellerübergreifend nutzen zu können.

Ihr Gerhard Peter





TITELTHEMA



SYSTEM-BUSSE



Foto: DB-Mediathek

Zuerst die Grundfrage: Wofür ist bei der Modellbahn eigentlich ein Bus gut? Die Antwort liegt auf der Hand: Dreht man zum Beispiel am mobilen Fahrregler, muss das Gerät, das die Gleise mit Fahrstrom versorgt, dies auch mitbekommen. Dafür sorgt der Systembus, an den der Handregler und auch die Digitalzentrale angeschlossen sind. Aber es steckt noch viel mehr in der Bus-Idee, das dem Modellbahner nützen kann.

AB SEITE 42



EDITORIAL

DATENLOGISTIK?

3



NEUHEITEN UND TEST

NEUHEITEN

Verschiedene Produkte unter der Lupe

6

HANDEREGLER REANIMATION

Lokmäuse und XpressNet-Handregler in Selectrix-Systemen weiterverwenden

8

AUSTRIAN BLACKBOX

Digitalzentrale Z21 von Roco und Fleischmann: Eine erste Begegnung mit dem neuen Bedienkonzept

12



SCHALTUNGSWETTBEWERB

VORBILDGETREUES LOKLICHT IM ANALOGBETRIEB

14



FORUM

FRAGE UND ANTWORT

19



ANLAGENPORTRAIT

ANALOG WIE DIGITAL

Ein besonderes Betriebskonzept

20



PRAXIS

UMSETZBAR

Train Coupling & Communication System von T4T

28



ANALOG WIE DIGITAL

Als sie ihre Modellbahn planten, definierten Vater und Sohn Lurz verschiedene Anforderungen an die Anlage. Eine davon lautete: Digitaler und analoger Betrieb soll in gleicher Qualität möglich sein. Wie sie dies erreichten, soll hier Thema sein.

AB SEITE 20



Das LocoNet ist ein Mitte der Neunzigerjahre von Digitrax eingeführter Systembus, um den steigenden Anforderungen an eine Digitalsteuerung gerecht zu werden. Uhlenbrock hat für die Verbreitung in Deutschland gesorgt. Wir stellen das LocoNet mit seinen Eigenschaften und Möglichkeiten vor.

AB SEITE 46

Wozu braucht man ein Bus-System?  
**PÄCKCHEN PACKEN**

42

Ein Modellbahnbus auf dem neusten Stand  
**BIDIB – EIN NEUER WEG**

45

Der Systembus aus den USA  
**DAS LOCONET**

46

Grundprinzipien und Weiterentwicklung  
**SELECTRIX-SYSTEM UND BUS**

50

Ethernet-Technik bei der Modellbahn  
**PLÄDOYER FÜRS NETZWERK**

54

Aus der Automobiltechnik

**CAN (NICHT NUR) FÜR KÖNNER**

56

Am Bus messen

**BETRACHTUNGEN - DIGITAL**

60

**CAN BEI ZIMO**

61

Bus-Verkabelung bei der Modellbahn

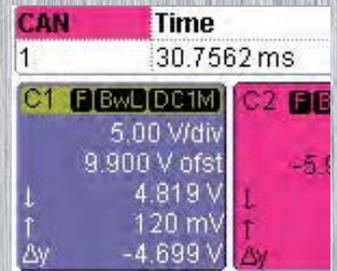
**STRIPPEN ZIEHEN**

62

Buskonverter

**GRENZEN ÜBERWINDEN**

64



Der CAN-Bus ist ein aus der Automobiltechnik bekanntes Vernetzungs- und Datenübertragungsmedium, das für seine Störfestigkeit bekannt ist. Auch bei der Modellbahn kann das Bussystem seine Stärken ausspielen.

AB SEITE 56

	<b>PRAXIS</b>	<b>GEDIEGEN SPEISEN</b>	<b>32</b>
		Roco-WR mit Innenbeleuchtung und Tischlampen	

	<b>PRAXIS</b>	<b>LISSY UND MARCo</b>	<b>34</b>
		Dezentralisiert Überwachen, Schalten und Steuern	

	<b>ELEKTRONIK</b>	<b>MICROCONTROLLER</b>	<b>66</b>
		Entwicklung und Aufbau elektronischer Schaltungen	

	<b>SOFTWARE</b>	<b>ROCRAIL ALS HELFERLEIN</b>	<b>74</b>
		Manueller Betrieb mit PC-Steuerung Rocrail	

	<b>GLOSSAR</b>	<b>BEGRIFFE KURZ ERKLÄRT</b>	<b>80</b>
--	----------------	------------------------------	-----------

	<b>DIGITALSPEZIALISTEN</b>		<b>81</b>
--	----------------------------	--	-----------

	<b>VORSCHAU/IMPRESSUM</b>		<b>82</b>
--	---------------------------	--	-----------



**LISSY UND MARCo**

Zu wissen, in welchem Gleis welche Lok steht, ist eine sehr komfortable Angelegenheit. Mit LISSY und MARCo bietet Uhlenbrock dem Modellbahner ein gutes Werkzeug (nicht nur) zur Zugidentifizierung.

AB SEITE 34





### BM 6/6 DER SBB IM MASSSTAB 1:87

Mit der Bm 6/6 hat der Belgische Hersteller L.S. Models ein optisch sehr ansprechendes und technisch wegweisendes Modellbahnfahrzeug geschaffen. Die Maschine verfügt über eine Lichtsteuerung die es ermöglicht, die Spitzenbeleuchtung absolut vorbildgerecht zu schalten. Wechselt das Beleuchtungsbild, wird überblendet – exakt so, wie wenn ein Lokführer die Bedienung vornimmt.

L.S. Models • Art.-Nr. 17007 • € 238,- • Art.-Nr. 17007S (Sound-Version) • € 395,- • erhältlich im Fachhandel

### MARCo – EIN RAILCOM-STARTSET

Zum Einstieg in die Welt der Rückmeldung via RailCom bietet Uhlenbrock seit kurzem ein fünfteiliges Startset an. Es beinhaltet zwei RailCom-Sendereinheiten (Art.-Nr. 68320), einen MARCo-Empfänger (Art.-Nr. 68500), ein LocoNet-Kabel mit 2,15 m Länge sowie ein ausführliches Handbuch. Einen umfangreichen Bericht zu diesem Thema finden Sie auf den Seiten 034 – 041.

Uhlenbrock • Art.-Nr. 68100 • € 69,90 • erhältlich im Fachhandel



### BELEUCHTETER ASPHALTFERTIGER

Bauarbeiten auf Autobahnen werden rund um die Uhr getätigt. Um das beliebte Thema auf der Modellbahn effektiv inszenieren zu können, bietet Viessmann verschiedene Maschinen aus dem Straßenbau mit einer LED-Beleuchtung an. Die stellvertretend abgebildete Asphaltiermaschine verfügt über zwei sehr helle, warmweiße LEDs. Das Modell ist für den Betrieb an einem konventionellen Modellbahntransformator ausgelegt.

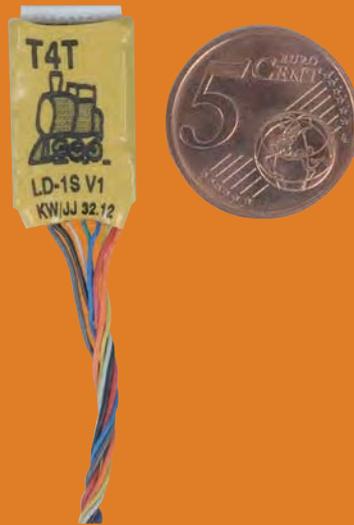
Viessmann • Art.-Nr. 216521 • € 49,95 • erhältlich im Fachhandel



## MINIATUR-LOKDECODER FÜR DAS TCCS-SYSTEM

Für das hauseigene „Train Coupling & Communication System“ bietet T4T einen neuen Decoder an, der deutlich kleiner ist als die bisherigen und somit auch in Fahrzeugen mit geringem Platzangebot verwendet werden kann. Wir stellen den Einbau des Decoders in einen Märklin-Triebwagen auf unseren Seiten 28 – 31 ausführlich vor.

T4T, Graue-Burg-Straße 24-26,  
D-53332 Bornheim,  
[www.tec4trains.de](http://www.tec4trains.de), Art.-Bez. LD-1S  
erhältlich im Fachhandel und direkt



## POWERCAP-ENERGIESPEICHER FÜR DIE GARTENBAHN

Speziell für den Einsatz in kleineren Gartenbahnlokomotiven – wie beispielsweise die Feldbahnloks von LGB – hat Massoth einen Powercap-Energiespeicher mit geringen Einbaumaßen entwickelt. Je nach Verbrauch kann ein Fahrzeug bis zu 30 Sekunden durch den Energiespeicher versorgt werden. Der maximal mögliche Pufferstrom liegt bei 1 A, der Ladestrom bei 500 mA.

Massoth • Art.-Nr. 8151601 • € 49,95 • erhältlich im Fachhandel

## RAILCOM FÄHIGER LOKDECODER

Mit einem neuen, railcomfähigen Decoder löst Uhlenbrock den 76420 ab. Der neue Decoder ist – wie sein Vorgänger – auf Gleichstrom- und Glockenankermotoren ausgelegt und verfügt über Schnittstellen für die Systeme SUSI und LISSY. Im Gegensatz zu dem bisherigen Modell übersteigt die Dauerbelastbarkeit des Decoders 1 A und kann nun maximal 1,4 A erreichen.

Uhlenbrock • Art.-Nr. 76425 • € 29,90 • erhältlich im Fachhandel



Lokmäuse und XpressNet-Handregler in Selectrix-Systemen weiterverwenden

# HANDREGLER-REANIMATION



Die Möglichkeit, vorhandene Geräte z.B. nach einem Systemumstieg weiterzuverwenden, kann durchaus kaufentscheidend sein. Auch der Einsatz von Steuergeräten anderer Bus-Systeme ist ein interessanter Aspekt. Dr. Bernd Schneider stellt die X2X-Box von MTTM vor, mit deren Hilfe XpressNet-Geräte in RMX- oder in Selectrix-Systemen eingesetzt werden können.

**G**ründe für einen Wechsel des Digitalsystems kann es viele geben: Der Ausbau des Systems ausgehend von einem Startpaket gehört ebenso dazu, wie der Wechsel des Digitalsystems aufgrund veränderter persönlicher Anforderungen oder Erwartungen an ein Steuerungssystem.

## HANDREGLER

Handregler sind neben der Zentraleinheit wichtige Komponenten der Digitalsysteme, stellen sie doch – neben einem PC – die wesentliche Benutzerschnittstelle zum Digitalsystem dar: Fahren und Schalten, Konfigurieren der Komponenten und Programmieren der Fahrzeugdecoder gehören zu den üblichen Aufgaben der Handregler.

Die Verbindung zwischen Handregler und Zentrale erfolgt über einen Bus, der kabelgebunden oder kabellos sein kann. Bei der kabellosen Anbindung unterscheidet man zwischen Funk- und Lichtwellen zur Übertragung. In Startpaketen findet man vorzugsweise kabelgebundene Handregler oder „Mini-Zentralen“ mit eingeschränktem Funktionsumfang.

## BUS-SYSTEME

Zur Anbindung der Handregler – zum Teil auch zur Verbindung anderer Komponenten miteinander – haben sich eine Reihe von Bus-Systemen etabliert: Hierzu zählen XpressNet, Loconet, CAN-Bus und der Selectrix-Bus.

Auch wenn diese Busse zum Teil identische Stecker und Buchsen aufweisen, unterscheiden sie sich doch auf der elektrischen Ebene. Traditionell weit verbreitet ist das XpressNet, wie es u.a. in den Digitalsystemen von Lenz und Roco Verwendung findet.

*Alle XpressNet-Steuergeräte lassen sich an die X2X-Box anschließen, hier exemplarisch eine multiMAUS und LokMaus 2 von Roco sowie ein LH90 von Lenz. Sofern die Geräte auch über einen Schaltmodus verfügen, verteilt die X2X-Box die Fahr- und Schaltbefehle selbsttätig auf den SX0- und SX1-Bus.*

## BUS WECHSLE DICH

Um einen Handregler – oder andere Komponenten – an Fremdsystemen betreiben zu können, wird ein Adapter benötigt. Dieser Adapter dient als Dolmetscher zwischen den unterschiedlichen Bus-Systemen und muss sowohl die physikalischen wie auch die elektrischen Eigenschaften anpassen.

Daher reicht in manchen Fällen ein simples Adapterkabel zur Anpassung unterschiedlicher Steckertypen, während in anderen Fällen ein erheblich



höherer Aufwand zu treiben ist, um die logischen und elektrischen Eigenschaften anzupassen. Dieser Aufwand steigt noch einmal, wenn der Adapter in beiden Richtungen – also bidirektional – funktionieren soll.

## X2X-BOX VON MTTM

Seit einiger Zeit findet sich im Sortiment des Selectrix-Systemanbieters MTTM ein Adapter zum Anschluss von XpressNet-Eingabegeräten an Selectrix-Systeme.

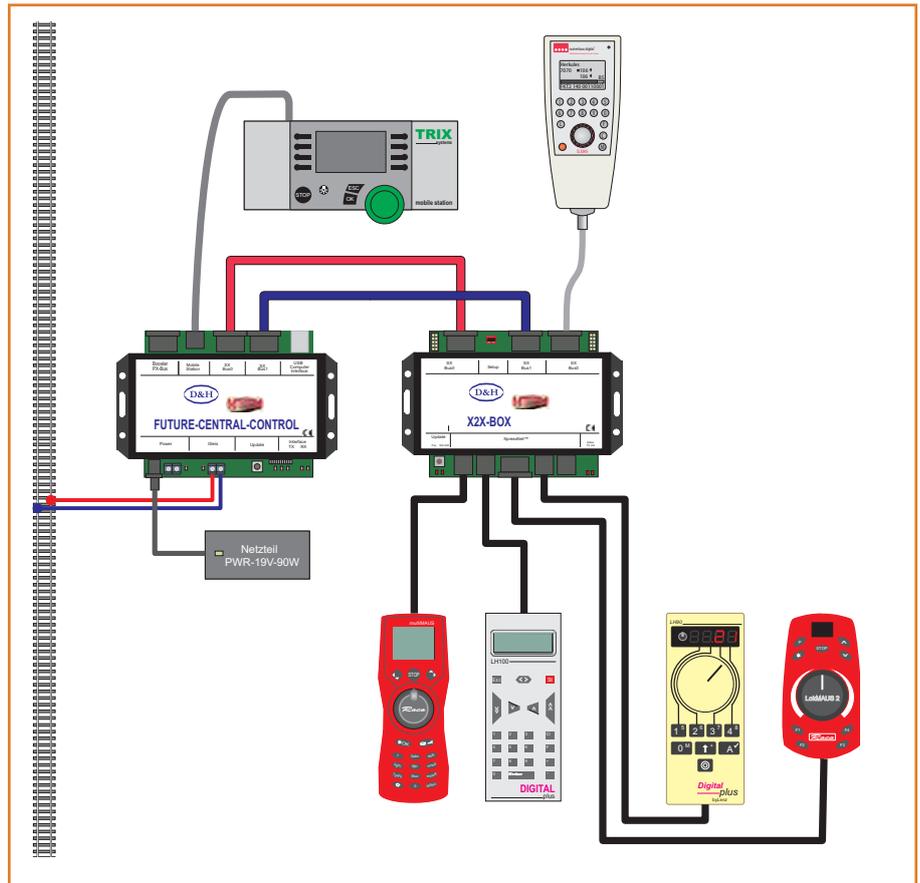
Entsprechend dieser Aufgabe gibt es an der X2X-Box Anschlussmöglichkeiten in Form der beim XpressNet üblichen RJ12- bzw. RJ25-Buchsen und der 5-poligen DIN-Buchsen sowie ebensolchen Buchsen für die SX0- und SX1-Busse des Selectrix-Systems. Alle (drei) Busse können über entsprechende Verteiler erweitert werden.

## ANSCHLUSS AN SELECTRIX

Selectrix-Systeme werden häufig als 2-Bus-Systeme genutzt, wobei ein Bus zum Steuern der Loks dient, und der andere dem Schalten und Melden. Die Busse werden als SX0- (Fahrbetrieb) und SX1-Bus (Schalten und Melden) bezeichnet. Handregler, die sowohl Fahrzeuge steuern als auch Weichen und Signale stellen sollen, müssen folglich mit beiden Bussen verbunden sein.

Über einen DIP-Schalter kann an der X2X-Box eingestellt werden, ob auf der Selectrix-Seite alle Befehle gemeinsam auf einen Bus oder auf zwei Busse ausgegeben werden. Im zweiten Fall leitet die X2X-Box die Stellbefehle, die von den XpressNet-Geräten kommen, an den SX1-Bus, Fahrbefehle an den SX0-Bus weiter.

Wegen der vollkommen unterschiedlichen Datenstruktur von XpressNet- und Selectrix-Bus müssen die vom XpressNet empfangenen Befehle in der X2X-Box zwischengespeichert werden, um sie in den Datenzyklus des Selectrix-Datenformats einzuspeisen. Aufgrund des speziellen SX-Formats kann sichergestellt werden, dass prinzipiell 13 mal pro Sekunde die Übergabe der XpressNet-Befehle an die Selectrix-Busse erfolgt. In der Praxis kann es auf-



Die X2X-Box wird im Normalfall an zwei Selectrix-Busse angeschlossen – hier exemplarisch durch Anschluss an die Future Central Control (FCC). Bei ihr dient – wie bei allen Selectrix-Systemen – der SX0-Bus dem Fahrbetrieb und der SX1-Bus dem Schalten und Melden. Schaltbefehle, die per XpressNet an die X2X-Box übermittelt werden, werden von ihr automatisch an den SX1-Bus weitergegeben. Dies gilt sowohl für die hier gezeigten Bediengeräte, die auch den Fahrbetrieb unterstützen, als auch für ein Stellpult wie das nicht gezeigte RouteControl von Roco. Die X2X-Box bietet vier XpressNet-Geräten mit RJ11-Steckern und einem Gerät mit DIN-Stecker Anschluss. Bei Bedarf kann das XpressNet über entsprechende Verteiler weiter verzweigt werden.

### Lokdatenbank

Neue Lok

Lok bearbeiten

Lok löschen

Abbrechen

Lok speichern

Datenbank...

#### Lokdecoderdaten

Typ: DCC K 126FS

Adresse: 21

Name: 218 DB Regio

Lok-Nr.: 21

in Zentrale

#### Erweiterter Translater

SX-Adresse: 21

F2 - F9

F10 - F16

RMX1  VSX2  VSX3  VSX4

VSX5  VSX6  VSX7  VSX8

#### Massensimulation

Beschleunigung: 0

Verzögerung: 0

#### Reglerzuordnung

R1  R2  R3  R4  R5  R6

R7  R8  R9  R10  R11  R12

Die Translater-Funktion für einzelne Adressen kann im Bereich „Lokdatenbank“ der RMX-PC-Zentrale aktiviert werden. Die Translater-Adresse darf sich von der Lokadresse unterscheiden, aus Gründen der Übersichtlichkeit sollte dies jedoch möglichst vermieden werden. Die Abbildung zeigt, wie die Selectrix-Adresse (SX-Adresse) 21 des RMX1-Busses mit der (Lok-)Adresse 21 des RMX0-Busses verknüpft wird. Die Adresse 21 darf nun natürlich nicht mehr für Schalt- und Meldezwecke verwendet werden, da jeder Befehl auf dieser Adresse über den Translater auch Auswirkungen auf die Lokadresse und damit das Verhalten des Triebfahrzeug hat.

DIGITALE MODELLBAHN 04|2012 9



grund der Verarbeitungsschritte in der X2X-Box zu geringen, im Betrieb kaum merklichen Verzögerungen kommen.

Einschränkungen der Bediengeräte beim Fahren und Schalten bestehen soweit nicht – es sei denn, sie resultieren aus dem Bediengerät selbst, beispielsweise eine Begrenzung auf zweistellige Adressen o.ä. Der Zugriff auf Sonderfunktionen der Selectrix-Systeme, insbesondere Programmierfunktionen, und Ansteuerung von Drehscheiben sind über den Selectrix-Bus per XpressNet-Handregler nicht möglich.

### ANSCHLUSS AN RMX

Das RMX-System von rautenhaus digital basiert bekanntermaßen auf dem Selectrix-Protokoll. Der RMX1-Bus entspricht dem ursprünglichen Selectrix-Bus und dient – wie bei allen Zwei-Bus-Systemen – dem Schalten und Melden. Der ausschließlich dem Fahrbetrieb dienende RMX0-Bus benutzt

zwar das von den Selectrix-Bussen bekannte Timing, verwendet aber aufgrund der Multiprotokollfähigkeit ein abweichendes Datenformat.

Auch der Zugriff auf die in der rautenhaus digital-Zentraleinheit hinterlegte Lokdatenbank ist Bestandteil des RMX-Protokolls und unterscheidet sich so vom Selectrix-Protokoll. Daher ist ein Betrieb von Selectrix-Handreglern am RMX0-Bus nicht möglich. Dementsprechend ist der Anschluss des SX0-Busses der X2X-Box an den RMX0-Bus nicht direkt möglich.

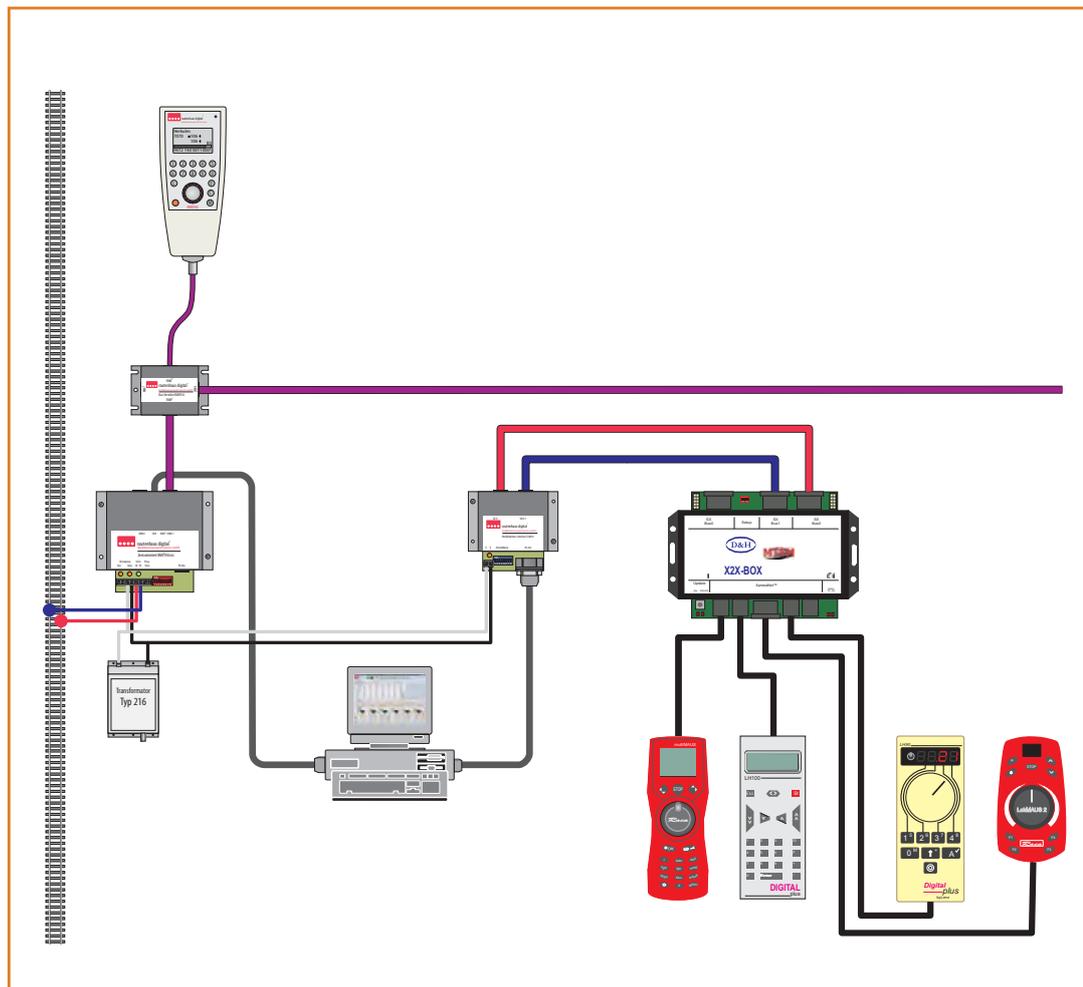
Sollen nur wenige Lokadressen über die XpressNet-Geräte angesteuert werden, so kann der SX0-Bus der X2X-Box an den RMX1-Bus des RMX-Systems angeschlossen werden. Innerhalb der RMX-Zentrale müssen nun die Lokadressen mithilfe des integrierten Translators auf den RMX0-Bus umgeleitet werden. Wird in der Lokdatenbank für die per XpressNet-Geräte zu steuernden Fahrzeuge die Translatorfunktion zwischen RMX0- und RMX1-

Bus aktiviert, so werden für diese Systemadressen die Befehle zwischen den beiden Bussen ausgetauscht. Die für Lokomotiven verwendeten Systemadressen stehen dann natürlich nicht mehr für Schaltbefehle im RMX-System zur Verfügung.

Werden auf dem XpressNet auch Schaltbefehle ausgegeben, die an das RMX-System weiterzugeben sind, so ist an der X2X-Box per DIP-Schalter einzustellen, dass die Schaltbefehle statt auf dem SX1- zusammen mit den Fahrbefehlen auf dem SX0-Bus ausgegeben werden. Während die Schaltbefehle damit auf dem richtigen Bus des RMX-Systems gelandet sind, müssen die Fahrbefehle noch zum RMX0-Bus geleitet werden.

### IM GROSSEN STIL

Soll per X2X-Box bzw. von den XpressNet-Steuergeräten ein Zugriff auf alle RMX-Systemadressen möglich sein, so



Soll die X2X-Box am RMX-System von rautenhaus digital betrieben werden, so empfiehlt sich der Aufbau separater Steuerbusse, die über ein Interface als sogenannte Bus-Zentrale zusätzlich an den PC angeschlossen werden. Die logische Verknüpfung zwischen den Bussen der X2X-Box und den RMX-Bussen erfolgt in der Software „RMX-PC-Zentrale“. Der RMX<sup>0</sup>-Bus ist hier violett dargestellt und integriert den RMX0- und den RMX1-Bus in einem Kabel. Der SX1-Bus (blau) zwischen X2X-Box und Interface ist nur dann erforderlich, wenn über die XpressNet-Geräte auch Schaltbefehle ausgelöst werden sollen. Anstelle der hier als Zentrale verwendete RMX<sup>0</sup> 950USB kann natürlich auch die Zentrale RMX950 zusammen mit dem Interface RMX952 und getrennt geführten RMX0- und RMX1-Bussen verwendet werden. Bietet der PC keine serielle Schnittstelle, so kann der Anschluss über USB-Seriell-Adapter an den PC erfolgen.

ist ein anderer Weg einzuschlagen: Der SX0-Bus der X2X-Box wird über ein separates Interface, das als Bus-Zentrale arbeitet, an den PC angeschlossen.

In der Software RMX-PC-Zentrale können nun der zusätzliche SX0-Bus und der RMX0-Bus miteinander verknüpft werden. Dazu sind wiederum in der Lokdatenbank die entsprechenden Einstellungen vorzunehmen, in diesem Fall erhält der VSX2-Bus das entsprechende Häkchen um die Translator-Funktion der RMX-PC-Zentrale zu aktivieren.

Über die Translatorfunktion kann nun wie bereits beschrieben ein Austausch der Bus-Informationen für alle Lokadressen aktiviert werden.

Da der RMX1-Bus in diesem Fall nicht benutzt wird, stehen seine Adressen komplett zum Schalten und Melden zur Verfügung.

## FAZIT

Die X2X-Box von MTTM stellt sich im täglichen Betrieb als ausgereifte und zuverlässige Komponente dar. Mit einem Preis von € 99,- ist sie zwar nicht ganz billig, in Kombination mit vorhandenen oder evtl. gebraucht erstandenen Lok-Mäusen 2 oder MultiMäusen amortisiert sich die Anschaffung im Vergleich zu Selectrix- oder RMX-Handreglern schnell.

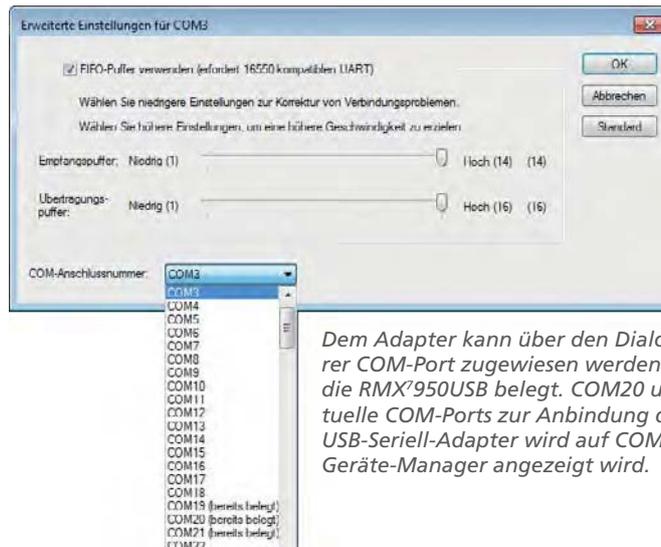
Aufgrund des per XpressNet-Geräten nicht vorhandenen Zugriffs auf Systemfunktionen ist ein vollständiger Verzicht auf Selectrix-Steuergeräte nur dann zu empfehlen, wenn deren Aufgaben durch einen angeschlossenen Computer übernommen werden können.

*Dr. Bernd Schneider*

Die RMX-PC-Zentrale zeigt mit den zwei kleinen grünen Markierungen im linken Balken an, dass sowohl das RMX- als auch ein Selectrix-(SX-)System verbunden und aktiv sind. Im Dialog „Lokdatenbank“ wird die Lok mit der Adresse 16 bearbeitet. Per Translator kann sie unter der Adresse 22 – natürlich kann auch jede andere Adresse verwendet werden – von den XpressNet-Geräten angesprochen werden. In der gezeigten Konfiguration können DCC-, Selectrix- und Selectrix2-Lokdecoder über einen Selectrix-Bus und die X2X-Box angesprochen werden.



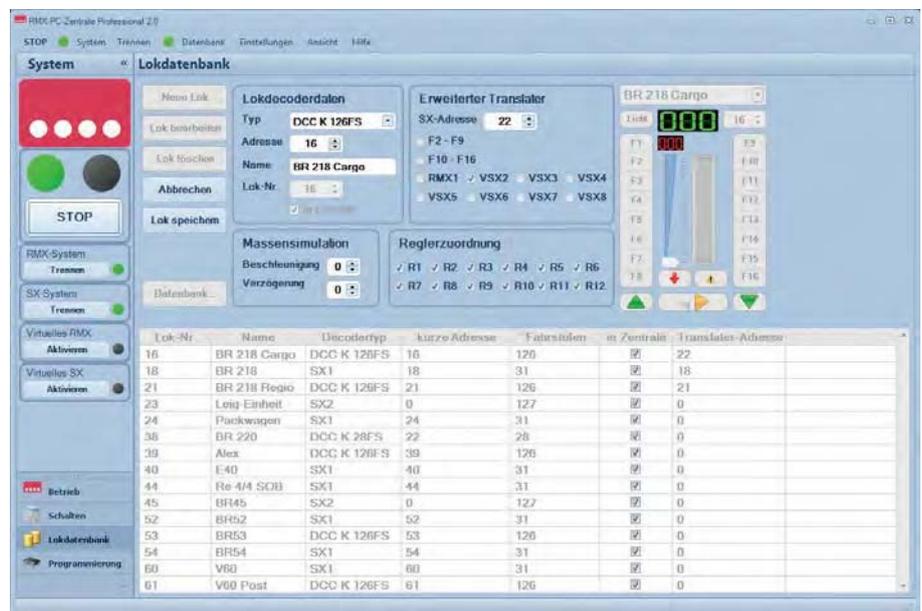
Beim erstmaligen Verbinden eines USB-Seriell-Adapters verbindet dieser sich mit dem ersten freien COM-Port, in diesem Fall COM3. Über das Kontextmenü „Eigenschaften im Geräte-Manager“ kann die am Interface eingestellte Übertragungsgeschwindigkeit (hier 57600 Baud) eingestellt werden.



Dem Adapter kann über den Dialog „Erweitert“ ein anderer COM-Port zugewiesen werden. Hier ist COM19 durch die RMX'950USB belegt. COM20 und COM21 dienen als virtuelle COM-Ports zur Anbindung des TrainControllers. Der USB-Seriell-Adapter wird auf COM22 gelegt, was danach im Geräte-Manager angezeigt wird.



In der RMX-PC-Zentrale sind die korrespondierenden Einstellungen (COM22, 57600 Baud, SLX852) vorzunehmen. Ebenso ist einzustellen, auf welche „virtuellen SX-Busse“ die Interface-Busse abzubilden sind. In diesem Fall wird nur der SX0-Bus verwendet und kann innerhalb der RMX-PC-Zentrale als VSX2 angesprochen werden. Sollen auch Schaltbefehle übermittelt werden, so ist das Interface als 2-Bus-Buszentrale zu konfigurieren und auch bei SX1 ein entsprechender Haken zu setzen.







## Z21 – Zentrale mit neuem Bedienkonzept von der Modelleisenbahn GmbH



Fotos: Rainer Albrecht

# AUSTRIAN BLACKBOX

Kurz vor Redaktionsschluss erreichte uns ein erstes Muster der Digitalzentrale Z21. Seit Wochen trommeln Roco und Fleischmann für das Gerät mit dem neuen Bedienkonzept. Bemerkenswert ist aber auch die technische Anschlussfreude der schwarzen Kiste. Ein erste Überblick.

**W**er eine Z21 kauft, erhält zusätzlich zur oben abgebildeten eigentlichen Zentrale automatisch auch einen vorkonfigurierten WLAN-Router mitgeliefert. Beiden Geräten liegt jeweils ein Netzgerät bei. Als letzter Bestandteil der Packung ist das graue Netzwerkkabel zu nennen, mit dem die Z21-Zentrale und der WLAN-Router verbunden werden. Das wesentliche Bedienteil, ein Smartphone oder -pad, muss der Anwender selbst beisteuern.

Der Download und die Installation der zugehörigen App (z21 mobile bzw. z21 mobile HD) von der jeweiligen Einkaufsplattform dürfte für einen regelmäßigen Smartphone-Nutzer Routine sein. Die Version für iPhone und iPad liegt fertig vor, für Android soll im September ein passendes Download-Angebot freigeschaltet werden.

Ist die Software installiert und sind die Geräte ans Netz angeschlossen, miteinander verbunden und eingeschaltet, muss das Bediengerät im WLAN des mitgelieferten Routers angemeldet werden. In einem Beiblatt zur Gebrauchsanweisung ist genau und nachvollziehbar beschrieben, wie man als Nicht-EDV-Spezialist vorgeht.

Ist alles angeschlossen, kann der Spaß losgehen. Die Z21 liefert ihre Digitalbefehle im DCC- oder Motorola-Format aus, kann also recht universell eingesetzt werden.

Die Auswahl der zu fahrenden Loks aus der Lok-Bibliothek geht am Smartphone-Bildschirm schnell und reibungslos vonstatten. Auch die Verwaltung von Loklisten gelingt einfach. Aktuell nicht verwendete Loks kann man als „inaktiv“ kennzeichnen. Sie werden dann aus der Loksammlung ausgeblendet und erst bei Bedarf wieder hervorgeholt.

Die Decoder-Einstellung und die gezielte Änderung von CV-Werten funktioniert über die grafische Benutzeroberfläche der App sehr einfach. Gezielt kann man die Hauptgleisprogrammierung aufrufen. Wer dies nicht möchte, schließt ein Programmiergleis an der Z21 an.

Wichtig für den Start mit der Z21: Sollen eigene Loks programmiert und in der Lok-Bibliothek gespeichert werden, sollte zunächst eine „eigene Anlage“ über die entsprechende Funktion der App angelegt werden. Unter „Anlage“ versteht man bei den Z21-Machern

sowohl die Liste der gespeicherten Loks mit den Decodereigenschaften als auch die Stellwerkskonfiguration.

Leider schweigt sich die Bedienungsanleitung über die vollständigen Einstellmöglichkeiten und Funktionen der App aus, entsprechende online-Hilfen sind – außer Videos auf [www.z21.eu](http://www.z21.eu) – aktuell auch noch nicht zu finden.

Technologisch ist die Z21 für einen breiten Einsatz vorbereitet: Vorhandene Geräte wie multiMAUS, Lokmaus 2 und Lokmaus R3 sind im Roco-eigenen Digitalsystem über den X-Bus anschließbar. Das Xpress-Net eignet sich auch für Lenz oder ESU-Komponenten. Eine gleichzeitige Steuerung zum Beispiel mit einer oder mehreren Lokmäusen und bis zu zehn Smartphones ist möglich.

Über den CAN-Bus wird man Komponenten von Zimo, Märklin oder ESU anschließen können, eine Entscheidung, welches der drei unterschiedlichen Datenformate hier verwendet wird, ist aber noch nicht gefallen. Der L-Bus (Loconet) eignet sich für Produkte von Uhlenbrock, Fleischmann oder Piko, der R-Bus ist für den Anschluss Roco-eigener Rückmeldemodule (10787)

Für den, der regelmäßig mit einem Smartphone umgeht, ist das „Wischen“ eine alltägliche Handbewegung. Ist man diese Art der Gerätebedienung gewöhnt, findet man sich auch schnell mit den zwei Apps zur Z21 zurecht. Hier der Fahrregler mit Funktionstasten und Fahrzeugauswahl.



Ab Werk ist eine Lok-Bibliothek mit Roco- und Fleischmann-Modellen installiert, die man um eigene Fahrzeuge inkl. Bild erweitern kann. Die zugrunde liegende App ist zuständig für alle Dinge, die mit Einstellungen zu tun haben und wird im Querformat bedient.



Screenshots: Andreas Bauer-Portner



Die Einstellung von Decoder-CVs erfolgt übersichtlich und schnörkellos. Gerade in diesen Punkten kann die Z21-App den Komfort eines Computerprogramms erreichen – letztlich ist sie ja auch nichts anderes.

gedacht. An den B-Bus können Booster wie Roco 10762/10865 angeschlossen werden. Über den Sniffer-Anschluss kann zusätzlich der Datenstrom anderer Digitalzentralen aufgenommen, in das eigene System integriert und verarbeitet und letztlich an die Anlage weitergegeben werden. Nicht vorgesehen ist, Selectrix-Komponenten oder s88-Melder anzuschließen.

## FAST GANZ REIF

Antworten zu vielen technischen Fragen sind auf der FAQ-Seite von [www.z21.eu](http://www.z21.eu) zu bekommen. Ist man hier ein aufmerksamer Leser, stellt sich der Ein-

druck ein, dass sich Manches noch in der Entwicklung befindet – siehe auch die App für Android. Von Herstellerseite heißt es hier, der Markt verlange nach schneller Auslieferung der Komponenten. Man wolle aber sehr offen mit technischen Problemen und ihrer Lösung umgehen und setze nicht zuletzt auch auf Praxiserfahrungen und Rückmeldungen der Anwender.

Diese inzwischen bei der Auslieferung von moderner Technologie branchenübergreifend übliche Praxis lässt einige Neuerungen und Wandlungen in der Z21-Welt erwarten. Fleißiges updaten ist Pflicht, denn ein Modellbahner kann derzeit schon einmal anfangen, mit der Z21 zu spielen, aber das voll-

ständige Programm kommt erst noch.

Ausblick: Richtig neuartig wird die Anlagensteuerung mit der Z21, wenn die von Beginn an angekündigten fotorealistischen Führerstände verfügbar sein werden. Ab September sollen die ersten downloadbar sein, bis Jahresende will man insgesamt zehn Führerstände verfügbar machen.

Denkbar ist, dass sich Nutzer irgendwann mit einer speziellen Software eigene Führerstände zusammenstellen können. Hier kann sich dann über kurz oder lang ein eigener kleiner Markt aufbauen.

Mehr zur Z21 in der nächsten Digitalen Modellbahn.

Andreas Bauer-Portner / tp



Weiter Informationen, Anleitungsvideos und FAQ: [www.z21.eu](http://www.z21.eu)



Ausführlicher Bericht des Autors über seine Erfahrungen mit der Z21.

Die rückseitigen Anschlüsse der Z21 zeigen, wie offen das Gerät für verschiedenste Modellbahn-Gegebenheiten ist.







# VORBILDGETREUES LOKLICHT IM ANALOGBETRIEB

Foto: Thomas Mock

Die Beleuchtung von Modellbahnlokomotiven und Steuerwagen hat von Haus aus ein Manko. Die Lokomotiven weisen einen automatischen Lichtwechsel weiß–rot bei Fahrtrichtungsänderung auf. Dem Vorbild entspricht dies nur entfernt. Im Analogbetrieb ein korrektes Verhalten zu erreichen, erfordert einigen Umbauaufwand.

**W**elcher Lokführer fährt beim Vorbild mit drei eingeschalteten Stirnlampen im Schubbetrieb? Welcher hat die roten Schlussignallampen im Ziehbetrieb eingeschaltet? Kaum einer, weil es nicht zugelassen ist. Im Modell ist es hingegen übliche Praxis, so beleuchtet über die Anlage zu fahren.

Bei Steuerwagen und Schlusswagen tritt die Problematik ebenso auf, wenn im Ziehbetrieb ein weiterer Wagen angehängt wird. Die roten Schlussleuchten des bisherigen Schlusswagens strahlen das neu hinzugekommene Fahrzeug an. Im Fall, dass eine Lok einen Steuerwagen schleppt, beleuchten seine drei Frontsignallichter die Lok von hinten, diese wiederum mit ihren Schlussleuchten den Steuerwagenkopf.

Meine Vorgabe bei der Entwicklung einer Schaltung, die dieses Verhalten

der Modelle korrigiert, war, eine kostengünstige Version zu finden, die preiswert umzusetzen ist. Technikbegeisterte Jugendliche und Bastler sollten mit ihr ohne allzu großen finanziellen Aufwand zu einem befriedigenden Ergebnis kommen können. Mit etwa 20 € für ein AND- und ein NOR-IC, einen Spannungsregler sowie einige weitere Bauteile ist dies möglich.

Die Schaltung beruht darauf, dass eine Lok, deren Licht-Verhalten korrigiert werden soll, Infrarot-Licht (IR) gebündelt nach vorne und hinten ausstrahlt. Befindet sich dort nun ein angekuppelter Wagen, wird das IR-Licht reflektiert. Ein passender IR-Empfangstransistor in der Lok nimmt dieses Licht auf und gibt ein entsprechendes Signal an die Schaltung. Dieses wird dort in einem Gatter ausgewertet, das

## LESER-PROJEKT 2

In der Rubrik „Schaltungswettbewerb“ stellen wir die von Ihnen eingesandten Projekte in den nächsten Monaten Stück für Stück vor. Sind alle Einsendungen veröffentlicht, sind Sie, liebe Leser, aufgerufen, über die Nützlichkeit der verschiedenen Projekte abzustimmen.

Ergebnis bringt – je nach Information – die für ein vorbildgerechtes Loksignalbild benötigten LEDs zum Leuchten und schaltet die nicht benötigten ab.

Das IR-Licht wird aus den Frontscheiben abgestrahlt, Lichtleiterfasern nehmen die reflektierten Anteile auf und leiten sie an den IR-Empfängertransistor. Die in den Loks vorhandenen Hartplastik-Lichtleiter werden leicht abgeändert weiterhin benötigt.

## DIE SCHALTUNG

Zunächst einige Überlegungen zur Versorgungsspannung: Da die Eingangsspannung am Spannungsregler IC 1 einen Wert von 18 Volt nicht übersteigen darf, muss ein Vorwiderstand  $R_v$  eine zu hohe Spannung reduzieren. Die Lo-

gik-ICs werden für beide Fahrtrichtungen über einen Brückengleichrichter mit Siebung und den Spannungsregler IC 1 versorgt. Desweiteren werden die Infrarot-Sende-LEDs (LED 1 und LED 2) ständig gespeist.

Für die eigentliche Schaltung unterscheide ich sechs mögliche Fahrtriebszustände, drei je Richtung:

- FBZ A:** Fahrtrichtung links, Leerfahrt
- FBZ B:** Fahrtrichtung links, Ziehfahrt
- FBZ C:** Fahrtrichtung links, Schubfahrt
- FBZ D:** Fahrtrichtung rechts, Leerfahrt
- FBZ E:** Fahrtrichtung rechts, Ziehfahrt
- FBZ F:** Fahrtrichtung rechts, Schubfahrt

Im Einzelnen ergeben sich somit folgende Funktionen:

**FBZ A:** Fahrt nach links, Leerfahrt:

Die vom Gleis abgegriffene Spannung wird über R 21 an die Eingänge eines AND- (G3, G8) und eines NOR-Gatters (G4) geführt. G... steht hier für Gatter. R 11 liegt an Masse, LED 5 links und LED 5 rechts bleiben während der Linksfahrt ständig dunkel, da Eingang B von G4 über R 21 auf log. 1 und Eingang B von G1 auf log. 0 liegt.

Da von T 1 keine Reflexion gemeldet wird, liegt der Eingang A von G2 auf log. 0, der Eingang B sowieso. Demnach zeigt der Ausgang des NOR-Gatters eine log. 1. Diese Information gelangt an die A-Eingänge von G1 und G3. Eingang B von G3 liegt ebenfalls auf log. 1 und so zeigt auch der Ausgang eine log. 1: LED 7 - die Front-LED - leuchtet.

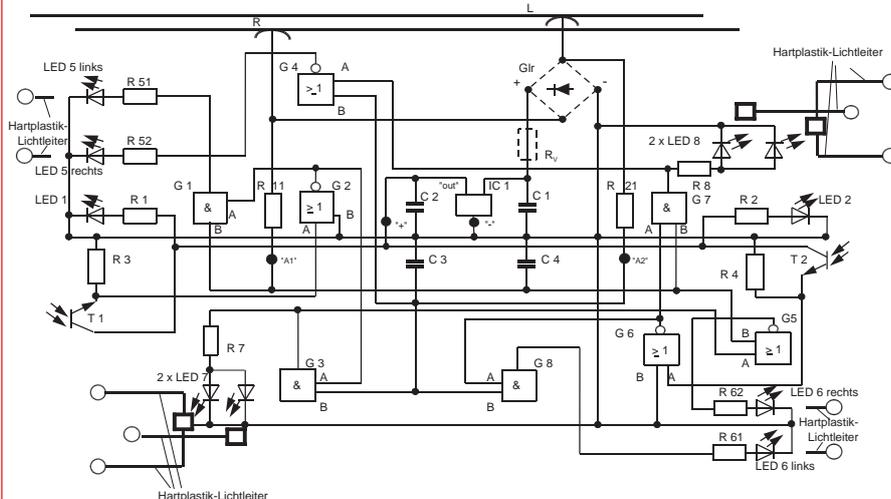
Weil auch das von LED 2 ausgehende Signal an T 2 nicht reflektiert wird (Leerfahrt), liegt Eingang A von G6 (NOR-Gatter) ebenso wie Eingang B (Masse) auf log. 0. Damit zeigt der Ausgang eine log. 1. Diese Information liegt an den A-Eingängen von G7 und G8 an.

Da Eingang B von G8 ebenso auf log. 1 liegt, schaltet das AND-Gatter eine log. 1 an seinen Ausgang. LED 6 links leuchtet. LED 6 rechts kann nicht leuchten, der A-Eingang von G5 hat das Potential log. 1 (von G3). Man kann nach Belieben später auch die Seiten links und rechts vertauschen!

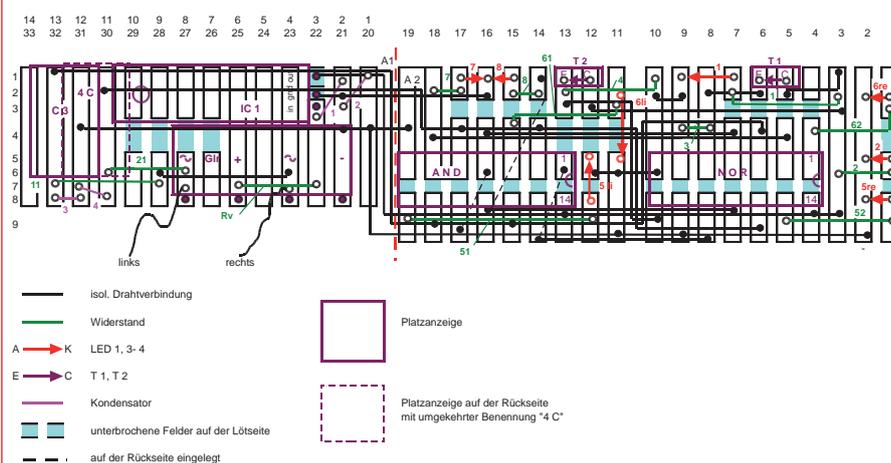
**FBZ B:** Fahrt nach links, Ziehfahrt:

Bei der Ziehfahrt wird von T 1 keine IR-Reflexion detektiert, am Ausgang von G2 liegt also eine log. 1 an. LED 7 (die Front-LED) kann leuchten (siehe Var A).

## SCHALTPLAN UND PLATINE FÜR EINE LOK



Der Komplettschaltplan zeigt, wie die LEDs den Lichtleitern zugeordnet werden. Die Werte und Typenbezeichnungen der Bauteile finden sich in der Stückliste.



Auf einer zweiteiligen Streifenraster-Platine lassen sich alle Bauelemente anordnen.

## STÜCKLISTE FÜR DIE LOK

R 1, 2	30 Ω	Glr	B 40 D 1000
R 3, 4	750 Ω	C1	0,33 µF 63 V
R 7, 8	1,5 kΩ	C2	0,1 µF 63 V
		C3, 4	4,7 µF 63 V
Wenn die Versorgungsspannung < 18 V			
R 11, 21	820 Ω	evtl. 2 x Stecksockel 14 polig	
Rv	Drahtverbindung		
Wenn die Versorgungsspannung > 18 V			
R 11, 21	1,3 kΩ	Sonstiges Material:	
Rv	100 Ω, 2 W	Isolierschlauch, ca. 0,2 m	
IC 1	L7805CP (Spannungsregler)	Schrumpfschlauch Ø 3,2 mm, ca. 0,2 m	
IC	SN74LS09 (AND-Gatter)	Schrumpfschlauch Ø 5,2 mm, ca. 0,3 m	
IC	SN74S02 (NOR-Gatter)	LWL Ø 0,7 mm, ca. 0,5 m	
LED 1, 2	TSOP 1 od. LD 271 (IR-Sender)	LWL Ø 2,1 mm, ca. 0,5 m	
T 1, 2	BPW 96 od. BPW 40 (IR-Empfänger)		
LED 5, 6	rote LED 5 mm		
LED 7, 8	warmweiße LED 5 mm		
	z.B. Conrad Best.-Nr. 185877-62		

Über T 2 wird nun hingegen eine IR-Reflexion erkannt, der Transistor liefert eine log. 1 an G6, dessen Ausgang zeigt nun log. 0 (NOR-Gatter). LED 6 links und LED 6 rechts bleiben dunkel, weil Eingang A von G8 an log. 0 (AND) und Eingang A von G5 auf log. 1 (NOR) liegen. Auch LED 8 liegt am Ausgang auf log. 0 (AND).

**FBZ C:** Fahrt nach links, Schubfahrt:

Schubbetrieb bedeutet, dass T 1 eine IR-Reflexion detektiert, der Ausgang von G2 demnach log. 0 zeigt und LED 7 dunkel bleibt.

Der Ausgang von G6 dagegen liefert nun eine log. 1 (keine Reflexion über T 2 und Masse an B). Damit ist der Eingang A von G8 auf log. 1, Eingang B über R 21 ebenso, LED 6 links leuchtet.

Die am Ausgang von G3 stehende log. 0 und auch die log. 0 über R 11 wertet G 5 (NOR) zu log. 1 aus und lässt die LED 6 rechts ebenfalls leuchten.

**FBZ D-F:** Fahrtrichtung nach rechts, Leer-, Zieh- und Schubfahrt:

Die Auswertungen finden spiegelbildlich zu den oben beschriebenen statt. Bei Fahrt nach rechts erfolgt die Versorgung der Bauteile über R 11, während R 12 an Masse liegt.

Fährt die Lok einmal zwischen zwei Wagen, bleiben alle Lichter aus – wie beim Vorbild! Bei den LEDs 7 und 8 muss unbedingt darauf geachtet werden, dass hier keine superhellen Typen zum Einsatz kommen. Mit diesen bestände aufgrund ihrer Helligkeit eine große Verletzungsgefahr für die Augen.

Für den Einsatz bei der Modellbahn sind LEDs mit der Farbe „warmweiß“ oder „weiß-gelb“ genau richtig. Das abgegebene Licht entspricht dem Original recht gut, zudem sind diese Typen viel preiswerter.

## IM STEUERWAGEN

Hier unterscheide ich vor allem zwei wichtige Fahrbetriebszustände:

**FBZ 1:** Fahrtrichtung rechts, Steuerwagen gezogen, Steuerkopf des Wagens am Zugende

**FBZ 2:** Fahrtrichtung links, Steuerwagen geschoben, Steuerkopf des Wagens an der Zugspitze

Die Versorgung der Bauteile erfolgt in gleicher Weise wie bei der Lokomo-

tive. Im Einzelnen geschieht im Steuerwagen Folgendes:

**FBZ 1:** Fahrtrichtung rechts, Steuerwagen gezogen, Steuerkopf des Wagens am Zugende:

Bei Ziehbetrieb sollen die roten Schlusslampen des Wagens (T 1 links und T 1 rechts) leuchten, da sich hinter dem Steuerwagen kein weiterer Wagen befindet. LED 1 und T 1 sowie die ICs sind direkt an der Stromversorgung angeschlossen. Über R 11 wird nur der B-Eingang von G1 aktiviert. Da von T 1 keine IR-Reflexion erkannt wird, wertet G2 dies mit log. 1 aus. Beide Eingänge von G1 liegen damit auf log. 1, also auch der Ausgang. Somit kann LED 3 leuchten. Da G3 nicht angesteuert wird, ist das Spitzenlicht – LED 4 – dunkel.

**FBZ 2:** Fahrtrichtung links, Steuerwagen geschoben, Steuerkopf des Wagens an der Zugspitze:

Beim Schub-Betrieb befindet sich kein Wagen in Fahrtrichtung vor dem Steuerwagen. Hier wird nur G3 über R 21 angesteuert, G1 erhält an seinem B-Eingang eine log. 0. Ohne IR-Reflexion schaltet T 1 nicht durch, G2 hat am Eingang zwei Mal log. 0 und macht daraus an seinem Ausgang eine log. 1. Beide Eingänge von G3 liegen demnach auf log. 1, was dazu führt, dass LED 4 („Spitzenlichter“) leuchtet.

Stünde ein weiterer Wagen vor dem Steuerwagen, fände eine IR-Reflexion statt. T 1 würde eine log. 1 an den A-Eingang von G2 legen. Dieses zeigte am Ausgang eine log. 0, G3 würde nicht mehr durchschalten, LED 4 bliebe dunkel.

Für LED 4 gilt das oben zu den LEDs 7 und 8 gesagte: Keine superhellen Typen einsetzen, „warmweiß“ ist genau die richtige Lichtfarbe.

Mit einem Teil der Schaltung lässt sich jeder beliebige Wagen als Schlusswagen ausstatten. Es entfallen dann die LED 4 samt R 4.

## MIT LOCHRASTERPLATINE

Auf der Bestückungsseite ist es gut, die Drahtverbindungen vor den Widerständen und Kondensatoren einzusetzen. Nachfolgend werden die Transistoren T 1 und T 2 so eingelötet, dass sie in Blickrichtung des Einsatzes stehen (evtl. ein Beinchen mit Isolierschlauch schützen, damit kein Schluss entsteht).



Hier sieht man, wie eine LED mit einem Schrumpfschlauch an den Lichtleiter angeflanscht wurde.



Vier unauffällige Löcher für die LWL zum IR-Empfang hat der „Hasenkasten“ bekommen.



Hier werden die Bohrungen zur Verdeutlichung einmal von innen her beleuchtet.

Beim Spannungsregler IC 1 lässt es sich nicht vermeiden, Leiterbahnteile zu entfernen und „Out“ und „Masse“ direkt mit an den Pins angelöteten Kabeln anzuschließen. IC 1 sollte zur mechanischen Sicherung mit der Platine verschraubt werden. Ein Abstand von ca. 3 mm zwischen IC-1-Rücken und Platine ist günstig, da so evtl. in IC 1 entstehende Wärme abgeführt werden kann.

Alle LEDs außer LED 1 und 2 sind direkt mit den in den Modellfahrzeugen vorhandenen Hartplastiklichtleitern (HPLL) verbunden. Hierzu werden sie geklebt und anschließend mit Schrumpfschlauch ummantelt.

Die Platine montiert man auf der bereits in der Lok befindlichen. So bleibt die Stromabnahme erhalten. Da der Abstand zur Gehäusedecke begrenzt ist, dreht man die Platine mit den Bauelementen nach unten, wo (etwas) mehr Raum ist. Verzichtet man hingegen auf Stecksockel für die Logik-ICs, besteht keine Gefahr, oben anzustoßen.

Die Sendedioden D1 und D2 können direkt hinter einem Frontfenster angeordnet werden, die IR-Strahlung gelangt durch die Kunststoffscheiben hindurch. Den Neigungswinkel wählt man so, dass der Lichtkegel von ca. 25° den nachfolgenden Wagen bzw. eine Lokomotive etwas unter der Fahrzeugmitte trifft. Dort wird das IR-Licht auf die untere Front des Sendefahrzeugs reflektiert.

Hier werden die reflektierten Wellen mit fünf oder sechs LWL (Durchmesser jeweils 0,7 mm, mit einem Schrumpfschlauch zusammengefasst) an die IR-Empfangstransistoren T 1 bzw. T 2 weitergeleitet. Hierfür fertigt man eine entsprechende Anzahl kleiner Bohrungen (Durchmesser 0,5 mm) im unteren Bereich der Fahrzeugfront an. Die Bohrpunkte liegen maximal 5 mm oberhalb der Pufferoberkante. In die Bohrungen werden nun die Enden der LWL hineingeschoben. Sie dürfen nicht aus dem Fahrzeugkörper heraus schauen. LWL dürfen nicht geknickt und auch nicht allzu sehr gebogen werden. Besser ist es, die IR-Transistoren gleich so auszurichten, dass nur geringe Biegungen nötig sind. Der Biegeradius sollte 1,5 cm nicht unterschreiten.

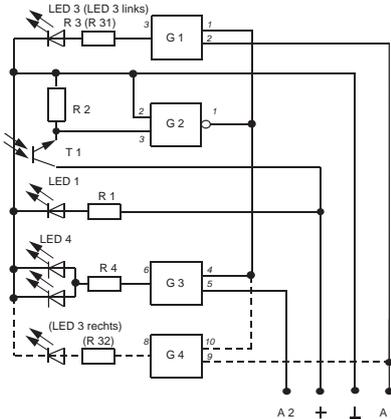
Ulrich Engmann

## STÜCKLISTE FÜR STEUERWAGEN

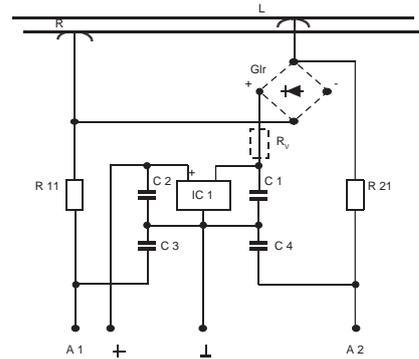
R 1	30 Ω
R 2	750 Ω
R 3, R 4	1,5 kΩ
LED 3	rote LED 5 mm
LED 4	warmweiße LED 5 mm

Es wird nur ein IR-Sender und ein IR-Empfänger benötigt. Spannungsregler, Kondensatoren und Gatter-ICs sowie das weitere Zubehör sind dem der Lok identisch.

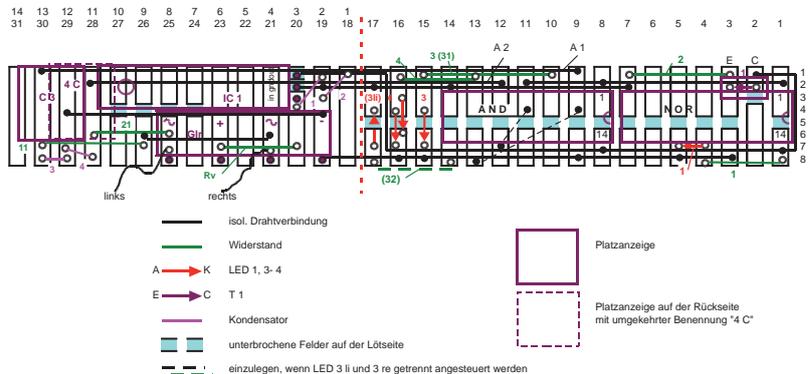
## SCHALTPLAN UND PLATINE FÜR EINEN STEUERWAGEN



Die Schaltung des Steuerwagens mit den Gattern G1 – G4 detektiert IR-Licht, das von LED 1 über eine gegenüberliegende Fahrzeugfront auf T 1 reflektiert wird.



Die Stromversorgung für die Steuerwagenbeleuchtung. R 11 und R 21 sorgen dafür, dass die Lampen richtungsabhängig geschaltet werden.



Die Bauteile lassen sich gut auf einer Lochrasterplatine mit Leiterbahnstreifen unterbringen. Hier ist die Bestückungsseite inklusive der Verdrahtung gezeigt.



## WIE ANFANGEN?

*Nun, wo meine Kinder groß sind, habe ich mich entschlossen, nach über 30 Jahren wieder eine Modellbahn zu bauen (alte Loks und Gleise habe ich nicht mehr). Also habe ich mich erkundigt, wie man das heute so macht. Was die Spurweite angeht, habe ich mich für die verbreitete H0 entschieden und ich weiß, dass ich rangieren möchte.*

*Aber immer wieder habe ich auch den Begriff „digital“ gehört, aber alle Erklärungen gingen über mein Verständnis als technischer Laie hinaus. Also habe ich mir eine Ihrer Zeitschriften gekauft in der Hoffnung, hier Antworten zu finden. Aber leider half mir das auch nicht weiter. Jetzt bin ich ziemlich ratlos: Ich weiß nicht, von wem ich verständliche Informationen bekommen kann, ob ich „digital“ brauche und vor allem nicht, wie und womit ich anfangen soll.*

*Peter Bock*

Die Entscheidung, ob Sie „digital“ brauchen oder nicht und womit Sie am Besten anfangen, kann Ihnen niemand abnehmen. Wir können Ihnen aber ein paar einfache Antworten geben: „Digital“ ist nicht nötig, um eine Lok geschmeidig fahren zu können. „Digital“ macht es aber möglich, mehrere Loks gleichzeitig auf dem gleichen Gleis unabhängig voneinander zu betreiben. „Digital“ macht es auch möglich, bei einer Lok gezielt Dinge ein- und auszuschalten, wie z.B. das Licht oder die Signalpfeife oder gar Kupplungen zu öffnen. Letztlich bietet „digital“ einen höheren Spielwert als eine analog betriebene Modellbahn.

Viele Loks, die man heute kaufen kann, sind nur noch mit einer digitalen Ausrüstung zu haben. Die meisten Hersteller sehen ihre Zukunft in der digital betriebenen Modellbahn.

Informationen, Antworten auf Fragen, bekommt man natürlich über uns, die Fachpresse. Vielfach lohnt es sich aber auch, im Freundeskreis herumzuzufragen, einen Händler zu suchen, der kompetent und geduldig erklären kann oder vielleicht auch mal

einen Abend bei einem Modellbahnverein aus der Umgebung zu verbringen.

Zu einem bestimmten System können wir Ihnen nicht raten. Sie haben alle ihre Vor- und Nachteile und man kann im Endeffekt mit allen so ziemlich das Gleiche machen, auch wenn die Wege sich manchmal ein bisschen unterscheiden. Die bewusste Auswahl eines Systems nach vorgegebenen Kriterien fällt selbst alten Hasen wie uns noch schwer, denn es gibt immer ein „... aber wenn ...“.

Erlaubt sei uns der generelle Tipp „Startpackung“: Gehen Sie in ein großes Modellbahngeschäft mit viel Auswahl und suchen Sie sich von den vorhandenen Packungen die aus, die Sie am meisten mögen, egal, ob digital oder nicht. Nehmen Sie den mitgelieferten Regler in die Hand. Wenn der Ihnen zusagt, haben Sie eine gute Wahl getroffen. Gefällt Ihnen nun auch noch der Zug, sollte der nächste Weg der zur Kasse sein.

Spielen Sie zuhause mit der Eisenbahn, sammeln Sie Erfahrungen. Sie werden merken, dass Sie recht bald ziemlich genau wissen, was Sie wollen und was nicht.

*Ihr Dimo-Team*

## ABC-MODULE WEITERVERWENDEN

*Kann ich eingebaute ABC-Module später bei Einsatz einer PC-Steuerung weiter nutzen oder muss ich sie dann gegebenenfalls ausbauen?*

*Enno Lehmann*

ABC ist eine eigenständige Zugbeeinflussung. Sie wird auch mit einer PC-Steuerung funktionieren, allerdings nicht so, dass die Module ansteuerbar sind, sondern viel mehr in einer Art Selbstverwaltung. Die Steuerungssoftware muss die ABC-Streckenabschnitte berücksichtigen und sollte die in den Modulen integrierte Besetztmeldung zur Überwachung nutzen.

*Ihr Dimo-Team*





# ANALOG WIE DIGITAL



Als sie ihre Modellbahn planten, definierten Vater und Sohn Lurz verschiedene Anforderungen an die Anlage. Eine davon lautete: Digitaler und analoger Betrieb soll in gleicher Qualität möglich sein. Wie sie dies erreichten, soll hier Thema sein.



**A**llerdings hat die Anlage Lurz einiges mehr zu bieten, als nur ein bemerkenswertes Betriebskonzept. Dies wird durch die Veröffentlichung des Anlagenporträts im Eisenbahn-Journal 5/2012 belegt. Dort sieht man, dass es Lurz sen. und Lurz jun. gelungen ist, die ersten zwei der selbst gestellten Anforderungen zu erfüllen: „Möglichst naturgetreue Landschaft“ und „Ein Gleisbild, das einen optisch harmonischen Fahrbetrieb ermöglicht und möglichst wenig Störungen aufgrund zu komplexer Weichenbilder hervorruft.“

Als dritten Punkt nahmen sie sich die bereits erwähnte Möglichkeit von digitalem wie auch analogem Betrieb in möglichst gleicher Qualität vor. Vierte Anforderung war – und ist – das einwandfreie Fahrverhalten und ein optimaler Sound der Triebfahrzeuge.

Es gab auch eine Sache, die die Lurzens von vorne herein ganz klar nicht wollten: eine computergesteuerte vollautomatische Anlage. Sie lehnten dies ab, weil die verbaute Schattenbahnhofslösung nur eine Teilautomatik zugelassen hätte und weil sie nicht nur schauen, sondern im Betrieb auch etwas tun wollten. Aus den Anforderun-

gen ergab sich eine relativ einfache Beschaltung der Fahrwege und Gleise. Das Digitalisieren der Loks zeigte sich hingegen mehr und mehr anspruchsvoll.

## DAS GRUNDKONZEPT

Die Anlage geht in ihrer Konzeption von drei Städten aus, von denen aus Schienenwege in den nördlichen Spessart, den Hochspessart, hineinführen. Diese Schienenstränge werden von den Fiddleyards dargestellt und tragen die Namen „Richtung Aschaffenburg“, „Richtung Lohr“ und „Richtung Gelnhausen“. Der Betrieb entspricht dem der frühen 50er Jahre, in denen die Strecke Nürnberg–Frankfurt noch nicht elektrifiziert war und in denen die Spessartbahn von Gelnhausen nach Lochborn gerade still gelegt worden ist. Bereits 1888 kam es zu Überlegungen, die Spessartbahn von Flörsbach über Kempfenbrunn und Frammersbach nach Partenstein an der Ludwigs-Westbahn zu verlängern, was beim Vorbild allerdings nur eine Überlegung blieb. Auf der Lurz'schen Anlage existiert diese Verbindung jedoch.

Der Bahnhof bekam die fiktive Bezeichnung „Hochspessart“ und wäre beim Vorbild zwischen Lohr und Partenstein anzusiedeln. Die räumlichen Gegebenheiten verlangten nach einer Gleisüberführung. Sie ist mit einem Viadukt ausgeführt, wie es ähnlichen Typs in Frammersbach beim Vorbild vorhanden ist.

Gleistechnisch bietet die Anlage das bewährte Standardmotiv: zweigleisige Hauptbahn mit abzweigender eingleisiger Nebenbahn. Es bot sich an, vom Bahnhof ausgehend je Fahrtrichtung einen Stromkreis vorzusehen. Für die Hauptbahn ist Hochspessart ein Durchgangsbahnhof. Die Gleise 1 und 2 werden hierfür genutzt. Sie besitzen als Bahnsteiggleise je einen abschaltbaren Abschnitt von der Mitte des Bahnsteigs in Fahrtrichtung bis zur ersten Weiche. Gleis 3 hingegen ist durchgehend abschaltbar. Hier können Züge mit stromleitenden Kupplungen aus beiden Richtungen zum Stehen gebracht werden.

Die Gleise 1 und 2 sind auch die Betriebsgleise für den Nahgüterzug in die jeweilige Richtung. Da ihr erster Abschnitt Strom führt, können Güter-

Links: In Gleis 1 ist ein Güterzug eingefahren. Die Lok steht in einem hier zum Trafo T1 zugeordneten, nun stromlosen Gleisabschnitt, während die hintere Zughälfte auf einem Trafo T2 und damit der Köf zugeordneten Gleisabschnitt steht. So ist freizügiges Rangieren möglich. In Gleis 3 fährt gerade, gesteuert von Trafo T3, ein Personenzug „Richtung Lohr“ ein.



Der Güterzug aus „Richtung Aschaffenburg“ muss vor dem Einfahrsignal warten, bis die Gleisverbindungen nach Gleis 2 und dann nach Gleis 3 frei sind. Bei der Anlage wird das Eintreffen des von der V 200 geführten Zugs im Fiddleyard entsprechend gewertet.



Die Gleise am früheren Nebenbahn-Bw werden heute zum Abstellen einer Personenzuggarnitur und zum Umsetzen der Nebenbahnlok verwendet. Nach links erfolgt die Zufahrt zum neuen Bw-Modul.

wagen mit einer Rangierlok vom Zug abgezogen und an ihn angekuppelt werden. Während der Rangierphasen benutzen durchgehende Züge Gleis 3. Die Rangierlok bleibt unterdessen mit ihren Wagen im Bahnhofsgleis, was für den Betrachter die attraktivste Position ist.

Die beiden Streckengleise der Hauptbahn und die Bahnhofsgleise 1, 2 und 3 bilden den Hauptbahnkomplex. Die Fahrtrafos 1, 2 und 3 oder alternativ eine digitale Versorgung lassen sich über Schaltzeilen den einzelnen Gleisabschnitten zuordnen. Die Weichen im Bahnhofsbereich erhalten ihren Strom von den jeweils anschließenden Gleisen. Die Gleiswechsel in beiden Bahnhofsköpfen sind mit Isolierschienenverbindern ausgestattet.

Die durchgehenden Hauptbahngleise sind mit Ein- und Ausfahrtsignalen bestückt. Das Einfahrsignal aus Richtung Lohr besitzt keine Haltefunktion, weil es im Modell bei einem sinnvollen Fahrbetrieb keinen Halt vor der Einfahrt gibt. Ein Zug aus Richtung Aschaffenburg muss jedoch vor der Bahnhofseinfahrt gestoppt werden können. Soll er nach Gleis 3 einfahren, muss er Gleis 2 kreuzen. Der einfahrende Zug wird in diesem Fall mit seinem Trafo vor dem Signal angehalten, wenn ihm ein Zug auf Gleis 2 entgegenkommt. Er erhält erst dann das Signal zur Weiterfahrt, wenn der entgegenkommende Zug im Fiddleyard „Richtung Aschaffenburg“ eingefahren ist.

Eine solche sinnvolle Regelung ergibt sich auf der Gegenseite des Bahnhofs nicht. Im Bahnhofskopf zweigt ein Nebengleis zu einer kleinen Güterabfertigung ab. Die Zufahrt zu den beiden Stumpfgleisen und die Gleise selbst können jeweils einem der Fahrgeräte zugeordnet werden. Es können also auf allen drei Abschnitten Loks zum Halten gebracht werden.

Die Gleise 4 und 5 dienen vornehmlich der Nebenbahn. Für beide ist auf der Seite Richtung Aschaffenburg ein Zugang zur Hauptstrecke gegeben, auf der Seite Richtung Lohr enden die beiden Gleise stumpf. Hier befand sich früher ein kleines Bw. Nun werden die Gleise zum Abstellen von einer Personenzuggarnitur und als Umsetzgleis für die Nebenbahnlok sowie als Rangiergleis für die Zufahrt zum neuen



ZUG AUS RICHTUNG ... IN RICHTUNG ...		
VERKEHREND ...	STRECKENABSCHNITTE	FAHRGERÄT
Aschaffenburg–Lohr		
über Gleis 1	17, 9, 4	Trafo 1
über Gleis 3	17, 18, 13, 5, 4	Trafo 1
Lohr–Aschaffenburg		
über Gleis 2	5, 13, 18	Trafo 2
über Gleis 3	5, 12, 18	Trafo 2

Ng Lohr–Aschaffenburg; Bringen und Mitnehmen von Güterwagen; Durchfahrten/Überholungen über Gleis 3		
Rangierlok stellt mit zunehmende Wagen auf einem der Güterabfertigungsgleise zusammen	1, 2, 3	Trafo 3
Ng hält auf Gleis 2	5, 13	Trafo 2
Rangierlok zieht Wagen vom Ng ab, bringt sie nach Gleis 1	3, 4, 5, 9	Trafo 3
Überholer aus Aschaffenburg über Gleis 3	17, 18, 12, 5, 4	Trafo 1
Rangierlok holt Wagen aus Güterabfertigung, stellt sie Ng bei	1 oder 2; 3, 4, 5	Trafo 3
Rangierlok bringt Wagen aus Gleis 1 in Güterabfertigung	5, 4, 9, 3, 2 oder 1	Trafo 3
Ng startet von Gleis 2	13, 18	Trafo 2

Ng Aschaffenburg–Lohr; Bringen und Mitnehmen von Güterwagen; Durchfahrten/Überholungen über Gleis 3		
... Güterabfertigungsgleise (wie oben)	1, 2, 3	Trafo 3
Ng hält auf Gleis 1	17, 9	Trafo 2
Rangierlok umfährt Zug auf Gleis 2	3, 4, 5, 13, 18, 17	Trafo 3
Rangierlok zieht Wagen vom Ng ab, bringt sie nach Gleis 2	17, 18, 13	Trafo 3
Überholer aus Aschaffenburg über Gleis 3	17, 18, 12, 5, 4	Trafo 1
Rangierlok über Gleis 3 in Güterabfertigung	17, 18, 12, 5, 4, 3	Trafo 3
Rangierlok bringt Wagen nach Gleis 3	3, 4, 5, 12	Trafo 3
Rangierlok holt Wagen von Gleis 2, bringt sie in Güterabfertigung	12, 5, 4, 3	Trafo 3
Rangierlok umfährt auf Gleis 2	3, 4, 5, 13, 18	Trafo 3
Rangierlok holt Wagen von Gleis 3, zieht auf Strecke aus	18, 12, 17	Trafo 3
Rangierlok drückt Wagen zurück, stellt sie Ng bei, fährt nach Gleis 2	17, 18, 13	Trafo 3
Ng startet von Gleis 1	9, 4	Trafo 2

Beim Digitalbetrieb sind alle Streckenabschnitte auf D gestellt. Der Zugbetrieb läuft genauso ab wie in den Beispielen, nur werden die Loks nicht durch Streckenabschnitte, sondern durch ihre Adressen gesteuert.

Bw-Modul genutzt. Beide Stumpfgleise sind einzeln zu- und abschaltbar, sodass hier auch Loks pausieren können. Allerdings stammt dieser elektrische Aufbau aus der Zeit, als es noch kein Bw-Modul gab. Heute wird die Lok-Abstell-Option im Betrieb nicht mehr eingesetzt.

Auch die Gleise 4 und 5 sind durchgängig abschaltbar gestaltet. Gleis 4 wird in der Regel als Rangiergleis und als Ausfahrngleis für einen zusammengestellten Nahgüterzug in die Nebenbahn oder in die Hauptbahn Richtung Aschaffenburg benutzt. Mit Hilfe eines schaltbaren Abschnitts in der Verbindung Hauptbahn–Nebenbahn ist ein Wechsel zwischen Haupt- und Nebenstrecke möglich, ohne dass das Streckengleis der Nebenbahn davon betroffen wäre.

Dieses besitzt als einziges Streckengleis der Anlage zwei Blockabschnitte: Block 1: vom Fiddleyard „Richtung Gelnhausen“ bis Einfahrtsignal, Block 2: vom Einfahrtsignal bis zur ersten Bahnhofswiche. Damit kann Block 2 bei der Signalstellung Hp0 für einfahrende Züge zusätzlich als zum Bahnhof gehörendes Rangiergleis genutzt werden. Dieses Signal wird bei einem einfahrenden Zug öfter auf Hp0 gezogen, weil hier das Zusammenspiel von Zughalt auf der Strecke und innerbahnhoflichem Grund am schönsten darzustellen ist.

## KLEINE BETRIEBSFEINHEITEN

Die Bahnsteigansage kommt vom Kassettenrekorder, dessen Lautsprecher herausgenommen und extern in das Bahnhofsgebäude montiert wurde. Neben dem Kassettenrekorder befindet sich ein kleiner Schaltkasten mit einem Lautsprecher. Es gibt für jede Betriebs-situation ein eigenes Band, jedes Band besitzt einen Hinweis auf die Ansage und die Ansage selbst. Der Hinweis auf die Ansage wird auf den Lautsprecher im Kästchen geschaltet, dessen Dämpfung so stark ist, dass der Hinweis fast nur am Stellpult West gehört wird.

Die eigentliche Ansage wird auf den Lautsprecher im Bahnhofsgebäude gelegt. So wird die Einfahrt des entsprechenden Zuges angekündigt, ebenso werden die mit ihm verbundenen Anschlüsse benannt. Die Abfahrt des



Der Nahgüterzug aus Richtung Lohr wird auf Gleis 2 behandelt. Die Rangier-Köf zieht Wagen ab und bringt neue, während auf Gleis 3 ein Personenzug aus Lohr einrollt.



Das Einfahrsignal der Nebenbahn gebietet Halt, bis der von Gleis 5 ausfahrende Zug die Bahnhofseinfahrt frei gemacht hat.

Zuges und die damit verbundenen Vorichtsmaßnahmen werden ausgerufen und der Zug wird abgepiffen. Ist der Betrieb im Bahnhof abgewickelt, wird die Kasette zurückgespult.

## SCHATTEN-„WENDE“-HÖFE

Schattenbahnhöfe sind meist Gleisharfen unter oder neben der Anlage und mit einer Wendemöglichkeit versehen. In vielen Fällen werden sie über Gleiswendeln angefahren, deren Bau nicht trivial ist. Alternativen, wie z.B. ein Paternoster, sind meist mechanisch noch komplizierter und verlangen nach einer aufwändigen Automatik.

Bei der Anlage Lurz wurde das Thema Schattenbahnhof technisch anders gelöst: Es gab weder Platz für große Gleisharfen noch für Wendeln oder Wendeschleifen. Gerade die letzten beiden Punkte waren relevant, da auf der Anlage nur übergroße Gleisbögen verbaut wurden.

Lurz sen. fand eine Lösung für einen Raum von 250 cm Länge, 50 cm Breite und 80 cm Höhe. Dieser Raum stand an der Hauptbahn zweimal zur Verfügung. Er zimmerte 210 cm lange Röhren mit einem oberen Zwischenboden zur Stabilisierung sowie zur Abtrennung der Elektrik vom unteren Bereich zur Zugaufnahme.

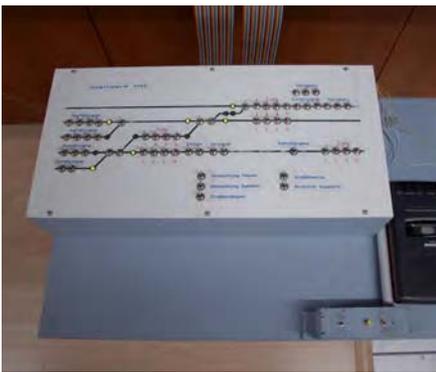
Der Boden einer solchen Röhre trägt mittig ein 210 cm langes Gleis, das 35 cm vor dem einen Ende eine Trennung aufweist. An den Enden der Röhre sind jeweils zwei Buchsen mit einer Verbindung zum Gleis angebracht. Das kurze und das lange Gleisstück lassen sich so abwechselnd mit Fahrstrom versorgen. Eine solche Röhre wird am (passend gestalteten) Anlagenende an das Anlagengleis angesetzt und per Steckkabel elektrisch mit dem Zufahrtgleis verbunden. Ein Zug, der die Anlage verlässt, fährt nun in die Röhre, und zwar zuerst auf dem mit Fahrstrom versorgten, längeren Gleisteil. Auf dem kürzeren, stromlosen Teil kommt die Zuglok und damit der ganze Zug in der Röhre zum Stehen.

Anschließend wird die „zuggefüllte“ Röhre auf eine Balkendrehzscheibe von 220 cm Länge gesetzt und gedreht. Soll der Zug wieder in die Anlage einfahren, wird er mit dem nun kürzeren Teil des



Fotos: Helmuth Lurz

Ein Güterzug aus Richtung Aschaffenburg kommt auf Gleis 1 zum Stehen. Gleich wird die Rangierlok in Aktion treten.



Das Stellwerk Ost mit dem Kassettenrekorder für die Bahnansagen und dem Kästchen mit einem kleinen Lautsprecher für die Anzeigenhinweise.



Der Schattenbahnhof für 24 Züge besteht je Zug aus einer Röhre, die passend an das Anlagen-Zufahrtsgleis angesetzt werden kann. Wichtig ist die Vorrichtung zum Drehen der Züge.



Vom Stellwerk West aus werden die Züge gefahren. Über die je Gleisabschnitt vier Schalter werden einer der Trafos 1-3 oder die Digitalzentrale auf das Gleis geschaltet.



Beide Schattenbahnhöfe sind prinzipiell gleich aufgebaut. Kräftige Griffe machen die recht schweren Röhren handhabbar.

Röhrengleises, auf dem die Lok steht, an das Einfahrgleis der Anlage gesetzt, der Stromkontakt wird hergestellt und der Zug kann in die Anlage einfahren.

Meist wird der Zug aber in der Röhre abgestellt. Es gibt zwei mal drei herausziehbare Böden auf Kugellagerführungen. Auf jedem Boden lassen sich acht Röhren nebeneinander abstellen. Insgesamt können also 48 Züge deponiert werden.

Jeder der Schattenbahnhöfe verfügt über eine der erwähnten Balkendreh-scheiben. Die Drehpunkte sind über je einen Dorn exakt definiert, die Balken selbst sind jedoch nicht fest montiert, sondern werden zur Zug-drehung gezielt in Position gebracht. Ihren Ruheplatz haben sie platzsparend in Hängevorrichtungen unter der Decke. Lurz sen. sieht nur Vorteile in diesem Aufbau: minimaler Platz, hundertprozentige Funktion, hundertprozentiger Schutz: Das rollende Material wird mit voller Bestückung auf die Anlage gestellt. Für jeden Zug gibt es einen Begleitzettel mit Zugart, Lok, Decoderadresse und einer Steuerungsanweisung, die den Zug optimal in den Bahnhof einfahren lässt. Dieser Zettel begleitet den zugehörigen Zug von Röhre zu Röhre.

*Helmuth Lurz*







# UMSETZBAR

Das Train Coupling & Communication System von T4T verblüfft mit seinen Funktionen. Für Einsteiger in dieses System bietet sich das Umrüsten von Trieb- und Beiwagen an, mit denen anschließend auf der Anlage vorbildgerechte Umsetzmanöver durchgeführt werden können.

**V**or wenigen Wochen lieferte Märklin das neue Modell des Nebenbahn-Triebwagens der Reihe VT 75.9 aus. Das zeitgemäß ausgestattete und fein detaillierte Modell verfügt über LED-Innenbeleuchtungen in Trieb- und Beiwagen. Dazu ist die Ausrüstung beider Fahrzeuge mit stromführenden-Kupplungen vorgesehen, geeignete Kupplungsstege liegen der Packung bei. Allerdings ist das Fahrzeug in dieser Konstellation nicht für jedes Betriebskonzept von Modellbahnen geeignet. Der Betrieb eines Endbahnhofs macht ein regelmäßiges Umfahren des Beiwagens notwendig, hier ist ein starrer Kupplungssteg ebenso hinderlich wie konventionelle Kurzkupplungsköpfe, die nur mit stationären Entkupplern getrennt werden können. Eine hervorragende Lösung für dieses Problem stellt das TCCS (Train Coupling & Communication System) des Herstellers T4T dar.

Der Packungsinhalt des TCCS-Startsets bietet sich nur bedingt für die Ausrüstung von Triebwagen an. Der beiliegende Lok-Decoder LD-1M und der Energiespeicher des Güterwagen-Decoders WD-GW4 sind auf Grund ihrer Einbaugröße für die Ausrüstung des Märklin-VT nicht optimal. Der Durch-

blick durch den Fahrgastraum sollte weiterhin gewährleistet sein und so fiel die Entscheidung zu Gunsten des neuen kleinen Decoders LD-1S sowie des lediglich 2,5 mm hohen Energiespeichers CAP-22F, der im Beiwagen seinen Platz findet.

## DER MÄRKLIN-BEIWAGEN

Die Umbauarbeiten am Triebwagen-Gespann beginnen mit dem Beiwagen. Nach Demontage des Gehäuses wird die Beleuchtungsplatine oberhalb der

Inneneinrichtung entfernt. Dazu müssen zunächst die zwei kleinen von oben sichtbaren Torx-Schrauben gelöst werden. Im Anschluss können die zwei Kabel, die die Innenbeleuchtung versorgen, an allen vier Lötstellen aufgetrennt und entfernt werden. Die Inneneinrichtung ist mit sechs Rastnasen auf das Chassis geklippt und wird mit einem feinen Schraubendreher gelöst. Die darunter befindliche Platine wird entfernt, genauso die Radschleifer und die stromführenden Kupplungen, sie werden zukünftig nicht mehr benötigt. Nun kann mit dem Einbau der TC-H0-

*Trieb- und Beiwagen im Originalzustand. Beide sind werkseitig mit einer Innenbeleuchtung versehen. Der Triebwagen besitzt eine MTC-21-Schnittstelle, der Decoder hängt im Innenraum des VT von der Decke.*





Rechts: Das T4T-Startset wird in einer auffälligen Verpackung ausgeliefert, im Vordergrund sichtbar sind die Kupplungen, der Lokdecoder LD-15 und der Energiespeicher CAP-22F.



Kupplung begonnen werden. Besonders leicht gelingt dies, wenn man die Kupplungsaufnahmen samt Schwalbenschwanz-Führung nach Entnahme der Rückstellfedern ausbaut. Die neuen Kupplungen werden im Anschluss vorsichtig und unter Berücksichtigung der Herstellerhinweise, in die NEM-Schächte gesteckt und die vier Kabel durch den Ausschnitt geführt, der werkseitig für die stromführenden Kupplungen genutzt wurde. Im nächsten Schritt wird der Energiespeicher CAP-22F im Fahrgestell des Beiwagens positioniert. Die fehlenden Millimeter in der Breite lassen sich gewinnen, indem die Verstärkung der Schraubenführungen innen leicht abgefeilt werden. Im Anschluss kann der Energiespeicher mit einem Klebepad fixiert werden. Der eigentlich für Güterwagen gedachte Decoder

WD-GW4 findet in der kleinen Toilette des Beiwagens Platz. Auch für diesen Arbeitsgang ist es notwendig, mit der Feile zusätzlich Raum zu gewinnen. An der Kunststoff-Gewindeführung der Inneneinrichtung muss in der Toilette etwas Material abgetragen werden, um dem Decoder ausreichend Platz zu bieten. Nachdem der werkseitig am Decoder angelötete Elko entfernt wurde, muss noch der Gleichrichter der Märklin-Beleuchtungsplatine überbrückt werden. Er ist beim Anschluss an einen Decoder-Ausgang unnötig. Bei der Verkabelung der neuen Komponenten wird streng nach Anleitung verfahren, um später den vollen Funktionsumfang nutzen zu können. Zunächst werden die zwei Litzen des neuen Energiespeichers angelötet. Um einige weitere Millimeter zu gewinnen werden die beiliegenden

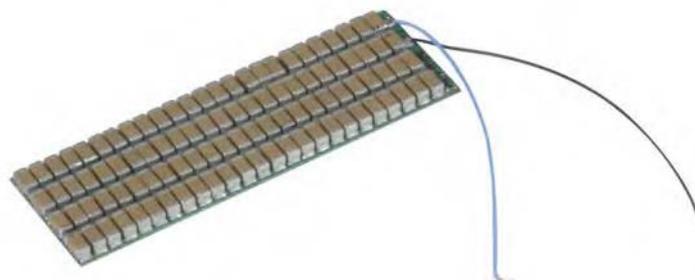
Stecker zum Anschluss der Kupplungen an den Decoder auf der Außenseite abgefeilt. Ohne diesen Schritt ist es später sehr schwierig, das Gehäuse des Beiwagens aufzusetzen. Die Kabel der TC-H0 werden nun in den bearbeiteten Schnittstellensteckern fixiert und auf der korrekten Seite in den Decoder gesteckt. Nachdem die bestehende Lichtleiste mit dem Decoder verbunden wurde, kann das Gehäuse des Beiwagens vorsichtig geschlossen werden und das Fahrzeug ist einsatzbereit.

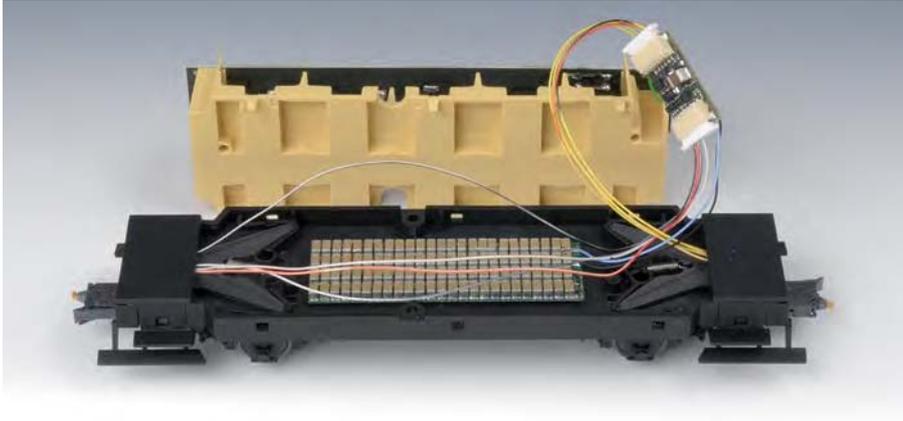


Oben: Die TC-H0-Kupplungen von T4T sind Präzisionsinstrumente, die beim Einbau sehr vorsichtig behandelt werden sollten.

Links: Der Decoder mit der Bezeichnung WD-GW4 ist für den Einsatz in Güterwagen gedacht, eignet sich aber ebenso für Personenwagen, die bereits eine Innenbeleuchtung besitzen.

Unten: Der Energiespeicher CAP-22F ist als Ersatz für die werkseitig angelöteten ELKOs der Wagendecoder erhältlich. Seine flache Bauform ist optimal für die Verwendung in einem Trieb- oder Beiwagen.





Bevor das Gehäuse des Beiwagens geschlossen wird, sollten die zahlreichen Kabel so geführt werden, dass sie nicht stören, aber gleichzeitig beweglich bleiben und die Kupplungskulisse nicht behindern.

Mitte: Schließt man das Gehäuse des Triebwagens, fällt der neue Decoder kaum noch auf. Wer den Eindruck noch verbessern möchte, kann den Decoder farblich anpassen.

Hallsensor 1	1	22	Schiene rechts
Hallsensor 2	2	21	Schiene links
Hallsensor 3	3	20	Funktionen -
Auxiliary 4 (f4)	4	19	Motor +
Clock	5	18	Motor -
Data	6	17	Motor (optional)
Licht hinten	7	16	Funktionen +
Licht vorne	8	15	Auxiliary 1 (f1)
Lautsprecher	9	14	Auxiliary 2 (f2)
Lautsprecher	10	13	Auxiliary 3 (f3)
Index	X	12	+5V Prozessor



Decoder mit dieser Schnittstelle von T4T erhältlich sind, ist ein radikaler Schritt notwendig. Die Schnittstelle wird mit einem feinen Seitenschneider, Steckkontakt für Steckkontakt, entfernt und die gekürzten Kabel des Decoders mit den jeweiligen Lötstellen verbunden. Der neue Decoder wird mit einem Klebepad in etwa an der Stelle untergebracht, an der sich der alte Decoder befand. Eine vorhandene Aussparung in der Beleuchtungsplatine erleichtert später die Kabelführung der Leitungen zu den TC-H0-Kupplungen.

## DER MÄRKLIN-TRIEBWAGEN

Die Arbeiten am Triebwagen gestalten sich schon deutlich aufwändiger. Nachdem das Gehäuse abgenommen wurde, ist der Blick auf die Technik frei. Diese verteilt sich auf zwei Platinen – im Chassis sowie oberhalb der Inneneinrichtung – die mit einigen Kabelsträngen verbunden sind, die durch die Toilette laufen. Der Märklin-Originaldecoder steckt in einer MTC-21-Schnittstelle unter der oberen Platine. Da noch keine

Die Montage der Kupplungen erfolgt analog der Arbeiten am Beiwagen, allerdings wird die Platine auf dem Chassis weiterhin benötigt und deshalb nur temporär gelöst und nach Einbau der Kupplungen wieder befestigt. Im Gegensatz zum Güterwagendecoder besitzt der LD-1S keine Schnittstellenstecker für die Kupplungen, die Kabel werden direkt befestigt.

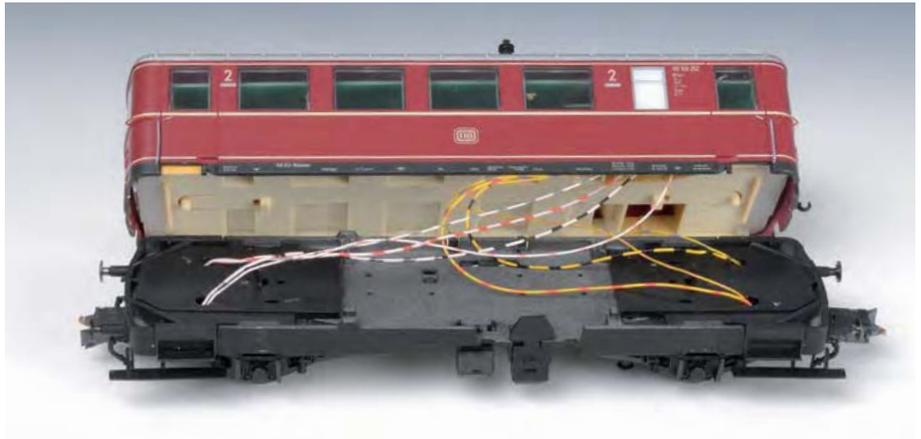
Der Lokdecoder von T4T ist in einem gelben Schrumpfschlauch verpackt, der die Optik im Inneren des Fahrzeugs

Oben: Die Belegung der MTC-21 Schnittstelle mit den am T4T-Decoder vorhandenen Kabelfarben nach NEM.

Unten: Der neue Decoder ist etwas höher als der Alte und fällt dadurch mehr auf. Die Kabelführung zu den Kupplungen wird im Anschluss empirisch ermittelt.



Der Tillig-Beiwagen muss im Bereich der Kupplungskinematik vorsichtig verkabelt werden um deren Funktion nicht zu beeinträchtigen.



beeinträchtigt. Um dies zu kaschieren, kann der Schrumpfschlauch mit beiger Farbe lackiert und so dem Gesamteindruck der Inneneinrichtung angepasst werden.

## DER TILLIG-BEIWAGEN

Wer möchte, kann das Märklin-Gespann um einen weiteren Beiwagen aus dem Sortiment der Firma Tillig erweitern. Zahlreiche historische Fotos belegen den Einsatz des VT 75.9 mit Beiwagen der Serie VB 140.2.

Wer das Gehäuse eines Tillig-Beiwagens öffnen will, muss zunächst die bei-

den Zughaken prüfen. Diese können mit dem Chassis verklebt sein und sind nur mit einer äußerst feinen und scharfen Skalpell-Klinge zu lösen. Danach kann das Gehäuse gespreizt und nach oben abgezogen werden. Die Inneneinrichtung ist mit zwei Rastnasen auf dem Chassis befestigt und wird zur Erleichterung der Arbeiten entnommen. Die ursprüngliche untere Beleuchtungsplatine wird entfernt und kann in einem nächsten Schritt durch SMD-LEDs mit passenden Vorwiderständen ersetzt werden. Wer möchte, kann auch die Originalplatine adaptieren. Die Innenbeleuchtung wird beibehalten und direkt an den WD-GW4 angeschlossen.

Zum Einbau der Kupplungen werden die zwei im Chassis eingesteckten Kunststoffplatten zur Fahrzeugmitte geschoben und temporär entfernt. Die Kabelführung der TC-H0-Kupplungen ist bei diesem Fahrzeug nicht ganz einfach. Hinter der Kupplung muss genug Kabel vorhanden sein, um die Bewegung der Kulisse zu gewährleisten, zu lange Kabel stören aber ebenfalls.

Nachdem der Decoder seinen Platz in der Toilette gefunden hat und der Kondensator im Postabteil verstaut ist, kann das Gehäuse vorsichtig wieder aufgesetzt werden. Nun steht einem Umfahren der Beiwagen nichts mehr im Wege. gg





Roco WR mit Innenbeleuchtung und Tischlampen

# GEDIEGEN SPEISEN

**D**er Roco-WR ist wie übliche D-Zug-Wagen-Modelle aufgebaut. Das Gehäuse lässt sich an der Unterkante spreizen und dann nach oben abziehen. Die Inneneinrichtung des Wagens ist vereinfacht wiedergegeben, wobei die Sitze des Restaurant-Bereichs als eigene Teile eingesetzt wurden. Auch die Tischlampen sind als extra eingesteckte Kunststoffteilchen vorhanden. Der Küchenbereich des Wagens ist vorbildgerecht vom Seitengang abgetrennt. Hier sind ein Gasherd und Spülbecken angedeutet. Der Seitengang und der Tresen sind schlicht gestaltet.

Erhält der Wagen eine Innenbeleuchtung, sind die drei Bereiche zu unterscheiden. Das Restaurant erhält eine normale Beleuchtung und zusätzliche Tischlampen. Die Küche wird kühl neonweiß ausgeleuchtet, während der Seitengang und der Tresen eine wärmere Beleuchtung erhalten. Die bei unserem Umbau verwendeten Lichtleisten sind Standard-Industrieteile und stammen

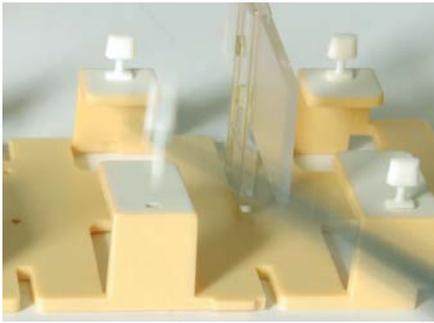
Speisewagen sind meist besondere Hingucker in einem Zug. Allein schon ihre traditionell rote Farbe hebt sie von den übrigen D-Zug-Wagen ab. Noch mehr fallen sie auf, wenn sie eine passende Innenbeleuchtung erhalten. „Passend“ heißt hier: inklusive Tischlampen.

von Viessmann (warmweiß/H0 50502 und weiß/TT 50465). Die Leisten sind passend geteilt und die Teilstücke dann mit Kabeln verbunden worden, so dass die jeweiligen Bereiche das passende Licht erhalten können.

Mehr Aufwand machen die Tischlampen. Jede einzelne soll beleuchtet sein, und so steht es an, 14 kleine Lämpchen zu basteln. Leuchtmittel sind 0401-SMD-LEDs, die von ledbaron im Zehnerpack mit angelöteten Kupferlackdrähten geliefert wurden. Die Lampenschirme bestehen aus jeweils einer gelb-transparenten Glasperle

(Rocaille), in die die Mini-LED eingeklebt ist. Auch die Lampenkörper/Lampenfüße bestehen aus Glasperlen, diesmal jedoch kleineren nicht-transparent-weißen.

Zwischen dem Inneneinrichtungsspritzling und der Fahrzeugbodenwanne mit eingelegtem Gewicht sind nur ca. 0,5 mm Platz, sodass es sich anbietet, die Verkabelung der Tischlampen im Dachraum vorzunehmen – hier müssen ja sowieso schon die Einbauten der Deckenbeleuchtung untergebracht werden. Um den nötigen Platz zu schaffen, müssen die vier über den Fenstern



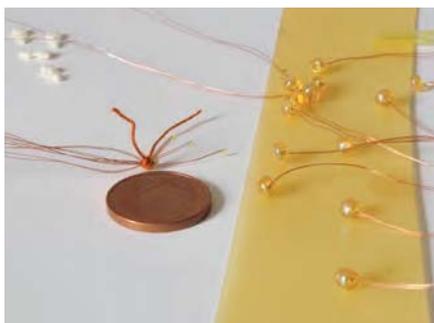
Die ab Werk eingesetzten Kunststofflämpchen lassen sich mit einer Pinzette herausziehen.



Solche 0401-SMD-LEDs sollen die Tische zukünftig beleuchten. Man erhält sie z.B. bei ledbaron via Ebay.



Die für die Lampenschirme ausgewählten Glasperlen – „Rocailles“ – bekommt man preiswert z.B. in der Bastelabteilung eines Spielwarengeschäfts.



Tischlampen in der Serienherstellung: Die LEDs sind in die Glasperlen-Öffnungen geklebt. Im nächsten Schritt werden weiße Kügelchen als Lampenkörper aufgefädelt.

## MATERIAL

- 14 x SMD-LED „pur-weiß“ 0401, bedrahtet
- 14 x Widerstand 1 k $\Omega$
- 1 x Diode 1N4001
- 1 Widerstand 100  $\Omega$
- 1 Widerstand 470  $\Omega$
- 1 Lichtleiste Viessmann 50502 „warmweiß H0“ für Restaurant, Seitengang und Theke
- 1 Lichtleiste Viessmann 50465 „weiß TT“ für Küche
- Radstromabnehmer
- Glasperlen
- Figuren



Die ersten Lampen sind befestigt, nun wird die vordere Tischreihe bestückt.



Das Ergebnis der Mühen: Die Tischlampen leuchten. Man erkennt die senkrecht auf den Sitzlehnen nach oben geführten Kupferlackdrähtchen. Oben die mit Widerständen bestückte Lochrasterplatine.



Theke, Gang und Küche erhalten eine eigene Beleuchtung. Die Vorbildwagen waren innen holzvertäfelt. Wer will, kann dies gut mit ein wenig Farbe nachbilden.

sitzenden Querstege im Gehäuse entfernt werden. Nun bietet das hochgewölbte Dach reichlich Möglichkeit, auch z.B. konventionelle Widerstände zu verbauen.

Die Anschlussleitungen der Lampen werden durch die Tischöffnungen gefädelt, in denen vorher die Kunststoff-Lampentrappen eingesteckt waren. Von unten gut verklebt, sind die feinen Drähtchen nun seitlich bis zu den Rücklehnen der Sitze und von dort – versteckt hinter den Fensterstegen – senkrecht nach oben zur Platine geführt. Diese besteht aus Abschnitten eines Lochrasterexemplars, bei dem die Leiterbahnen quer zur Wagenlängsachse angeordnet sind.

Hier werden jeweils die Anoden (also „+“) der Tisch-LEDs an einen gemeinsamen Streifen angeschlossen, während die Kathoden (also „-“) der LEDs rechts und links davon angeordnet werden. Diese Anschlussmethode spreizt die zwei lackisolierten Drähtchen zwar ein wenig auseinander, diese bleiben aber später hinreichend hinter den Fensterstegen verborgen.

Nun werden alle Anoden-Leiterbahnen mit kurzen Kabeln durchverbunden. Am Ende findet hier noch eine 1N4001-Diode ihren Platz, um sicherzustellen, dass die LEDs nicht entgegen ihrer normalen Arbeitsrichtung mit Spannung beaufschlagt werden. Die Kathoden der LEDs erhalten jeweils einen 1-k $\Omega$ -Widerstand; deren andere Enden immer viererweise auf einer gemeinsamen Leiterbahn angelötet sind.

Auch diese Knotenpunkte sind mit Kabeln verbunden. Am Einspeiseende der Kathodenseite – also der geschalteten Seite bei Decoder-Funktionsausgängen – hat sich eine zusätzliche Reihen-Widerstands-Kombination aus 100  $\Omega$  und 470  $\Omega$  als sinnvoll erwiesen, um die Helligkeit der Tischlampen ein wenig zu dämpfen.

Das leider etwas bläuliche Licht der 0401-LEDs wird durch die gelben Glaskörper der Lampenschirme etwas gemildert. Aber auch die getönten Scheiben des Modells zeigen hier Wirkung und lassen das Licht natürlich aussehen.

tp



Überwachen, Schalten und Steuern mit dezentralisierter Intelligenz

# „LISSY“ UND „MARCO“



Zu wissen, in welchem Gleis welche Lok steht ist eine sehr komfortable Angelegenheit. Mit LISSY und MARCO bietet Uhlenbrock dem Modellbahner ein gutes Werkzeug nicht nur zur Zugidentifizierung. Sie ist die Grundvoraussetzung für eine dezentralisierte Zugsteuerung, in die man mit so einer einfachen Einrichtung wie dem Schließen und Öffnen von Bahnschranken starten kann.

Das Lokindividuelle Steuerungssystem LISSY ist wie auch MARCO (Modulare Automatik für RailCom) eigentlich zum Steuern konzipiert, so wie es der Name sagt. Da die angewandte Steuerungstechnik auf der Lokerkennung basiert, kann man LISSY und MARCO logischerweise auch ausschließlich zur Lok- bzw. Zugidentifizierung einsetzen oder auch zur Gleisbesetzt- und -freimeldung. Diese einfachen Anwendungen sollen uns als Beispiel für den praktischen Einstieg und als Basis für zukünftige Steueraufgaben dienen.

Bevor es ans Eingemachte geht, sollte man sich darüber im Klaren sein, dass man in den folgenden Beispielen als Gleisbesetztmeldung bzw. Zugidentifizierung als einzige Anwendung quasi mit Kanonen auf Spatzen schießt. Es geht aber erst einmal ums Verständnis und um einfache, aber nichtsdestotrotz praktische Anwendungen.

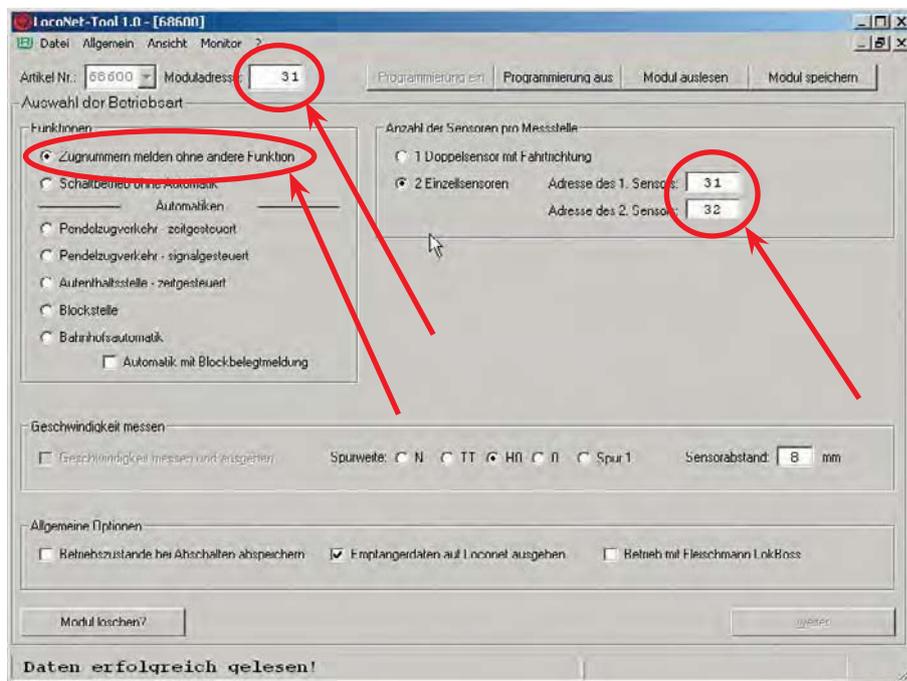
Eine praktische Anwendung wäre die Erkennung der Züge beim Einfahren in ein Schattenbahnhofsgleis, damit man sich zu einem späteren Zeitpunkt z.B. über das Intellibox-II- bzw. LocoNet-Display oder der Zugnummernanzeige im Gleisbildstellpult Track-Control, informieren kann, auf welchem Gleis welcher Zug steht.

Auch wenn der Steuerungsprozess für Automatisierungen bei LISSY und MARCO identisch sind, so läuft die Er-

kennung auf vollkommen unterschiedliche Art ab. Während man bei LISSY auf eine punktuelle Informationsübertragung per Infrarotsender unter der Lok und einem Sender im Gleis setzt, nutzt MARCO das Gleisabschnitt überwachen-

de System RailCom. MARCO setzt jedoch entweder einen RailCom-fähigen Lokdecoder oder einen zusätzlich installierten RailCom-Sender in der Lok voraus.

Geht es nur um die Erkennung von Lokadresse und Zugkategorie, reicht



Auf der Basis der Illustration auf der nächsten Doppelseite wird mithilfe des LocoNet-Tools das Empfangsmodul konfiguriert, sprich eingestellt. Zuerst sollte die gewünschte Option „Zugnummern melden ohne andere Funktion“ aktiviert werden. Danach folgt das Einstellen der Moduladresse, in unserem Beispiel 31, und die Adresse für den zweiten Sensor. Die des ersten Sensors entspricht der Moduladresse, über die das Modul fortan zum Programmieren angesprochen wird. Nach dem Programmieren (Modul speichern) wird der Empfänger die Informationen über die Moduladresse in das LocoNet einspeisen.

bei LISSY für das zu überwachende Gleis ein Sensor aus. So kann man mit zwei Sensoren und einem Empfangsmodul zwei Gleise überwachen. Möchte man zusätzlich sowohl die Fahrtrichtung wie auch die Geschwindigkeit wissen, sind zwei Sensoren pro Meldestelle erforderlich.

Bei der Gleisüberwachung mit einem Sensor wird allerdings die Adressanzeige nur eingeschaltet. Es müsste in diesem Fall bei Einrichtungsverkehr über den Sensor des nächsten zu befahrenden Gleisabschnitts die Adressanzeige wieder ausgeschaltet werden. Besser wäre es, am Anfang und am Ende eines Gleisabschnitts je einen Sensor zu installieren. Beim Hineinfahren in den Gleisabschnitt wird die Adressanzeige aktiviert und beim Verlassen deaktiviert.

Für die kontinuierliche Gleisüberwachung und Identifizierung der Lokadresse dient der MARCo-Empfänger. Mit ihm können zwei Gleisabschnitte überwacht werden, indem er wie ein Gleisbesetzmelder an den zu überwachenden Gleisabschnitt angeschlossen wird. Im Gegensatz zu LISSY kann MARCo keine Zugattungen erkennen.

Die entsprechenden Spezifikationen sind nicht in RailCom enthalten.

Da MARCo einen kompletten Gleisabschnitt überwacht, wird beim Befahren des Gleisabschnitts die zugehörige Anzeige aktiviert und beim Verlassen wieder deaktiviert. Möchte man neben der reinen Identifizierung noch die Fahrtrichtung wissen, so sind zwei direkt hintereinander liegende Gleisabschnitte zu überwachen.

## ZUGERKENNUNG

Im ersten Beispiel wollen wir nur die Lokadressen und Zugattungen einlesen und im LocoNet-Display anzeigen lassen. Die Illustration zeigt die erforderlichen LISSY-Module, deren Anschlüsse und die einzustellenden Werte. Die Adressen sind beispielhaft und können den eigenen Bedürfnissen entsprechend gewählt werden.

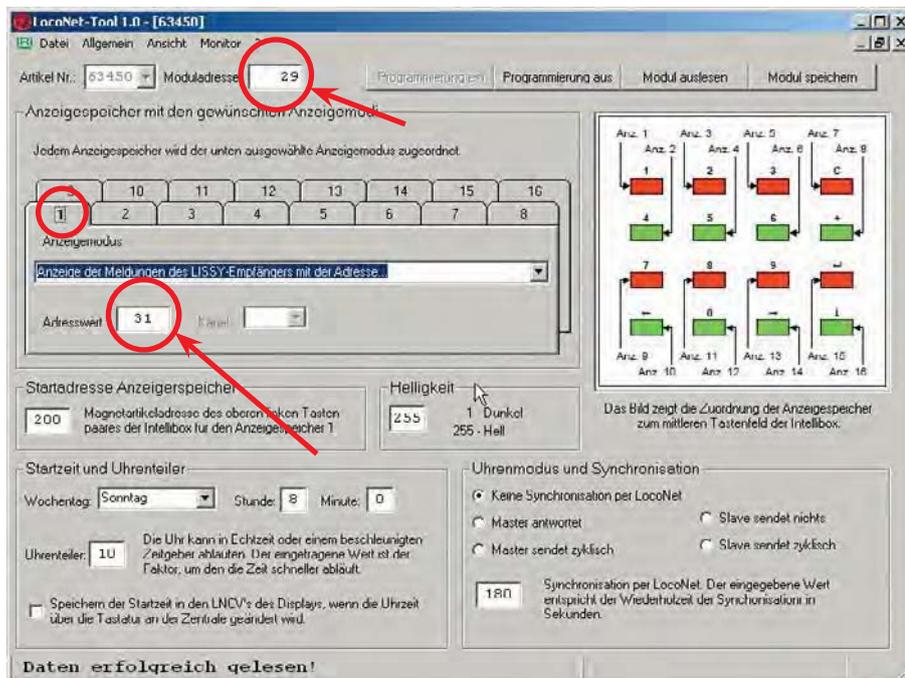
An welchem Modul muss nun was eingestellt werden? Dazu muss man wissen, dass jedes LocoNet-Modul wie LISSY- oder auch MARCo-Empfänger und auch das Anzeigemodul gleichermaßen eine eigene Adresse wie z.B. je-

der Lokdecoder haben. Zudem müssen die gewünschten Eigenschaften in den jeweiligen Modulen aktiviert werden.

Das Einstellen, sprich Programmieren kann entweder mithilfe der Intellibox oder aber per PC und LocoNet-Tool bzw. LISSY/MARCo-Creator geschehen. Letzteres ist nicht nur für Einsteiger und „Gelegenheitsprogrammierer“ komfortabler.

Jedes LocoNet-Modul – werksseitig sind sie auf die Adresse 1 eingestellt – wird über seine Adresse erreicht und programmiert. Über diese wird das zu programmierende Modul angesprochen und auf die neue Adresse eingestellt. Für spätere Einstellungen erhält das Modul logischerweise über die neue Adresse seine Informationen. Da jedes Modul seine eigene Adresse hat, können für künftige Änderungen die Module an Ort und Stelle am LocoNet angeschlossen bleiben.

Für unser erstes Beispiel der Zugmeldung reicht pro Gleis ein Sensor aus,



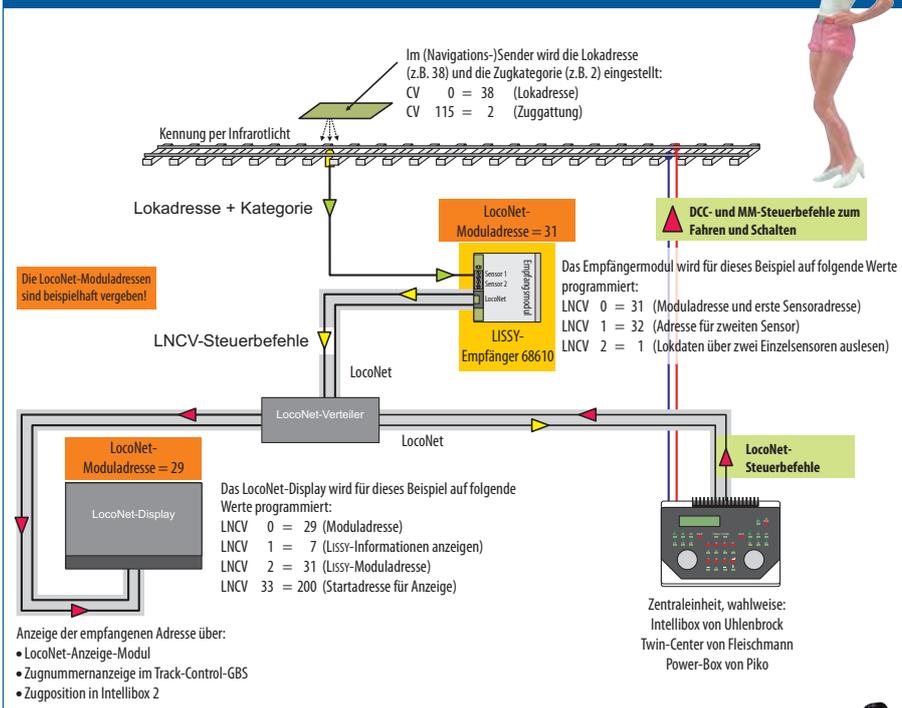
Damit das LocoNet-Anzeigemodul die vom LISSY-Empfänger eingespeiste Lokadresse anzeigen kann, muss es ebenfalls konfiguriert werden. In unserem Beispiel erhält es beispielhaft die Moduladresse 29, damit es mit anderen LocoNet-Adressen keinen Stress gibt. Für die weiteren Einträge ist es wichtig zu wissen, dass die LocoNet-Anzeige 16 Anzeigespeicher hat. Wir benutzen für unser Beispiel den ersten Speicher. Dort wird die Moduladresse 31 unseres Lissy-Empfängers eingetragen. Dorthin werden nun alle eingelesenen Informationen des Lissy-Empfängers gespeichert.

ÜBERSICHT	
Geräte	Uhlenbrock
Zentraleinheit	Intellibox 2
Art.-Nr.	65100
UvP in €	499,-
Empfangsmodul (IR)	LISSY-Empfänger
Art.-Nr.	68610
UvP in €	34,90
Sendemodul (IR)	LISSY-Sender
Art.-Nr.	686310
UvP in €	15,95
Empfangsmodul (RailCom)	MARCo-Empfänger
Art.-Nr.	68600
UvP in €	39,90
Sendemodul (RailCom)	MARCo-Sender
Art.-Nr.	68320
UvP in €	14,95
Anzeigemodul	LocoNet-Anzeige
Art.-Nr.	63450
UvP in €	33,30
Anzeigemodul	Track-Control Zugnummernanzeige
Art.-Nr.	69250
UvP in €	24,95

Die Nutzbarkeit der Zentraleinheiten hängt von der jeweiligen Software-Version ab! Bei Bedarf muss an der Zentrale ein Update durchgeführt werden.



### ZUGERKENNUNG MIT LISSY



### LOCONET-ANZEIGEMODUL

Um das Anzeigemodul einstellen zu können, muss man wissen, dass es über 16 Anzeigespeicher verfügt, die jeweils über zwei LNCVs eingestellt werden müssen – je nach Bedarf. Da nur der Inhalt eines Anzeigespeichers im Display dargestellt werden kann, muss man die gewünschte Anzeige aktivieren können. Und das geschieht ganz simpel über eine „Weichenadresse“, die dem ersten Anzeigespeicher zugewiesen wird. Die weiteren Speicher erhalten die fortlaufenden „Weichenadressen“.

Die entsprechende Adresse – in unserem Beispiel 200 und als Startadresse bezeichnet – wird in der LNCV 33 eingetragen. Über ein Keyboard, das auf die Adresse des Anzeigemoduls eingestellt ist, kann man nun einen der 16 Speicher direkt anwählen und so verschiedene Messpunkte anzeigen lassen.

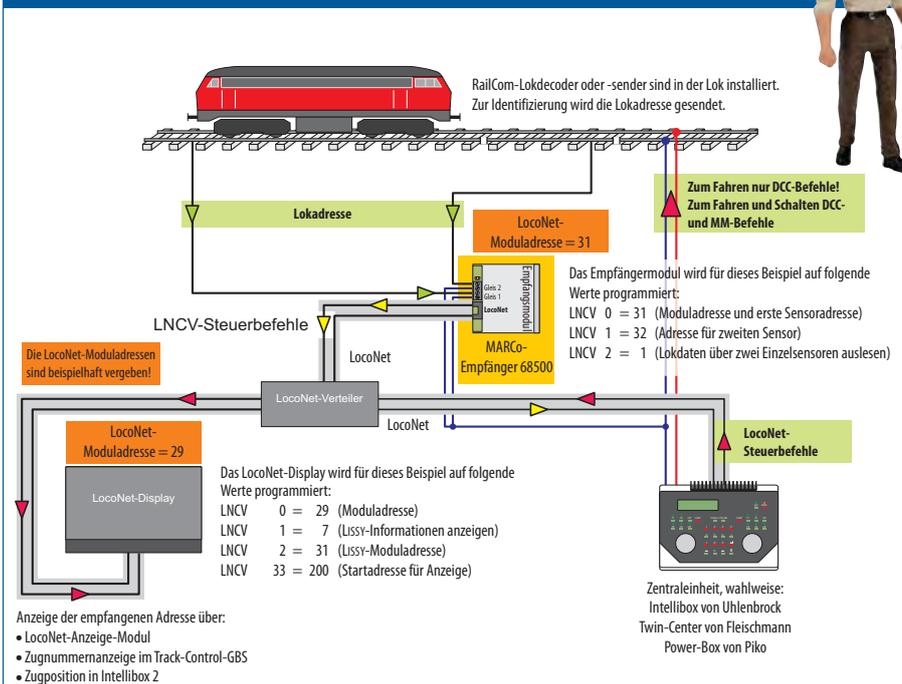
Der jeweilige Inhalt der Anzeigespeicher wird in LNCV-Zweiergruppen eingestellt:

- Anzeigespeicher 1: LNCV 1 und 2
- Anzeigespeicher 2: LNCV 3 und 4
- ...
- Anzeigespeicher 16: LNCV 31 und 32

In die ungeraden LNCVs wird jeweils der Anzeigemodus eingestellt und in die geraden LNCVs die Adresse des zur Anzeige kommenden Anzeigemodus.

In unserem Beispiel wählen wir den Anzeigespeicher 1. In die LNCV 1 trugen wir den Wert 7 ein, der die Meldung des LISSY-Systems zur Anzeige bringt. In die LNCV 2 wird noch die Adresse 31 des ersten Sensors unseres LISSY-Moduls eingetragen. Zum Schluss erhält das LocoNet-Display noch beispielhaft die 29 als Moduladresse, die in der LNCV 0 gespeichert wird.

### ZUGERKENNUNG MIT MARCO



sodass wir mit einem Modul und zwei Empfangsdioden zwei Gleise überwachen können. Dazu muss das Modul auf eine freie LocoNet-Adresse eingestellt werden, über die die Informationen des ersten Sensors ins LocoNet eingespeist werden. Für den zweiten Sensor muss ebenfalls eine Adresse vergeben werden, sinnvollerweise die auf

die erste Adresse folgende Zahl. In der LNCV 2 wird nun noch eingestellt, was der Empfänger mit den Informationen der beiden Sensoren machen soll. Der Wert 1 veranlasst das Modul, die Werte der beiden Sensoren einzeln auszu-lesen und über die beiden Adressen in das LocoNet zu senden, um sie dort z.B. zur Anzeige zu bringen.

### GESCHWINDIGKEITSMESSUNG

Möchte man Lissy auch zum Messen der Geschwindigkeit nutzen, kann man sich an der nebenstehenden Konfiguration orientieren. Es sind dann pro Meldestelle zwei Sensoren erforderlich, die bei einem weiteren Ausbau für eine automatische Zugsteuerung sowieso fällig wären. Am Anzeigemodul muss in unserem Beispiel keine Änderung durchgeführt werden.

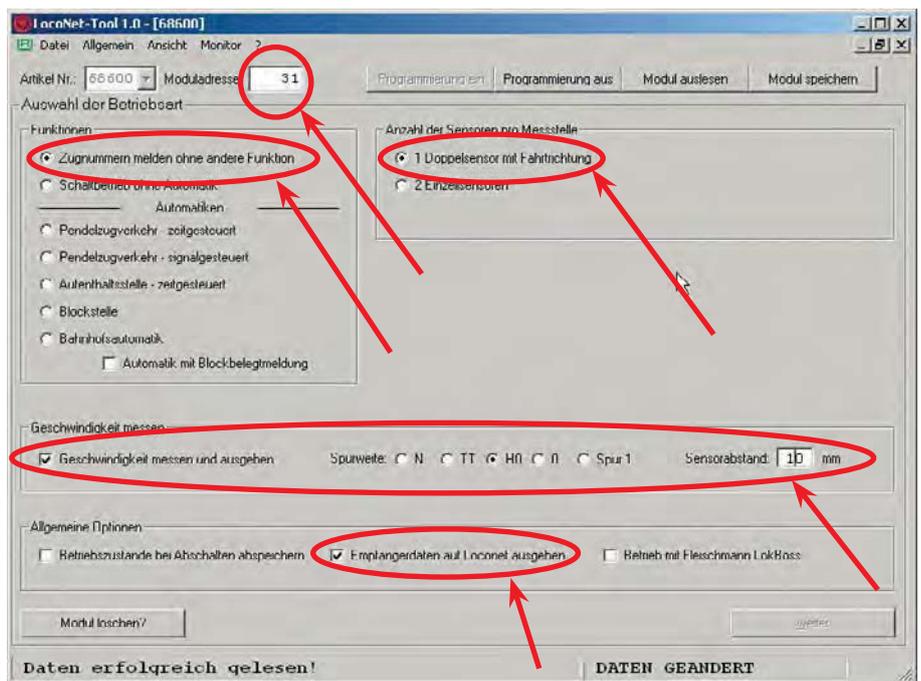
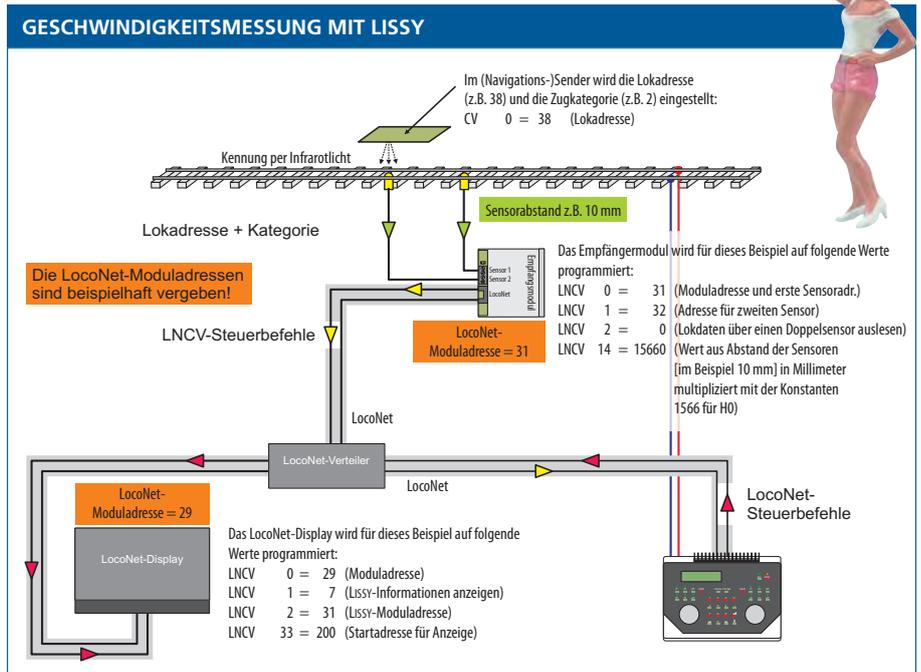
Die Doppelsensoren werden mit einem Mindestabstand von 8 mm zueinander in der Gleisachse installiert. Je größer der Abstand der Sensoren, umso kleiner die messbare Minimalgeschwindigkeit. Ein Abstand von 20-30 mm ist realistisch.

Im nebenstehenden Screenshot des LocoNet-Tools sind die notwendigen Einstellungen markiert. Im Vergleich zur ausschließlichen Zugnummernerkennung wird die Zahl der Sensoren pro Messstelle (Empfangsmodul) auf einen Doppelsensor mit Fahrtrichtung eingestellt. Damit wird auch die im ersten Beispiel vergebene Adresse 32 des zweiten Sensors wieder frei. Diese könnten dann vom nächsten Empfangsmodul des Nachbargleises genutzt werden.

Um nun den Doppelsensor zur Geschwindigkeitsmessung nutzen zu können, müssen die entsprechenden Einstellungen im Lissy-Empfangsmodul aktiviert und eingestellt werden. In der LNCV 2 wird mit Einstellen des Wertes 0 die Funktion zum Auslesen der Lokdaten über einen Doppelsensor aktiviert. Ausgegeben werden Lokadresse, Zugkategorie, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit.

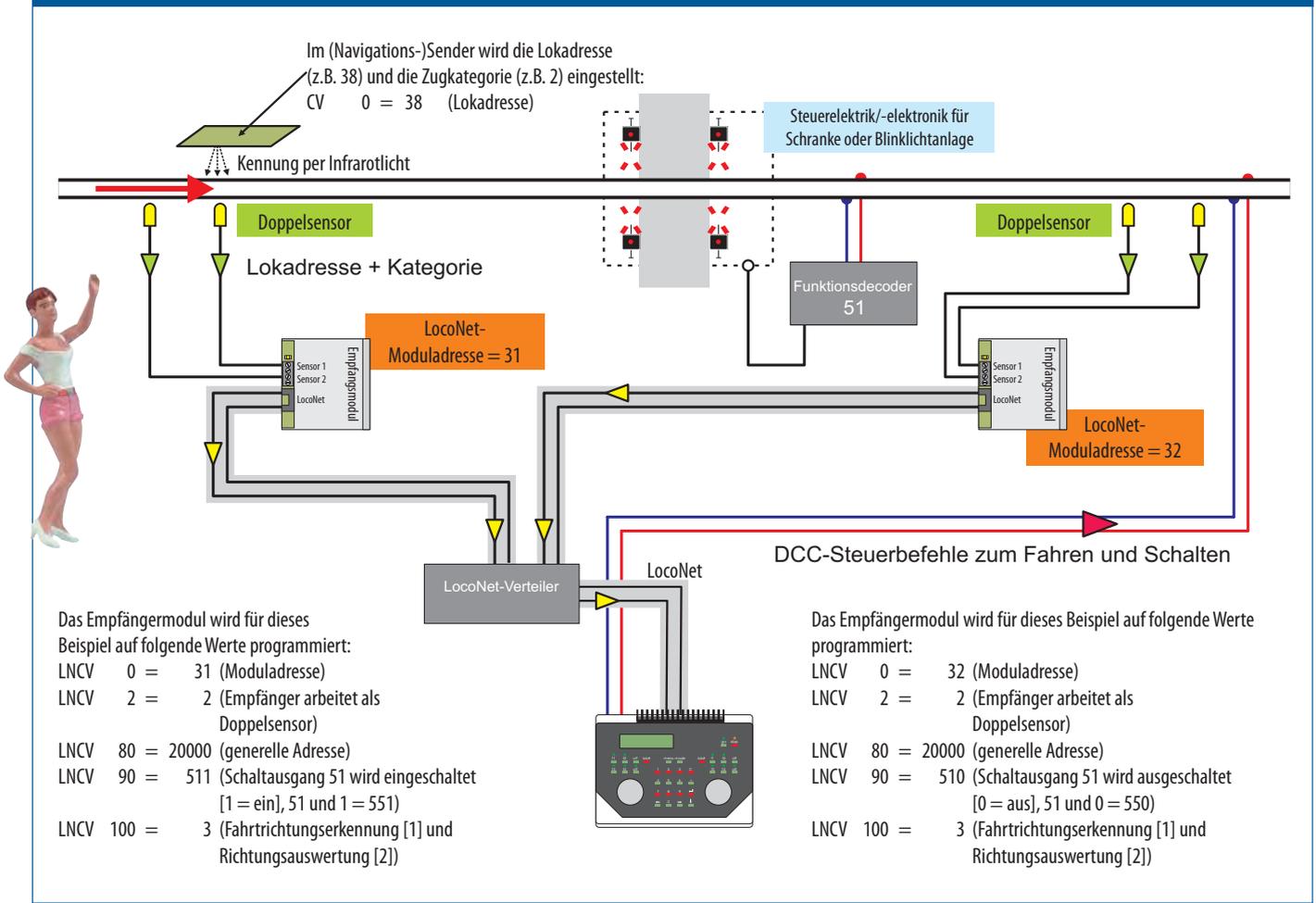
Damit nun der korrekte Geschwindigkeitswert in Abhängigkeit der Baugröße angezeigt wird, muss in der LNCV 14 für die Ausgabe der Lokgeschwindigkeit ein Wert eingetragen werden, der als Skalierungsfaktor (V) bezeichnet wird. Er errechnet sich aus dem Abstand der Sensoren in Millimeter (S) und einer Skalierungskonstanten (A) für die jeweilige Baugröße.

SKALIERUNGSKONSTANTE	
Baugröße	Konstante
1	1-16382
0	20001-20004
H0	20000
TT	20000
N	20000



Für die Erweiterung der Anzeige um Fahrtrichtung und Geschwindigkeit müssen die oben markierten Einstellungen vorgenommen werden. Beim Programmieren mit der Intellibox sind die in der Illustration aufgeführten Werte in die entsprechenden LNCVs des Moduls einzutragen. Diese Vorgehensweise wird Schritt für Schritt in den Handbüchern von Fleischmann und Uhlenbrock beschrieben. Beim Programmieren mit dem LocoNet-Tool muss der erforderliche Korrekturfaktor für die Geschwindigkeitsmessung nicht ausgerechnet werden, es genügen Maßstab und Sensorabstand.

GESCHWINDIGKEITSMESSUNG MIT LISSY



Beispiel:  $V = S * A$

Konkret:  $V = 10 * 1566 = 15660$

Der Wert 15660 wird in die LNCV 14 eingetragen.

Wer mithilfe des LocoNet-Tools programmiert, muss nur den Modus „Geschwindigkeit messen und ausgeben“ anklicken, die gewünschte Baugröße aktivieren und den Sensorabstand in Millimeter eintragen. Sehr praktisch ist die Möglichkeit, die Einstellungen als Datei auf dem PC abzuspeichern. Als Dateiname empfiehlt es sich, der Artikelnummer die Moduladresse hintanzustellen (z.B. 68610-31.lcv).

Will man ein weiteres Lissy-Modul entsprechend konfigurieren, wird eine bereits vorhandene Datei geöffnet, die

Moduladresse und gegebenenfalls der Sensorabstand geändert, die Werte in das Modul geschrieben und auch auf dem PC gespeichert.

SCHALTEN UND STEuern

Bevor man sich mit komplexen Automatikfunktionen auseinander setzt, ist das Einarbeiten in einfachere Schaltaufgaben empfehlenswert. Die in DiMo 3/2012 vorgestellte Pendelstrecke setzt unter anderem das Schalten voraus. Daher soll an dieser Stelle auf das Schalten eingegangen und an einem praktischen Beispiel umgesetzt werden.

Mit LISSY wie auch mit MARCo lassen sich all die Schaltfunktionen auslösen,

die auch manuell über Steuergeräte bedienbar sind. Es können Weichen und Signale gestellt und Bahnübergänge bedient werden. Das Schalten von Fahrzeugfunktionen wie Licht oder Soundfunktionen gehören ebenso dazu.

ABHÄNGIGKEIT DER SCHALTBEFEHLE

Die Schaltaufgaben werden bei Einsatz von LISSY abhängig von Lokadresse und Zugkategorie ausgeführt und erlauben eine Klassifizierung der Schaltbefehle. Zusammen mit MARCo erfolgt die Identifizierung nur über die Lokadresse. Die Identifizierung von Lokadresse und Zugkategorie lässt sich nutzen, um z.B. Züge in die ihnen zugeordneten Abstellgleise eines Schattenbahnhofs zu fahren.

Es können aber auch Schaltbefehle programmiert werden, die von allen Loks bzw. Zügen ausgelöst werden. Diese Eigenschaft ist z.B. beim Aufbau von Blockstrecken notwendig. Eine

PRIORITÄTEN DER BEFEHLSTYPEN		
Prioritätsstufe	Befehlstyp	Adressen
Höchste Priorität	Adressen Fahrzeuge	1-16382
Mittlere Priorität	Kategorie (z.B. Zuggattung, ausschließlich in Verbindung mit LISSY)	20001-20004
Geringste Priorität	generelle Befehle	20000

dritte Gruppe von Schaltbefehlen ist für das Schalten von Fahrstufen, sprich Geschwindigkeitswahl zuständig.

Die Schaltbefehle sind in drei Gruppen aufgeteilt:

1. Schalten von Lokfunktionen
2. Schalten der Fahrstufen  
(Verändern der Geschwindigkeit)
3. Schalten von Weichen, Signalen  
(Schaltfunktionen)

Den drei Schaltgruppen sind in der aufgeführten Reihenfolge drei Bereiche der sogenannten LNCVs von 20-109 zugeteilt. Jeder Bereich umfasst 30 LNCVs mit jeweils zehn Schaltbefehlen, die zusammen einen kompletten Befehlssatz bilden.

Die Befehlssätze sind wiederum dreigeteilt, um strukturiert folgende Einträge vornehmen zu können:

1. Befehlstyp (Adresse, wer schaltet)
2. Befehlswert (was geschaltet wird)
3. Befehlsmodus (wie geschaltet wird)

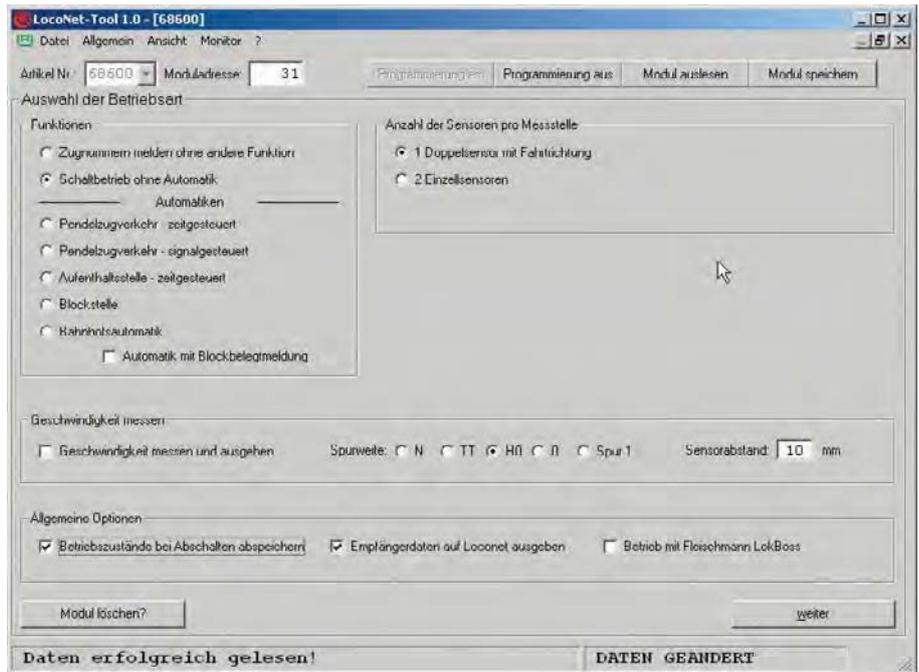
Die in DiMo 3/2012 auf Seite 35 oben stehende Tabelle zeigt detailliert die Zuordnung der LNCV-Gruppen zu den drei Gruppen der Schaltfunktionen und den einstellbaren Eigenschaften.

## PRIORITÄTEN

Neben der beschriebenen Strukturierung der Schaltbefehle ist für die Programmierung noch die Priorität der sogenannten Befehlstypen (siehe Tabelle unten) zu berücksichtigen, die die Schaltbefehle auslösen. Befehle werden durch Erkennen der Lokadresse oder einer Kategorie (z.B. Zug- oder Traktionskategorie; nur bei LISSY) aktiviert. Sollen Schaltfunktionen von allen Fahrzeugen ausgelöst werden, ist für den Schaltbefehl ein genereller Befehl zu hinterlegen. Diese Befehle (Befehlstypen) unterliegen einer Priorität, die beim Programmieren von Schaltaufgaben zu berücksichtigen ist.

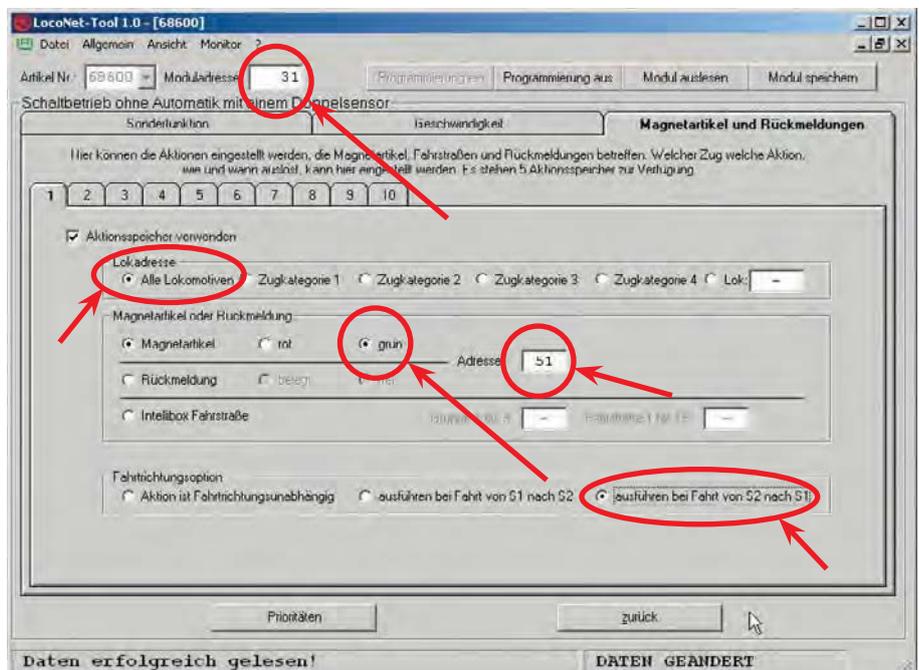
## REIHUNG DER BEFEHLSTYPEN

Werden in der Gruppe von zehn Schaltbefehlen solche gleicher Priorität programmiert, spielt die Reihenfolge keine Rolle. Sollen aber Befehle unterschiedlicher Priorität ausgeführt werden, empfiehlt sich eine bestimmte Reihen-



Mithilfe des LocoNet-Tools ist das Programmieren des Empfängermoduls recht einfach. Im ersten Fenster wird die Funktion für den Schaltbetrieb aktiviert und die Anzahl der Sensoren pro Messstelle eingestellt.

In das Menüfenster des ersten Reiters tragen wir die Befehle unseres Beispiels ein, die dem Befehlssatz der LNCVs 80, 90 und 100 entsprechen (rot eingekreiste Einträge). Um den Bahnübergang (Adresse 51) zu schließen, muss der Ausgang auf Grün (Bit = 1) gesetzt werden. Nur von Sensor 2 nach 1 fahrende Züge sollen den Schaltvorgang auslösen.



## PROGRAMMIERUNG DER LNCVS ZUM SCHALTEN

Befehle	LNCV	...0	...1	...2	...3	
Adresse	8...	20000	20000			
Befehlswert	9...	511	510			
Befehlsmodus	10...	3	2			

folge: Zuerst die Befehle mit geringster Priorität, gefolgt von denen mit der nächsthöheren.

Nur so ist gewährleistet, dass ein Befehl mit hoher Priorität keinen mit

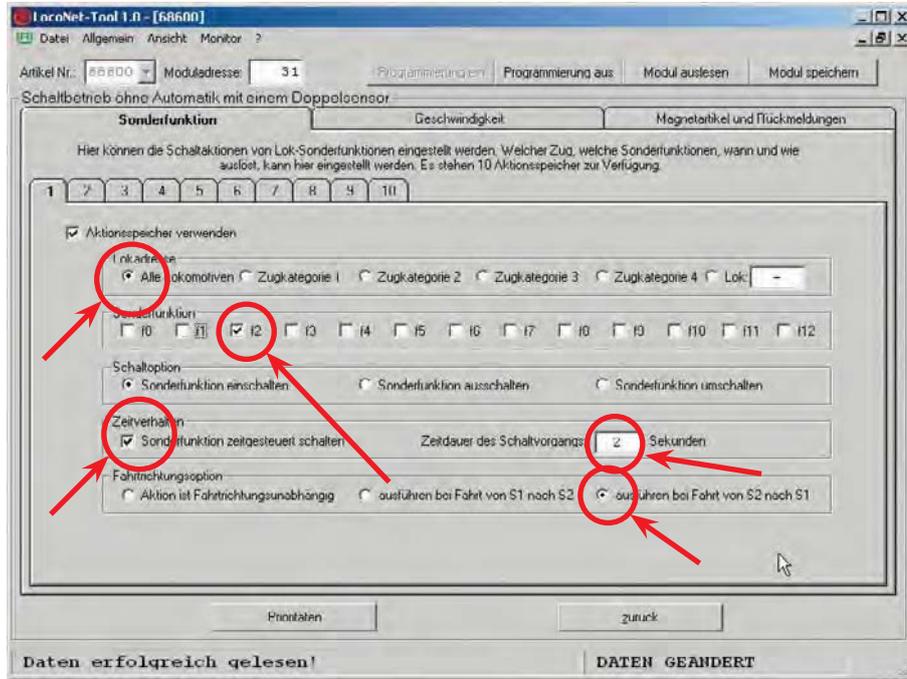
geringerer blockiert. Denn die in den drei Schaltgruppen hinterlegten (programmierten) Befehle werden in der Reihenfolge der aufsteigenden LNCV-Nummern abgearbeitet.

### EIN ODER ZWEI SENSOREN BZW. GLEISABSCHNITTE

Die beiden an ein LISSY-Modul anzuschließenden Sensoren können wie bereits geschildert paarweise installiert werden. Dann stehen alle zehn Befehle zum Schalten für das Sensorpärchen zur Verfügung. Werden hingegen die beiden Sensoren getrennt eingebaut, so stehen für jeden Sensor fünf Schaltbefehle zur Verfügung: für Sensor 1 die LNCVs 80-84 und für Sensor 2 die LNCVs 85-89.

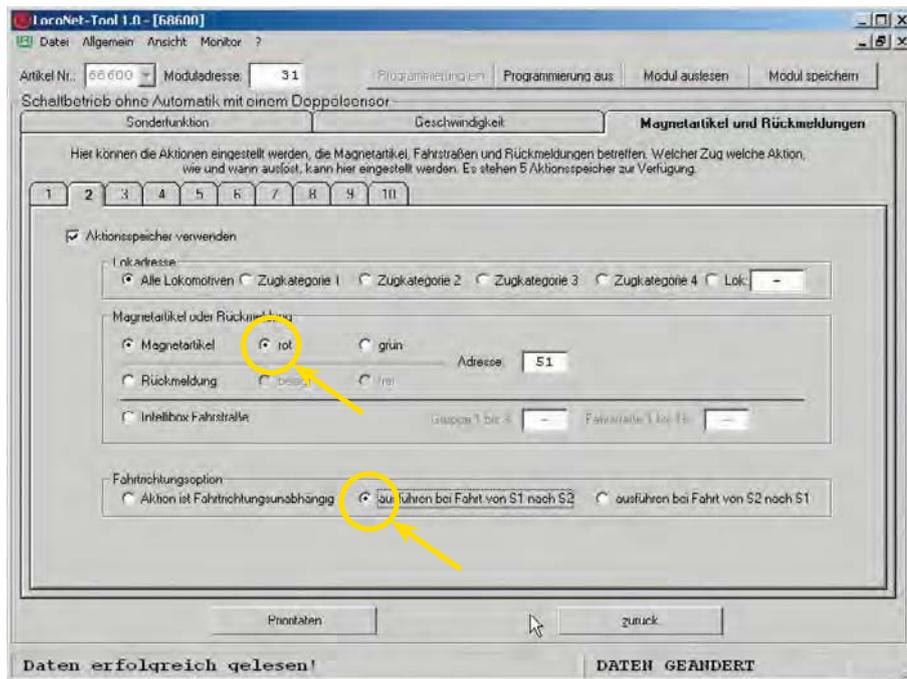
Bei Einsatz als Doppelsensoren können die Schaltbefehle auch abhängig von der Fahrtrichtung gegeben werden. Diese Eigenschaft kennzeichnet die Wirksamkeit des Schaltbefehls. Vergleichen Sie dazu die Tabelle in DiMo 3/2012 auf S. 35 oben.

Bezüglich MARCo gilt Vergleichbares. Da MARCo auf Basis eines Gleisbesetzmelders mit integriertem RailCom-Detektor arbeitet, benötigt man zur reinen Gleisüberwachung nur einen Gleisabschnitt. Gleiches gilt, wenn unabhängig von der Fahrtrichtung Schaltfunktionen ausgelöst werden sollen. Bei Schaltvorgängen, die in Abhängigkeit von der Fahrtrichtung ausgelöst werden sollen, sind zwei direkt hintereinander angeordnete Gleisabschnitte einzurichten.



Je nach Art des gesicherten Bahnübergangs und Epoche ist es erforderlich, dass der Lokführer Warnsignale mit dem Triebfahrzeug gibt. Besitzt das Modell einen Soundbaustein, kann man in dem Menü „Sonderfunktion“ noch in der Lok das entsprechende Geräusch wie Lokpfeife oder Typhon aktivieren. Beispielhaft wird „f2“ für 2 Sekunden eingeschaltet.

Das LISSY-Empfangsmodul mit der LocoNet-Adresse 31 muss für den Zug aus der Gegenrichtung den Bahnübergang wieder öffnen. Im Befehlssatz 2 wird gegenüber dem ersten der Magnetartikel mit Adresse 51 auf Rot gesetzt und das Ausführen bei Fahrt von S1 nach S2.



### VIelfÄLTIGES SCHALTEN

Mit jedem Befehlssatz, bestehend aus Befehlstyp, -wert und -modus, kann nur ein Schaltbefehl gesendet werden. Es lässt sich also z.B. eine einzelne Weiche, ein Signal oder auch ein Bahnübergang schalten. Das Schalten mehrerer Weichen kann nur über die Funktion des Schaltens von Fahrstraßen erfolgen. Dazu muss ein Befehl gesendet werden, der z.B. eine in der Intellibox oder in der IB-Switch hinterlegte Fahrstraße auslöst.

Zu Fahrstraßen gehören Weichen und Signale, deren Adressen sowie erforderliche Schaltbefehle zusammengefasst und einer gemeinsamen Schaltadresse zugewiesen sind. Über diese Schaltadresse wird schlussendlich die Weichenstraße manuell oder über LISSY bzw. MARCo ausgelöst.

Das Schalten von Fahrstraßen, die im IB-Switch eingerichtet sind, nutzt keine

Foto und Illustrationen: gp

Schaltadressen. Hier müssen so genannte Rückmeldebefehle in die entsprechende LNCV eingetragen werden. Die Adressen der Rückmeldungen, die die Fahrstraßen auslösen, sind der Betriebsanleitung der IB-Switch zu entnehmen.

## BEISPIEL BAHNÜBERGANG

Als einfaches Beispiel zum Schalten soll ein Bahnübergang herhalten, dessen Beschaltung auf der Seite 36 dargestellt ist. Der Bahnübergang liegt an einer eingleisigen Strecke, die in beiden Richtungen befahren wird. Um die Fahrtrichtung für das Öffnen und Schließen auszuwerten, werden zwei Doppelsensoren installiert. Der Abstand der Sensoren zum Bahnübergang sollte der Länge des längsten Zugs entsprechen – das nur als Tipp am Rande.

Ob der Bahnübergang von einer Schranken- oder einer Wechselblinkanlage gesichert wird, ist für unser Beispiel ohne Bedeutung. Entscheidend

ist, dass der Bahnübergang über die Funktionsadresse 51 geschaltet wird. Ist der Funktionsausgang eingeschaltet, steht das Bit auf 1 und die Schranken senken sich bzw. die Wechselblinkanlage blinkt. Ist der Ausgang ausgeschaltet, steht das Bit auf 0 und die Schranken heben sich bzw. die Wechselblinkanlage ist aus. Diese Funktion muss z.B. bereits über die Zentraleinheit zu schalten sein.

Ein Empfangsmodul soll beispielhaft auf die Adresse 31 und das andere auf 32 eingestellt werden. Des Weiteren soll das Modul auf alle mit Sendemodulen ausgerüsteten Fahrzeuge reagieren. In der LNCV 80 wird daher die Adresse 20000 eingetragen und in der Software der entsprechende Punkt markiert.

Wichtig ist noch die Angabe der Schaltadresse und dass zum Schließen des Bahnübergangs das Schaltbit auf 1 bzw. Grün gesetzt wird. In der LNCV 90 werden die Adresse 51 und die Ziffer 1 für den Zustand des Schaltbits als Zahl 511 programmiert.

Letzter wichtiger Eintrag ist die Fahrtrichtung, auf die das Empfangsmodul zu reagieren hat. In der Software ist es die Fahrtrichtungsoption „Ausführen bei Fahrt von S2 nach S1“. Wer per LNCV-Programmierung die Einstellung vornimmt, muss in die LNCV 100 den Modus als Summe folgender Werte eintragen: Wert „1“ für Fahrt von S2 nach S1 und Wert „2“ für Berücksichtigung der Fahrtrichtung. Der Gesamtwert ist 3, der in die LNCV 100 eingeschrieben werden muss. Die einzutragenden Wertigkeiten sind den Tabellen in den Handbüchern (Uhlenbrock/Fleischmann) der Empfangsmodule zu entnehmen.

Das Programmieren mithilfe der Intellibox bzw. den Zentralen von Fleischmann oder Piko erfolgt über LNCVs. Hat man sich erst die Werte der LNCVs zusammengesucht, ist das Programmieren fast ein Kinderspiel. Das entsprechende Menü ist nur bei Geräten mit aktueller Software verfügbar.

*gD*



## Bussysteme – Systembusse

# PÄCKCHEN PACKEN

Wofür ist bei der Modellbahn eigentlich ein Bus gut? Dreht man zum Beispiel am mobilen Fahrregler, muss das Gerät, das die Gleise mit Fahrstrom versorgt, dies auch mitbekommen. Oder man drückt am Stellpult eine Taste und der passende Weichenbefehl muss erzeugt werden. Für die jeweilige Informationsweiterleitung sorgt der Systembus, an den Handregler, Tasten, Anzeigen und auch die Digitalzentrale angeschlossen sind.

**D**ie Verbindung zwischen Handregler und Fahrstromerzeugung ist auch mit einfachen Leitungen herstellbar, so, wie es im analogen Umfeld viele Jahrzehnte praktiziert wurde und auch noch wird. Hat man es allerdings mit einem Digitalsystem zu tun, begäbe man sich vieler Vorteile der Bit-und-Byte-Technik, setzte man auf die jeweilige 1:1-Verkabelung von Reglern, Tastenfeldern, Anzeigen und Zentralen. Die Lösung ist ein Datenbus, auf den alle Geräte zugreifen können. Der Systembus ist also eine universelle Möglichkeit, Informationen zu übermitteln.

Ein Stichwort in diesem Zusammenhang ist „Datenpaket“. Unser Handregler packt alle relevanten Informationen (z.B. Reglerdrehgeschwindigkeit, Drehwinkel) in gleichförmige Päckchen und schickt diese nach einem vorher fest-

gelegten Verfahren zur Auswertung an die Zentrale. Diese antwortet, wenn es notwendig ist, in gleicher Weise. Zum Transport der Datenpakete dient der Bus.

Das ganze Verfahren ist mit der Brief- und Paketpost vergleichbar. Tatsächlich hat ein Datenbus viele Ähnlichkeiten mit der Brief- und Paketzustellerei. Hier wie dort wird von einem Sender etwas an einen Empfänger gesandt, es gibt jeweils sinnvolle Verfahren zur Adressierung, damit die Sendung auch richtig zugestellt werden kann.

Um also bei der Analogie zu bleiben: Der Handregler nimmt sein Datenpaket, klebt die Adresse der Zentrale außen drauf und schickt es los. Der Empfänger packt das Paket wieder aus und die Zentrale tut mit dem Paketinhalt (den Daten), was eine Digitalzentrale eben so mit Handreglerdaten tut. Transportiert wurde unser Paket über ein Medium, bei Digitalsystemen ist dies üblicherweise ein Kabel, in jüngerer Zeit aber auch Infrarot oder Funk. Die Post nimmt für diesen Zweck Autos, auch das kennt man.

Wichtig ist hier die Gemeinsamkeit der Paketierung. In beiden Fällen, Post und Handregler, werden die zu transportierenden Inhalte in einen abgegrenzten Behälter gesteckt, dieser wird adressiert und auf die Reise geschickt.

Warum es wichtig ist zu wissen, dass die Daten in definierten Blöcken oder Paketen transportiert werden, wird später noch deutlicher. Zunächst aber bildet diese Aufteilung die Grundlage,



um den Inhalt adressieren zu können. So, wie man zum Beispiel einen Haufen Reis am besten in eine stabile Tüte packt, auf die dann ein Adressaufkleber kommt, ist es sinnvoll, unsere winzigen Datenmengen, die zum Beispiel beim Drücken einer Funktionstaste entstehen, in ein Datenpaket zu packen und dieses dann zu adressieren. Theoretisch könnte man natürlich auch jedes Reiskorn einzeln adressieren, diesen Gedanken müssen wir aber nicht ernsthaft weiter verfolgen ...

## DEFINITIONSFRAGEN

Bei der Post kann man Briefe, Päckchen und Pakete aufgeben. Transportiert werden diese jedoch getrennt. Jedes der eingesetzten Transportverfahren hat seine Stärken und Schwächen: Briefe sind zwar meist recht schnell, aber im Volumen begrenzt. Pakete brauchen länger, dafür dürfen sie aber auch richtig schwer sein. Päckchen liegen irgendwo dazwischen.

Ähnlich verhält es sich auch bei den Daten: Es gibt, unabhängig vom Über-

tragungsmedium, verschiedene Methoden, die Datenpakete zu definieren und dann zu bewegen, und jede hat ihre spezifischen Vor- und Nachteile.

Nun haben wir die drei wichtigsten Aspekte des Datenversands zusammen: Ein Bussystem ist (vereinfacht) nichts anderes, als eine definierte Zusammenstellung aus Medium (z.B. welche Kabel wie zu verschalten sind), Paket-Packanweisung (wieviele Datenhäppchen in welcher Form anzuordnen sind) und Adressierungsvorschrift (z.B. nur für bekannte Teilnehmer des Busses oder universell für unbekannte Empfänger).

Gerade letzter Punkt ist bei den Bussen wichtig, denn anders als bei der Post gibt es hier auch Unterscheidungen danach, wer eine Kommunikation initiieren darf. Bei Master-Slave-Systemen gibt es einen Chef, der „Rederechte“ zuteilt und die anderen Teilnehmer von der Pflicht entlastet, gleichzeitiges „Gequassel“ zu vermeiden. Bei Multi-Master-Systemen hingegen muss jeder Teilnehmer selbst darauf achten, andere nicht zu unterbrechen und auch bei Zeiten selbst mit der Busbelegung aufzuhören.

Streng genommen springen wir hier im Moment gedanklich zwischen verschiedenen Ebenen der Informationsübermittlung munter hin und

funktioniert eine Internetverbindung über Kabel, über Funk, über Satellit in gleicher Weise, das Übertragungsmedium ist jedoch jeweils ein völlig Anderes. Wir müssen also mindestens unterscheiden zwischen physikalischer Übertragung (Kabel, Funk, ...), Definition der Bit-Übertragung (CAN, Ethernet, ...) und dem Protokoll zum Packen und Adressieren der Daten (TCP/IP, Sx-Protokoll, ...). „Bussystem“ bei der Modellbahn bezeichnet in der Regel eine typische Kombination dieser Komponenten.

## VOM BUSSYSTEM ZUM SYSTEMBUS

Bussysteme bei der Modellbahn sind in der Regel Systembusse, also von einem Hersteller spezifisch für seine Anforderungen entwickelt oder ausgesucht und angepasst worden. Technische Grundlage sind teilweise von der Elektronikindustrie in großen Mengen und daher preiswert hergestellte Schnittstellenbausteine, die auf der elektrischen Ebene vermitteln (Definition des Mediums, z.B. RS 422, RS 485, CAN). Zum Teil sind jedoch auch die elektrischen Spezifikationen in den Küchen der Modellbahn- bzw. Zubehörhersteller selbst entstanden, als Beispiel seien das LocoNet und der Sx-Bus genannt.

Bei der Datendefinition haben die verschiedenen Hersteller „natürlich“ noch mehr genau das getan, was sie für richtig hielten und sich nicht um Interoperabilität bemüht. In der Folge sind die Bussysteme teilweise ohne Master, teilweise mit einem solchen organisiert, teilweise sind sie nur zur Übertragung der Daten einer Gerätesorte (Lenz-RS-Bus) vorgesehen. Bei anderen Systemen kann man am Bus jeden Befehl an die Anlage und jede von dort gemeldete Zustandsänderung mitlauschen und so jederzeit auf dem Laufenden sein, was wo läuft und sogar Einfluss auf das Geschehen nehmen. Mit diesen Bussen lassen sich Modellbahnsteuerungen ohne Zentrale bzw. mit verteilter Intelligenz aufbauen, als Beispiel diene das LocoNet.

Auch eine gleiche technische Basis verspricht keine Kompatibilität: Zimo, Märklin und ESU setzen jeweils ein CAN-System ein, sie haben sich jedoch für unterschiedliche Geschwindigkeiten

und Adressierungsvarianten entschieden, von der völlig unterschiedlichen Interpretation der übertragenen Nutzdaten-Bytes mal abgesehen.

Ein weiteres Bussystem ist regelmäßig Thema bei uns, man nimmt es aber nur selten als solches wahr: DCC mit Rail-Com und mfx erfüllen in Kombination mit Zentralen, Gleisen und Loks alle Kriterien! Die Spezifikationen des Mediums sind eindeutig (Gleisspannung, Signalformat etc.). Wie Daten zu übertragen sind und was sie bedeuten ist festgelegt und genormt bzw. de-facto-Standard. Die Möglichkeit zur Adressierung, also die gezielte Ansprache eines Empfängers, ist systemgegeben bzw. sogar Sinn des Systems an sich.

## DIE ZUKUNFT

Bussysteme bauen spezifische und von den Aufgaben geprägte Übertragungswege zu einer begrenzten Anzahl von Empfängern und Sendern auf. Einen Schritt weiter gehen Netzwerke. Ethernet mit TCP/IP wurde entwickelt, um offen zu sein für eine nur theoretisch begrenzte Zahl an Netzwerkteilnehmern. Dies erfordert entsprechend hohen Aufwand bei der Adressierung, es entsteht ein relativ großer „Verwaltungs-overhead“. Auf der anderen Seite stehen eine hohe Geschwindigkeit, eine massenhafte Verbreitung und damit preiswerte Standard-Komponenten sowie eine enorme Anpassungsfähigkeit an jede Aufgabenstellung. Letzteres ergibt sich aus der Kapselung von Daten und die Trennung in verschiedene

*Mit entsprechender Ausrüstung kann man beobachten, was sich auf dem Bus tut. Hier werden Fahrbefehle an einen Gleissignalprozessor gesendet, die dieser umgehend bestätigt.*



her. Streng genommen wird technisch zwischen sieben verschiedenen Übertragungsschichten unterschieden, die jeweils eine spezifische Aufgabe haben (OSI-Schichtenmodell).

Für uns hier ist wichtig, dass das Übertragungsmedium und die Päckchendefinition nicht zwingend aneinander gekoppelt sind. Beispielsweise





## BUSSYSTEME BEI DER MODELLBAHN

Systembus	Zentrale	Technik, Anmerkungen und Quellen
BiDiBus	open Source	RS 485; open source: <a href="http://www.bidib.org/bidibus/bidibus.html">www.bidib.org/bidibus/bidibus.html</a>
EasyNet	Tams MasterControl	Proprietärer Bus für Tams-Geräte; Dokumentation auf Anfrage: <a href="http://www.tams-online.de">www.tams-online.de</a>
ECoSLink	Märklin CS 1, MS 1 ECoS MS reloaded ECoS 1, ECoS 2	CAN-System; Inoffizielle Doku: <a href="http://www.skrauss.de/modellbahn/CAN_Doku_V101.pdf">www.skrauss.de/modellbahn/CAN_Doku_V101.pdf</a>
Ethernet	Roco Z21, WeCom-Zentrale auch ESU, Märklin, Viessmann	Standard-Netzwerktechnik; bei Z21 und WeCom zur Inter-Geräte-Kommunikation genutzt, sonst als Schnittstelle Zentrale->PC
LocoNet	Uhlenbrock Intellibox I u. II u. Derivate (Fleischmann TwinCenter, Piko DigiPowerBox) Fleischmann LokBoss Digitrax-Zentralen Roco Z21	Entwicklung u. Lizenzgeber: Digitrax, USA Lizenznehmer: <a href="http://www.digitrax.com/support/loconet/loconet-licensees">www.digitrax.com/support/loconet/loconet-licensees</a> <a href="http://www.digitrax.com/static/apps/cms/media/documents/loconet/loconetpersonaledition.pdf">www.digitrax.com/static/apps/cms/media/documents/loconet/loconetpersonaledition.pdf</a> <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/LocoNet">de.wikipedia.org/wiki/LocoNet</a>
LSB, HSB	Viessmann Commander	LSB kompatibel zu XPressNet; HSB proprietär
µcon-Bus	Geräte von lokstoredigital	RS 485; Dokumentation auf Anfrage: <a href="http://www.lokstoredigital.de">www.lokstoredigital.de</a>
Märklin I2C-Bus	Märklin 6020, 6021 Uhlenbrock Intellibox I u. II u. Derivate	I <sup>2</sup> C-System; Inoffizielle Doku: <a href="http://home.arcor.de/dr.koenig/digital/i2c.htm">home.arcor.de/dr.koenig/digital/i2c.htm</a>
Märklin CAN-Bus	Märklin CentralStation 2, MobileStation 2	CAN; <a href="http://medienpdb.maerklin.de/produkte/pdfs/CS2_can-protokoll_1-0.pdf">medienpdb.maerklin.de/produkte/pdfs/CS2_can-protokoll_1-0.pdf</a>
Maus-Bus	Roco Lokmaus 1	„X-Bus light“ – funktionsreduziertes Derivat des Lenz-X-Bus
RMX, RMX <sup>7</sup>	Rautenhaus-RMX-Zentralen	Basis: Sx-Bus; RMX <sup>7</sup> fasst zwei Busstränge zusammen in ein Kabel
RocoNet	Roco-Zentralen	Kompatibel zu Lenz-XpressNet
RS-Bus	Lenz LZ 100, LZV 100, LZV 200	Proprietärer Bus von Lenz für Rückmelder, 20-mA-Stromschleife; <a href="http://www.digital-plus.de/digitalplus-melden.php">www.digital-plus.de/digitalplus-melden.php</a> <a href="http://www.der-moba.de/index.php/RS-Rueckmeldebus">www.der-moba.de/index.php/RS-Rueckmeldebus</a>
(Rückmeldebus)	Roco 10761, 10764, MultiZentrale, Z21	Inkompatible Ableitung vom RS-Bus; nur für Roco-Rückmelder 10787
Sx-Bus	Uhlenbrock Intellibox I u. II u. Derivate Zentralen von MTTM, MÜT, Rautenhaus, Stärz	Von D&H für Trix entwickelt; Normung nach NEM <a href="http://www.miba.de/morop/nem680_d.pdf">www.miba.de/morop/nem680_d.pdf</a> und <a href="http://www.miba.de/morop/nem681_d.pdf">/nem681_d.pdf</a> <a href="http://sx-wiki.mec-arnsdorf.de/wiki/index.php/Datensignale">sx-wiki.mec-arnsdorf.de/wiki/index.php/Datensignale</a>
XpressNet (früher X-Bus)	Lenz LZ 100, LZV 100, LZV 200 Roco (=> „RocoNet“) Atlas USA (OEM der Roco-Geräte) Hornby Select, Elite Fleischmann MultiZentrale/MultiMaus	Lenz-Entwicklung; RS 485 in multipoint-Technik; <a href="http://www.digital-plus.de/digitalplus-xpressnet.php">www.digital-plus.de/digitalplus-xpressnet.php</a> <a href="http://www.lenzusa.com/manuals/xpressnet/xpressnet.pdf">www.lenzusa.com/manuals/xpressnet/xpressnet.pdf</a>
Zimo CAN	Zimo-Zentralen	CAN-System; <a href="http://www.zimo.at/web2010/products/can.htm">www.zimo.at/web2010/products/can.htm</a>

logische Transportschichten. Roco und WeCom machen mit ihren neuen Geräten vor, wie man sich diese Stärken zu nutze machen kann.

Die verschiedenen und teilweise schon recht alten Systembusse werden die Modellbahn noch auf Jahre, wenn nicht gar Jahrzehnte hinaus begleiten. Sie alle erfüllen ihre Funktion im begrenzten Rahmen einer Heim-Modellbahn-Anlage, so dass man sich als Hobbyist nach Gefallen für oder gegen ein System entscheiden kann. Höhere Anforderungen, wie z.B. die Kommunikationsvermittlung bei einer großen Ausstellungsanlage, gehen über die Möglichkeiten mancher der Systembusse bereits hinaus – dafür wurden sie jedoch auch nicht geschaffen.

Auch heute gibt es Hersteller, die sich an neuen Definitionen für spezialisier-

te Busse versuchen. So ist z.B. Lokstoredigital vor wenigen Monaten mit dem auf RS 485 basierenden µcon-Bus auf den Markt getreten (Eine detaillierte Vorstellung folgt in der nächsten Ausgabe der Digitale Modellbahn). Der „Arbeitskreis BiDiB“ hat mit BiDiB ein medienunabhängiges zeitgemäßes Protokoll zur Übermittlung von Modellbahninformationen entwickelt, das bereits von einigen Herstellern unterstützt wird und sicher auch noch weitere Verbreitung finden wird.

Auf der anderen Seite verstärkt sich die Tendenz, auf DAS universelle Bus-system unserer Zeit, das Ethernet mit TCP/IP zu setzen. Alle jüngeren Zentralen weisen Netzwerkschnittstellen auf, sie werden allerdings unterschiedlich genutzt. Hier eine Norm zu schaffen, die typische Modellbahninformationen

in allgemein verständliche IP-Päckchen packt, wird eine der Aufgaben der nächsten Jahre sein. Davon abgesehen, ist es nur noch eine Frage der Zeit, bis die ersten Anlagenkomponenten erscheinen, die direkt über preiswerte Ethernettechnik angesprochen werden können.

Dass es schwierig ist, Brücken zwischen den einzelnen bestehenden Systemen zu schlagen, liegt in der Natur der Sache. Für den technisch interessierten Modellbahner muss dies jedoch nicht unbedingt ein Nachteil sein: Die Integration verschiedener Komponenten verschiedener Hersteller kann eine wohlthuende Herausforderung sein und darüber die Beschäftigung mit den Bits und Bytes eines Bussystems zu einem Hobby im Hobby werden.

Guido Weckwerth/tp

**E**ine kleine Entwicklergemeinde von Modelleisenbahnern hat sich zur Aufgabe gemacht, auf der Basis des BiDiB benutzerfreundliche Baugruppen zu entwickeln, von Modellbahnern für Modellbahner. Unser Ziel mit BiDiB ist, eine herstellerübergreifende Plattform zu schaffen. Dass BiDiB damit auf dem richtigen Weg ist, können wir an der steigenden Nachfrage erkennen.

### *Was gibt es neues über die Entwicklung zu berichten?*

Das System ist fertig und läuft, d.h. es gibt schon Implementierungen in Soft- und Hardware. Der Bereich „Fahren“ und „Melden“ wird abgedeckt von einem Baustein, der zugleich als Belegmelder und Booster agiert. Optional gibt es ihn auch mit Kehrschleifenelektronik. Der Baustein GBMboost kann flexibel je nach geladener Software als Busmaster und Zentrale agieren, aber auch als Bus-Knoten eingesetzt werden. Für die Funktionen „Fahren und Melden“ benötigt man nur noch eine Baugruppe.

Dann gibt es für den Bereich „Schalten“ einen Decoder der Extraklasse mit dem Namen „LightControl“. Das ist ein Lichtbaustein mit 32 LED-Ausgängen, 8 Eingängen, 16 Power-Ausgängen zum Schalten von größeren Lasten oder Weichenantrieben sowie vier Servo-Ports. Die Besonderheit dieses Bausteins liegt aber nicht allein in der Vielzahl der Ports, sondern in der Möglichkeit, durch eigene Makros seine individuellen Effekte zu gestalten. Mit diesem Decoder kann man die Vielfalt der bisher notwendigen Decoder für eine Modellanlage fast komplett ersetzen.

Es sind aber auch einfachere Baugruppen entstanden, wie z.B. ein s88-BiDiB-Umsetzer zur Integration vorhandener Melder, oder auch MoBaList mit 24 Ausgängen für LEDs und Lämpchen ([www.mobalist.de](http://www.mobalist.de)).

Und bei dieser Auswahl wird es nicht bleiben. In der Entwicklerpipeline stehen 2- und 8-fach-Servo-BiDiB-Decoder sowie ein 16-fach-BiDiB-Meldebaukasten für Reedkontakte, Hallensoren und Infrarotlichtschranken. Damit lassen sich durch punktuelle Meldung Rangierbewegungen oder auch ein CarSystem integrieren.

## Der bidirektionale Bus als systemübergreifende Datenautobahn

# BiDiB – EIN NEUER WEG

Über den neuen BiDiBus von OpenDCC wurde schon in Digitale Modellbahn 4/2011 berichtet. Aus den Ideen wurde Realität und es entstand ein Modellbahnbus auf dem neuesten Stand der Technik. Christoph Schörner stellt die aktuelle Entwicklung vor.

### *Kann man BiDiB-Komponenten in ein bestehendes Digitalsystem integrieren und welche Komponenten machen Sinn?*

Die Vorgehensweise ist hier anders herum. Nicht die BiDiB-Komponenten werden in ein anderes System, sondern das bisherige Digitalsystem in BiDiB als übergreifendes System integriert. BiDiB wurde ja gerade deswegen entworfen, um an Stellen, an denen traditionelle Systeme Probleme haben (z.B. bei Datensicherheit, Übertragungsbandbreite, Reaktionszeit, punktgenaues Halten), eine signifikante Verbesserung zu erreichen und im Bereich „Melden“ mit RailCom für die Zukunft gerüstet zu sein.

### *Welche Features bringen die neuen BiDiB-Komponenten und wie könnte eine Topologie der neuen Digitalsteuerung aussehen?*

Ein Vorteil fällt jedem Modellbahner auf, wenn er mal kurz unter die Anlage schaut. Extrem vereinfachte Verkabelung, weil alle Bausteine von Fahren, Melden und Schalten über einen einzigen Bus geführt werden, den BiDiBus.

Auch bei der Inbetriebnahme und dem späterem Betrieb wird es dem Anwender leicht gemacht. Es gibt keine Decoderadressen, weil das System automatisch seine Teilnehmer und Ausgänge kennt. Dies ist eins von vielen neuen Features für alle Modulbahner.

Jetzt kann der Anwender seine Module in jeder Reihenfolge aufstellen und muss sich keine Gedanken über Meldeadressen machen.

### *Wer initiiert die Weiterentwicklung?*

Momentan arbeiten die Firmen Tams, Blücher sowie die Softwareanbieter Windigipet und rocrail an der Implementierung. Weitere Firmen haben Ihr Interesse schon gezeigt, halten sich aber noch bedeckt. Wir gehen davon aus, dass mit der steigenden Nachfrage nach BiDiB noch viele Anbieter nachziehen werden. Die Weiterentwicklung wird aktuell als OpenSource von engagierten Modellbahner angetrieben, deren beruflicher Hintergrund in der Kommunikationstechnik bzw. in der Hard- und Softwareentwicklung liegt.

### *Alle Signale stehen auf grün ...*

... und wer auf den neuen Zug mit aufsteigen möchte, kann sich auf den Internetseiten unten im Infokasten weiter informieren. Seit ein paar Wochen gibt es die BiDiB-Komponenten als Bausätze und noch diesen Herbst für den GBM einen SMD-vorbestückten Baustein.

*Christoph Schörner*

#### INFO-LINKS

<http://www.bidib.org>  
<http://www.fichtelbahn.de>  
<http://www.opendcc.de>



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.

**B**eim 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

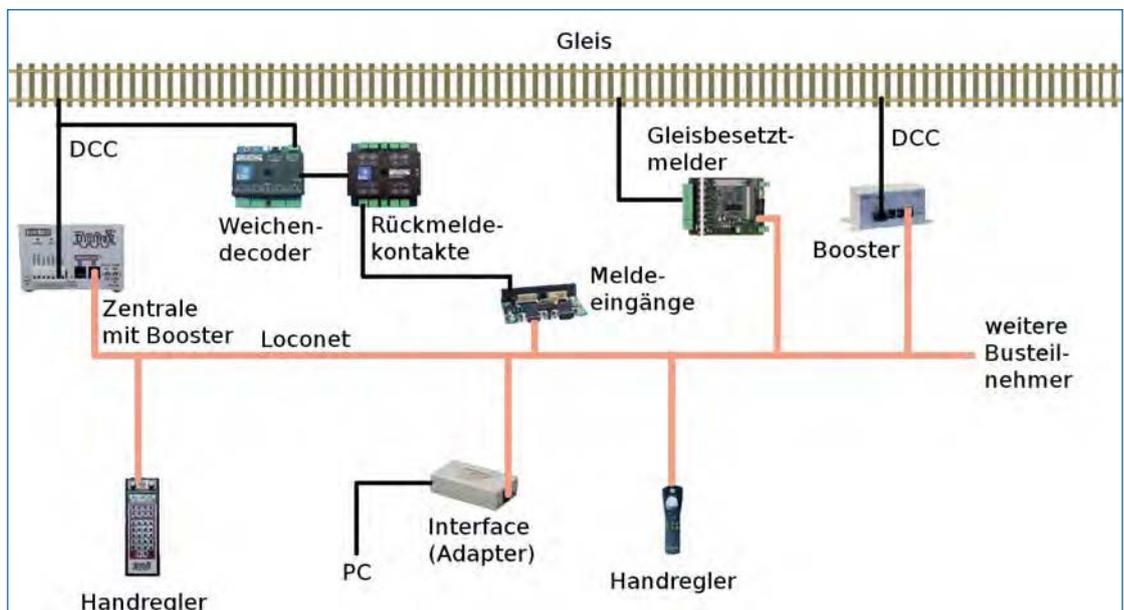
würde, wenn die Internet-Provider die alleinige Entscheidungsgewalt über Neuerungen gehabt hätten ...

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.

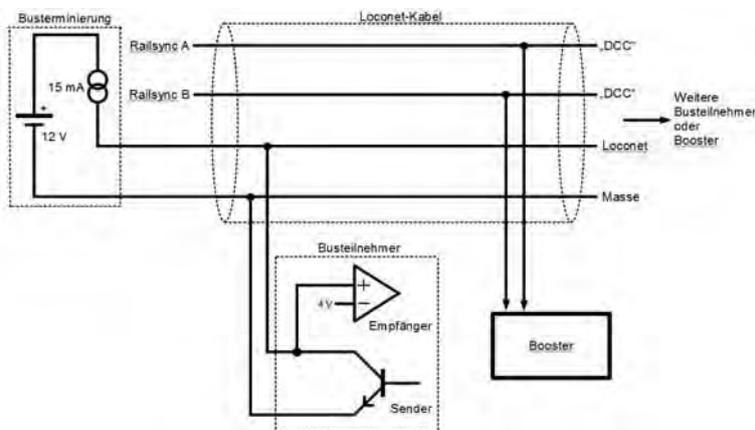
Digitrax hat die Details zu den Datenformaten offengelegt, leider aber unverändert mit Stand 1997. Beim Anschluss von Handreglern und Boostern, das sind sicher die Hauptanwendungen, muss man sich da wenig Sorgen machen. Schon bei manchen Gleisbesetztsmeldern oder gar noch

*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 Bustermiinierung 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](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 mm<sup>2</sup>) anstatt des empfohlenen AWG 26 (0,14 mm<sup>2</sup>) 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.



Selectrix – traditionell und doch innovativ

# DAS SELECTRIX-SYSTEM UND SEIN BUS

**E**hemals für Trix von Doehler & Haass entwickelt, ist Selectrix nun seit fast 30 Jahren am Markt und behauptet sich nach wie vor – auch wenn DCC mittlerweile im Zwei- und Dreileiter-Gleichstromsektor die größten Marktanteile besitzt. Warum hat es im Gegensatz zu anderen herstellereigenen Systemen nicht nur überlebt, sondern wird immer noch weiterentwickelt?

Mittlerweile gibt es Selectrix-Zentralen und -Komponenten hauptsächlich von unabhängigen Herstellern, dazu gesellen sich einige Selbstbau-Projekte im Internet. Es dürfte daran liegen, dass es von Anfang an als Gesamtsystem mit einheitlicher Datenstruktur konzipiert wurde und nicht nur als Gleisformat oder Bus. Dazu hat es sich als absolut robust und zuverlässig erwiesen, was ebenfalls mit der Art der Datenübertragung zu tun hat. Selectrix in seiner ursprünglichen Form ist in den Normen NEM 680 und 681 dokumentiert.

Der SX-Bus überträgt die Daten nicht wie andere Bussysteme ad-hoc bei Bedarf, sondern verhält sich wie ein spezieller Datenspeicher, genau genommen ein 112 Byte großes Schieberegister. Wie in der Informatik üblich, beginnt die erste Adresse bei 0. Die höchste Adresse ist demzufolge 111. Jede dieser Adressen ist gewöhnlich einem Teilnehmer fest zugeordnet, unabhängig davon, ob es sich dabei um einen Lokdecoder, Besetzmelder, Weichendecoder oder um ein anderes Gerät handelt.

Der Inhalt bzw. Datenwert einer Adresse umfasst ein Byte (= 8 Bit). Je nach Art des Teilnehmers haben die Bits eine unterschiedliche Bedeutung. Bei einem Besetzmelder spiegeln die 8 Bit den Zustand von 8 überwachten Abschnitten wider: steht das Bit auf 0, ist das Gleis frei, eine 1 bedeutet besetzt. Ähnlich beim Weichendecoder: Eine 0 bedeutet Geradeausfahrt, eine 1 bedeutet Abzweig. Zur Loksteuerung hingegen

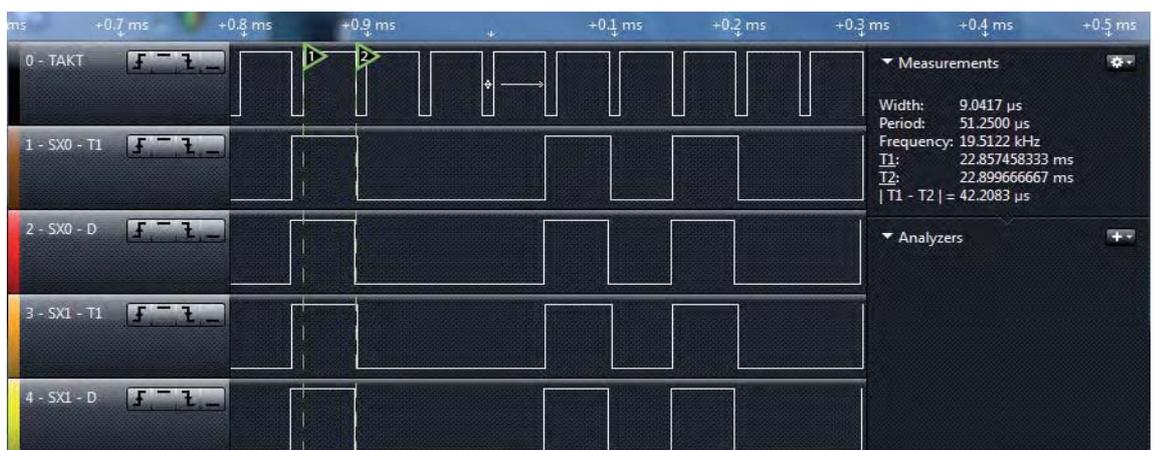
Ein Gesamtüberblick auf das traditionsreiche System zeigt sowohl die technischen Grundprinzipien als auch aktuelle Weiterentwicklungen. Aktuelle Zentralen mit dem neuen Format Selectrix 2 bieten dem Modellbahner im digitalen Zeitalter viele neue Möglichkeiten.

werden 5 Bit für die Geschwindigkeit ( $2^5 = 32$  Fahrstufen inkl. 0) und jeweils ein Bit für Fahrtrichtung, Beleuchtung und Zusatzfunktion verwendet.

Somit stellt der Inhalt aller 112 Adressen den gesamten Zustand der Modellbahnanlage dar. Entsprechende PC-Programme sind dadurch in der Lage, auf einen Schlag alle Informationen über Weichenstellungen, belegte Abschnitte, fahrende Züge usw. zu erfassen und darzustellen.

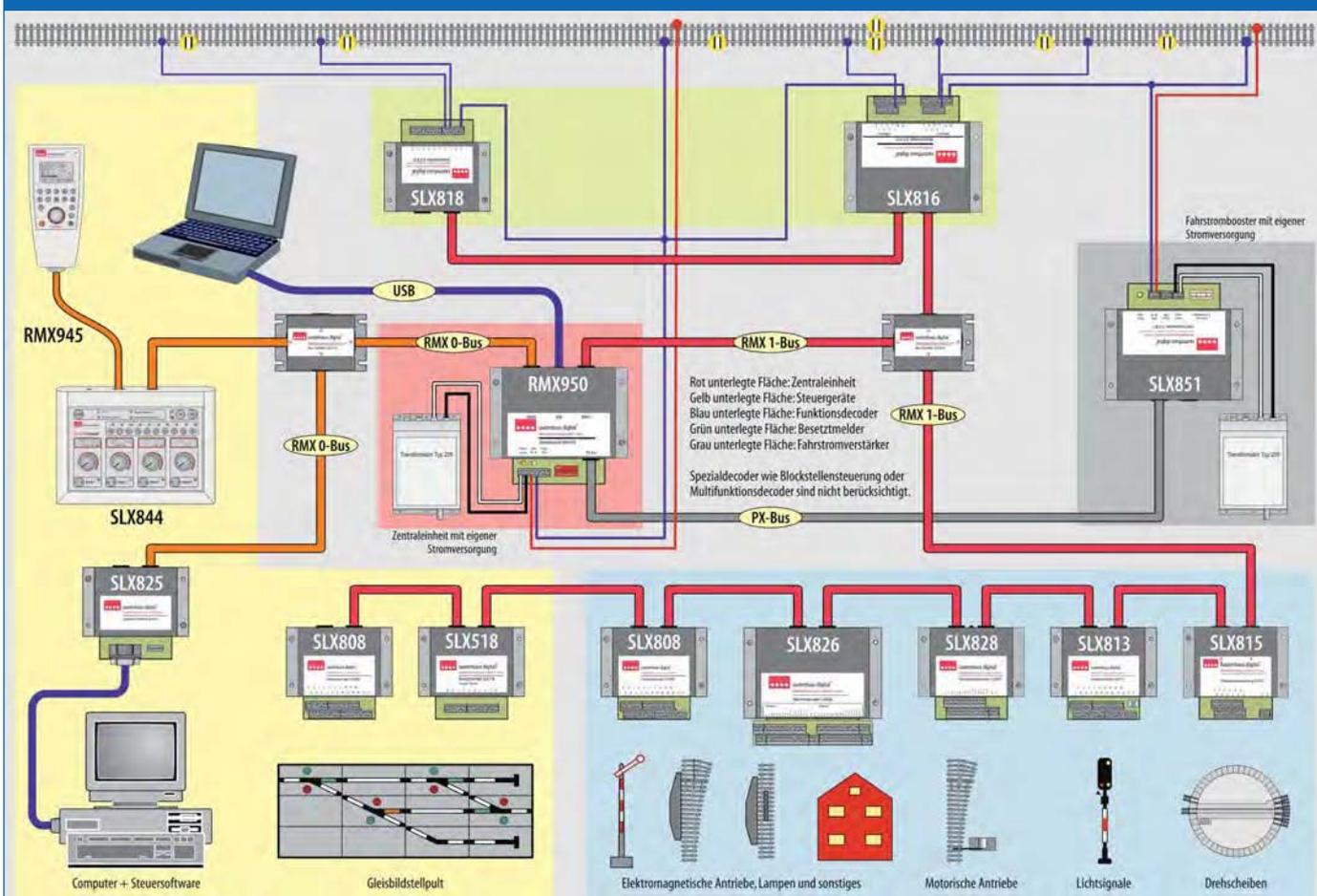
Auch einfache Automatismen, wie Block- und Weichensicherung, lassen sich durch diese Systemarchitektur ganz ohne Computer realisieren: Wird ein Funktionsdecoder für Blocksignale auf dieselbe Adresse wie ein Besetzmelder programmiert, dann zeigt das Signal je nach Belegung des Blocks entweder Hp0 oder Hp1. Im Zusammenspiel mit einem Relais kann auch noch der Halteabschnitt vor dem Signal stromlos geschaltet werden, fertig ist die automatische Blocksicherung. Apropos Halteabschnitte: Wird die Trennstelle eines stromlos schaltbaren Abschnitts vor einem Signal mit einer schnellen Schottky-Diode überbrückt, gibt es keine ruckartige Notbremsung, sondern die Lokomotive brems langsam bis zum Stillstand mit der im Decoder eingestellten Verzögerung.

*Aufzeichnung an einer Zentrale mit zwei Bussen: Gut zu sehen ist der Start eines SX-Frames ab der zweiten grünen Markierung. Die Zentrale arbeitet takt synchron auf beiden Bussen.*



Screenshot: Daniel / Mikeleit

## RMX-SYSTEMSTRUKTUR VON RAUTENHAUS DIGITAL®



Die Systemübersicht zeigt den RMX0-Bus im Multiplex-Betrieb für den Fahrbetrieb und den RMX1-Bus als ursprünglichen Selectrix-Bus. Dieses System bietet zum Fahren den Multiprotokollbetrieb und stellt für das Schalten und Melden den RMX1-Bus zur Verfügung. In den ursprünglichen Selectrix-Systemen sind die beiden dargestellten Busse als ein Bus zu sehen, über den das Fahren, Schalten und Melden abließ.

Illustration: Werk

Das Interessante am System ist, dass vom Konzept her die Zentrale nicht „weiß“, wofür welche Adresse verwendet wird. Ihre primäre Aufgabe liegt darin, diese Daten für die Teilnehmer verfügbar zu machen, unabhängig von ihrem Inhalt. Das geschieht durch fortwährendes zyklisches Aussenden aller Daten auf den Bus.

## VOLL IM TAKT

Für einen Zyklus werden bei einem Bustakt von 20 kHz ziemlich genau 76,8 ms benötigt. Gute Zentraleinheiten halten diese Frequenz strikt ein, auch wenn sie nach Spezifikation zwischen 10 und 20 kHz liegen darf. Da die Zykluszeit fest definiert ist, spricht man von einem sogenannten Echtzeitsystem, denn eine Datenänderung gelangt garantiert innerhalb dieser Zeit zum entsprechenden Teilnehmer. Wegen dieser Eigenschaft ist Selectrix daher auch bei vielen Modellbahnen, die mit DCC oder Motorola fahren und mit Selectrix schalten und melden, beliebt.

Zur Kommunikation der Busteilnehmer untereinander gibt es eine Takt- und zwei Datenleitungen, die beiden wei-

teren Pins des 5-poligen DIN-Stecksystems sind mit Masse (-) und Versorgungsspannung (20V) belegt. Von den zwei Datenleitungen dient eine zur Datenausgabe (T1), die andere ist der Rückkanal (D) zur Zentrale. Über die D-Leitung können die Busgeräte die Daten ändern. Dies geschieht kollisionsfrei, da immer nur in dem Moment auf eine Adresse geschrieben werden kann, wenn deren Daten auch auf der T1-Leitung ausgesendet werden. Diese geänderten Daten werden von der Zentrale beim nächsten Zyklus – exakt 76,8 ms später – auf der T1-Leitung gesendet. Daten, die im vorherigen Zyklus nicht geändert wurden, bleiben selbstverständlich erhalten und werden somit permanent wiederholt.

An dieser Stelle sei noch die Aufteilung der 112 Datenbytes erwähnt. Sie werden in 16 Gruppen („Frames“) mit je 7 Byte Nutzdaten aufgeteilt. Jeder Frame enthält zu Beginn eine Präambel und eine Gruppenadresse, anhand derer er identifiziert wird, zudem wird nach jeweils zwei Datenbits ein Trennbit gesendet, welches immer den Wert 1 hat. Ebenfalls Teil der Präambel ist ein Statusbit, welches den Fahrspannungszustand der Zentrale repräsentiert: 1 entspricht Fahrspannung ein, 0 bedeutet Fahrspannung aus. Es kann von allen Busteilnehmern sowohl gelesen als auch gesetzt werden.

## SIGNALE AM GLEIS

Das Gleissignal einer SX-Zentraleinheit ist sowohl takt- als auch datensynchron mit dem Bus: Es wird zeitgleich der identische Inhalt ausgegeben. Dadurch konnte eine einfache Adressrückmeldung – schon lange vor Railcom – realisiert werden. SX-Lokdecoder geben auf dem Gleis einen kurzen Impuls aus, wenn sie ihre eigene Adresse in einem Frame erkennen. Von entsprechenden Besetztmeldern werden diese Impulse ausgewertet und mit der aktuell am Bus aktiven Adresse verglichen.

Für den Anschluss von Boostern stellt die Zentrale einen weiteren Bus bereit, den PX-Bus. Der PX-Bus wird ebenfalls mit 5-poligen DIN-Steckverbindern verkabelt, welche jedoch eine andere Belegung haben als beim SX-Bus. Er besitzt keinen Rückkanal und überträgt die Daten bereits im für die Lokdecoder benötigten Tristate-Format. Tristate bedeutet „drei Zustände“, das Signal kann positive (+5 V), keine (0 V) oder negative (-5 V) Polarität annehmen. Dadurch ist es möglich, auch den Systemtakt (i.d.R. 20 kHz, s.o.) in das Signal hinein zu kodieren: zwischen zwei Datenbits, die ca. 40 µs lang sind und positive oder negative Polarität haben, ist eine Pause von 10 µs definiert, während der keine Spannung anliegt (0 V). Diese Pause stellt das Taktsignal dar.

Noch zu erwähnen bleibt die Verwendung bestimmter Adressen für Systemfunktionen. Dafür sind die Adressen 104 bis 111 reserviert. Diese werden u.a. für die Programmierung von Lokdecodern und die Übertragung von Systeminformationen genutzt. Ebenso sollte die Adresse 0 nicht verwendet werden, und viele ältere Busgeräte werden über die Adressen 0 bis 5 programmiert.

Des Weiteren gibt es Geräte, die selbst keine eigene Adresse zugewiesen haben. Dazu gehören Handregler oder aber auch das PC-Interface, welche den Inhalt aller Adressen sowohl lesen als auch ändern können. Handregler können auch während des Betriebs aus- und woanders wieder eingesteckt werden, um z.B. die Zugfahrten an einem anderen Anlagen teil besser beobachten zu können.

Einen Lokdecoder zu programmieren ist für den Anwender mit Selectrix sehr übersichtlich: Adresse, Höchstgeschwin-

digkeit, Anfahr- und Bremsverzögerung sind die wichtigsten Grundwerte, dazu noch die Angabe, ob es ein- oder zweiteilige Halteabschnitte gibt sowie vier mögliche Einstellungen für die Motorregelung. Mehr wird zur Inbetriebnahme des Decoders nicht benötigt.

Die beschriebenen Grundeigenschaften des ursprünglichen SX-Systems sorgen für die eingangs erwähnte Zuverlässigkeit, jedoch sind damit gewisse Einschränkungen verbunden. Der Adressraum ist begrenzt auf 103 nutzbare Adressen, es gibt „nur“ 31 Fahrstufen und standardmäßig nur eine schaltbare Zusatzfunktion neben den Lichtausgängen am Lokdecoder. Zu Unrecht werden Selectrix-Anwender von den DCC-Kollegen oft belächelt, bietet doch das DCC-Format 10000 Lokadressen, 128 Fahrstufen (abzüglich 0 und Nothalt eigentlich nur 126) und bis zu 28 Zusatzfunktionen. Dazu noch die Detailprogrammierung eines Decoders mit bis zu 1024 Konfigurationsvariablen (CVs).

Doch auch Selectrix wurde und wird weiterentwickelt. Einige der Beschränkungen wurden seit geraumer Zeit quasi mit Bordmitteln aufgehoben. So gibt es Decoder, die für weitere Zusatzfunktionen bis zu zwei weitere Adressen nutzen. Neuere Decoder kennen auch noch erweiterte Parameter, die sich abwärtskompatibel zu vorhandenen Zentralen programmieren lassen. Durch die Einrichtung eines zweiten Busses ist mehr Freiraum für Adressen gegeben: Der erste Bus (SX0) wird nur zum Fahren, der zweite (SX1) zum Schalten und Melden verwendet.

Den ersten Anlauf, den Adressraum für Lokomotiven noch weiter zu vergrößern, unternahm die Firma rautenhaus digital mit der sogenannten Adressdynamik, die gleich zwei Neuerungen in Decodern, Handreglern und Zentralen mit sich brachte: 9999 mögliche Adressen und die Parameter-Programmierung.

Die Ansteuerung der Lokomotiven erfolgt bei der Adressdynamik nach wie vor über das normale Selectrix-Datenformat, die Selectrix-Lokadresse (1-103) wird jedoch nach Bedarf dynamisch von der Zentrale vergeben. Hierzu wurden erweiterte Einstellmöglichkeiten der Decoder benötigt, welche die Parameter-Programmierung nun ermöglicht. Wie bei DCC können einzelne Konfigurationswerte ausgelesen und programmiert werden.

Auf eine ähnliche Weise wie die Adressdynamik funktioniert das SXplus-System der Firma Müt. Dabei wird die Adresse jedoch nicht komplett dynamisch vergeben, sondern es werden Adresspools gebildet. Hierzu ein Beispiel: Loks mit den Adressen 2018, 3018 und 4018 teilen sich die Adresse 18, es wird jedoch nur jeweils eine davon gleichzeitig durch die Zentrale gesteuert.

Zudem wurden schon recht früh von verschiedenen Herstellern SX-Zentralen angeboten, welche auch in begrenztem Umfang DCC-Lokomotiven steuern können.

Die nächste echte Evolutionsstufe ist jedoch das Selectrix 2-Gleisformat, welches seit ein paar Jahren verfügbar ist: Es bietet 127 Fahrstufen (neuerdings wahlweise auch 31), 9999 Adressen und 16 Zusatzfunktionen. Selectrix 2 wird wie DCC paketorientiert übertragen. Technisch betrachtet ist hierbei festzustellen, dass auf der grünen Wiese entwickelt werden konnte: Die Daten für eine Lok (Adresse, Fahrstufe, Richtung, Licht, Zusatzfunktionen) werden in ein einziges Paket



Treffen der Generationen: Links der neue RMX<sup>7</sup>-Bus, welcher zwei Busse in einem 7-poligen Kabel abwärtskompatibel vereint, rechts der herkömmliche 5-polige SX-Bus.

gepackt, welches zur Übertragung auf dem Gleis nur 3,6 ms benötigt. Im Vergleich dazu sind bei DCC für dieselben Informationen mehrere Pakete notwendig, welche in Summe bis zu 40 ms Übertragungszeit benötigen. Nach wie vor wird bei SX2 jedoch das Selectrix-typische Tristate-Signal verwendet.

Um dieses neue Format nutzen und auch eine deutlich bessere DCC-Unterstützung anbieten zu können, wurde eine Erweiterung des bisherigen Systems notwendig. Auf dem Gleis ist das relativ einfach, da zwischen die einzelnen SX1-Frames auch Pakete anderer Formate eingeschoben werden können. Anders beim Bussystem, hier gibt es zwei unterschiedliche Methoden der Erweiterung.

Die erste Möglichkeit ist, die SX-Frames auf dem Bus um jeweils ein weiteres Datenpaket für andere Formate zu verlängern. Bei den 16 Frames können somit pro SX-Bus der Zentrale die Steuerdaten für bis zu 16 Lokomotiven im SX2- oder DCC-Format mit übertragen werden.

Dieses Verfahren wurde zuerst bei der Trix-Gleisbox mit der Mobile Station auf dem sogenannten MX-Bus (manchmal auch als SX2-Bus bezeichnet) angewandt und findet sich auch in neueren Zentralen wie der FCC von D&H/MTM und der Stäz ZS2. Neben der ersten Mobile Station von Trix sind mittlerweile auch weitere Handregler für den MX-Bus von anderen Anbietern erhältlich. Manche ältere Handregler können durch Tausch des Mikroprozessors auf aktuellen Stand gebracht werden.

Durch die Verlängerung auf dem Bus verlangsamt sich jedoch seine Wiederholrate, da ein Zyklus nun nicht mehr nur 76,8 ms dauert. Je nach Zentralentyp und der Anzahl gleichzeitig gesteuerter SX2-/DCC-Loks kann sich die Zeit für einen Zyklus deutlich verlängern. In der Praxis kann das zu leichten Verzögerungen führen, insbesondere beim Schalten von Licht oder Zusatzfunktionen. Um dem Effekt entgegenzuwirken wird bei fast allen Multiprotokollzentralen die Gleisausgabe mittlerweile asynchron zum Bus erzeugt.

Multiplexing heißt die zweite Möglichkeit, welche beim RMX-System von Rautenhaus digital zum Einsatz kommt. Hierbei werden keine Verlängerungen zwischen den Frames eingefügt, sondern die zusätzlich benötigten Daten für mehr Fahrstufen und Funktionen werden sequentiell auf derselben Busadresse übertragen und somit über mehrere Zyklen ver-

## MARKTÜBERSICHT SELECTRIX-ZENTRALEN

Wer sich einen Überblick über verfügbare Selectrix- und Multiprotokoll-Zentralen verschaffen will, kann sich unter dem unten aufgeführten Link eine Tabelle im PDF-Format herunterladen.

<http://www.vgbahn/downloads/dimo/2012Heft4/SX-Zentralen.pdf>

teilt. Dadurch können formatunabhängig immer bis zu 103 Lokomotiven gleichzeitig gesteuert werden: SX1, SX2, DCC und Adressdynamik gemischt. Um trotzdem noch von der schnellen Reaktionszeit des Busses profitieren zu können, sind Schreibzugriffe auf die zugewiesene Adresse immer möglich. Eingabegeräte wie Handregler oder PC-Interface müssen so z.B. für eine Änderung der aktuellen Fahrstufe nicht warten, bis der Zyklus mit den Fahrstufeninformationen an der Reihe ist.

Die Busadresse zur Datenübertragung wird beim ersten Aufruf der Lok dynamisch zugewiesen und auch wieder freigegeben, wenn die Lok eine gewisse Zeit nicht mehr angesteuert wurde. Dadurch ist sichergestellt, dass jederzeit genügend freie Adressen vorhanden sind. Für das RMX-Verfahren ist es erforderlich, dass die Zentrale die Eigenschaften wie lange oder kurze Adresse, Datenformat und Anzahl Fahrstufen jeder Lok kennt. Diese Informationen müssen einmalig in der Zentrale gespeichert werden, zusammen mit der eindeutigen bis zu vierstelligen Lok-Nummer und einem Klartextnamen.

## FAZIT

Die Möglichkeiten von Selectrix sind noch lange nicht am Ende angelangt. Auch Einsteiger kommen dank der klaren Struktur und der einfachen Verkabelung relativ schnell damit zurecht. Für Modellbahner, die alle Möglichkeiten ausschöpfen möchten, lassen die aktuellen Multiprotokoll-Zentralen kaum noch Wünsche offen.

*Daniel Mikeleit*



# PLÄDOYER FÜRS NETZWERK



Leider ist es so, dass viele Anwender beim Begriff „Netzwerk“ ungute Assoziationen haben, sei es auf Grund schlechter Erfahrungen am Arbeitsplatz, sei es auf Grund der ärgerlichen Fummelei, die nötig war, bis das heimische DSL störungsfrei lief. Dass man selbst bei modernen Netzwerken scheinbar völlig abstruse Angaben („subnet“, „standard gateway“ etc.) machen muss, macht es nicht gerade leichter. Bei klassischen Modellbahn-Steuerungsbussen gibt es Schwierigkeiten dieser Art nicht, die Busse kennen z.B. keine Netzwerkadressen. Maximal muss man eine Handregler-ID eingeben, danach funktioniert das System.

Dieses „plug’n’play“-ähnliche Verhalten kommt dem Anwender natürlich sehr entgegen und bereitet ihm schnelle Erfolgserlebnisse bei der Steuerung seiner Modellbahn. Der Katzenjammer beginnt erst später, wenn gewünschte Funktionskomponenten für das eigene System nicht verfügbar oder nur sehr teuer zu haben sind.

Herkömmliche Bussysteme wie CAN oder RS485 und ein Netzwerk wie Ethernet haben eine Reihe von Gemeinsamkeiten. Der wichtigste Punkt ist, dass beide paketorientiert arbeiten, wobei ein Netzwerk wesentlich umfangreichere Adressierungsfunktionen aufweist.

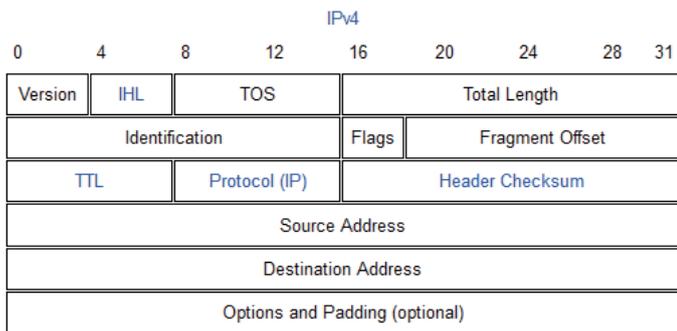
An anderer Stelle im Heft wurde zur Verdeutlichung eine Analogie zwischen Daten- und Postpaketen hergestellt. Daher möchte ich auch hier zunächst ein Blick auf die „Kollegen“ von der Post werfen: Am Schalter gibt man normalerweise einen Umschlag samt Inhalt ab, auf dem die Empfänger- und Absenderadresse notiert sind. Es gibt eine Reihe zusätzlicher Informationen, die bei der Adressierung auf dem Umschlag angebracht werden können. Man kann einen Brief als Einschreiben oder als Einwurfeinschreiben versenden. Früher gab es noch den Eilbrief, ins Ausland kommt der Luftpostbrief als Option hinzu.

Betrachtet man sich die Angebotspalette von verfügbaren Modellbahnsteuerungen, kommt der Begriff „Netzwerk“ immer nur am Rande vor. Zwar gibt es Interfaces und Applikationen, das Netzwerk als eigentlicher Modellbahnbus ist aber nicht vorhanden. Zu Unrecht, wie Guido Weckwerth meint.

## WIE BEI DER POST

Apropos Ausland, auch das ist eine Option. Bei Auslandsbriefen schreibt man das Zielland hinzu, innerdeutsch lässt man diese Information üblicherweise weg. Das Versenden ins Ausland ist ein spannender Vorgang. Obwohl wir keinerlei Ahnung haben, wie etwa das Postsystem in Hongkong funktioniert, adressieren wir einen Brief dorthin und in den meisten Fällen wird er auch korrekt dort ankommen.

Diese Beispiele erlauben eine schöne Parallele zu unseren Bussen. Einfache Bussysteme wie der von Lenz genutzte RS485-Bus kennen lediglich eine einfache Adressierung der Teilnehmer. Außer den elektrischen Parametern ist bei RS485 nichts genormt, jeder Hersteller erfindet sein eigenes Daten- und Adressierungssystem. Ein beliebiges RS485-Gerät von einem beliebigen Hersteller wird daher mit großer Wahrscheinlichkeit nicht am Lenz-Bus funktionieren (außer es ist speziell dafür gemacht worden). Der industriell verwendete CAN-Bus bietet da schon mehr (siehe Seite 56), kennt aber auch nur Adressen, die sich auf den eigenen Bus beziehen.



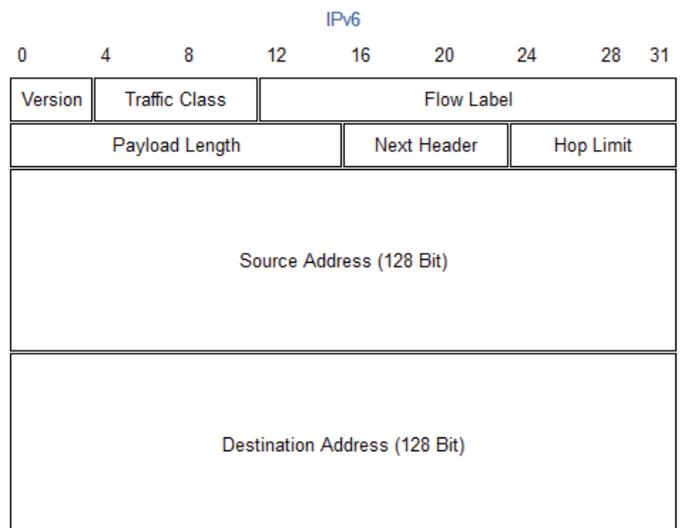
Über Ethernet-Netzwerke werden meist TCP/IP-Datenpakete übertragen. Die klassische Zieladressierung besteht aus vier Byte, die mit Punkten getrennt hintereinander aufgeschrieben werden, z.B.: 192.168.1.128. Da die auf diese Weise verfügbaren ca. 4,3 Milliarden Adressen (232) sehr großzügig verteilt wurden und nun knapp sind, hat man den Standard zu IPv6 mit 16 Byte erweitert (2128 ≈ ca. 340 Sextillionen ≈ ca. 3,4 x 1038). Somit besteht zukünftig die Möglichkeit, jedem individuellen Gerät eine eindeutige Adresse zu geben. Für die Modellbahn heißt das, dass theoretisch jede einzelne Lokomotive eine weltweit eindeutige ID erhalten könnte und so Adresskollisionen der Vergangenheit angehören. Gleiches gilt natürlich auch für alle Steuer- und Bediengeräte. Hier dargestellt sind die Kopfdaten in einzelnen Bit. Die Bedeutung der Abkürzungen ist online nachlesbar: <http://de.wikipedia.org/wiki/IP-Paket>.

Auch hier ist die Form der Adressierung nicht festgelegt. Ein Handregler von Hersteller A, der Daten über einen CAN-Bus sendet, kann sich nicht sicher sein, ob diese Daten überhaupt bei der Digitalzentrale von Hersteller B ankommen, wenn diese die verwendete Adressierungsmethode nicht versteht.

Ganz anders dagegen das klassische Netzwerk, bei dem oftmals auch der Begriff TCP/IP benutzt wird. Die Abkürzungen stehen für Transmission Control Protocol (Übertragungssteuerungsprotokoll) und Internet Protocol. Die häufige Erwähnung des Begriffs „Protocol“ deutet an, das man sich mindestens darüber geeinigt hat, wie Datenpakete zu übertragen sind. Die Adressierung ist fest definiert, die Datenpakete kommen also ganz sicher beim Empfänger an, auch wenn der vielleicht nicht unbedingt etwas mit ihnen anzufangen weiß.

Die Standardisierung hat einen wesentlichen Vorteil. Wenn Sie für einen CAN-Bus eine Funkübertragung haben möchten (es gibt funkfähige CAN-Komponenten), müssen Sie als Entwickler und auch Anwender immer darauf achten, dass Ihre Funkeinheit die Adressierungsmethode des von Ihnen benutzten Bussystems „versteht“, damit sie die Datenpakete weiterleitet.

Das ist bei einem Netzwerk-Funk, auch besser als Wireless LAN oder WiFi bekannt, nicht nötig. Sie können sicher sein, dass der WiFi-Access Point weiß, wie und wohin er die Datenpakete senden muss, auch wenn er mit deren Inhalt selbst gar nichts anzufangen weiß bzw. nichts anfangen will. Betreibt man einen Modellbahnbus auf Netzwerkbasis, muss man sich bei Interfaces oder der Anbindung von externen Geräten keine großen Gedanken mehr machen. Ein üblicher Wireless-Lan- oder WiFi-Access Point kostet im Elektronikmarkt knapp 20 Euro. Für weniger Geld lässt sich eine universelle und performante Funkübertragungsstrecke wohl kaum herstellen.



## SCHWINDENDE NACHTEILE

Die Nachteile eines Netzwerks seien nicht verschwiegen: Ein Netzwerk-Paket hat eine ziemliche Menge an Overhead im Vergleich zu RS485 oder CAN-Paketen, da es jederzeit die komplette „Auslandsadresse“ inkl. aller Zusatzinformationen mitführen muss, Dinge, die in den überschaubaren Welten von CAN oder RS485 nicht übertragen werden müssen. Allerdings sind Netzwerke heutzutage so schnell geworden, dass auch der vergleichsweise grosse Overhead kaum noch eine Rolle spielt. Find man bei Netzwerken mit 2 Millionen Bit pro Sekunde (2 Mbit/s) an, so sind heute 100 Mbit/s Standard, 1000 Mbit/s (1 Gigabit/s) üblich und die ersten 10 GBit/s schnellen Netzwerke längst in Unternehmen in Betrieb.

Allerdings verlangen schnelle Netzwerke einem Gerät deutlich mehr Rechenleistung und Hauptspeicher ab, als es ein einfacher Bus täte. Die universellere Adressierung will erst mal verarbeitet sein. Jedoch verschwindet dieser Nachteil mehr und mehr. Leistungsfähige Mikrocontroller sind so preiswert geworden, dass sich die Hardwarekosten für eine Netzwerkanbindung fast schon im einstelligen Euro-Bereich bewegen. Das Kostenargument spielt hier wohl kaum noch eine Rolle.

Als nachteilig mag auch empfunden werden, dass ein Netzwerk viel mehr Konfigurationsmöglichkeiten hat als ein einfaches Bussystem. Dies wollen die meisten Nutzer aber gar nicht oder können es nicht nutzen. Dies hat die Computerindustrie längst erkannt. Protokolle wie DHCP, Bonjour oder uPnP helfen dabei, Netzwerkgeräte „plug’n’play“-fähig zu machen. Nur in die Modellbahnprodukte müsste man dies noch umsetzen, dann hätte das Netzwerk seine letzten Nachteile verloren.

## FAZIT

Es stellt sich die Frage, warum sich die Hersteller nicht schon längst auf dieses Thema gestürzt haben. Aber bei den Modellbahnern dauern manche Sachen einfach länger, dennoch bin ich mir sicher, dass Ethernet als Bussystem in der Modellbahn eine große Zukunft haben wird.

Guido Weckwerth





# CAN (NICHT NUR) FÜR KÖNNER

Der CAN-Bus ist ein aus der Automobiltechnik bekanntes Vernetzungs- und Datenübertragungsmedium, das für seine Störfestigkeit bekannt ist. Auch bei der Modellbahn kann das Bussystem seine Stärken ausspielen.

**D**as CAN-Bussystem (Controller Area Network) wurde in den 1980er Jahren von der Firma Bosch entwickelt, um die Verkabelung in Automobilen zu vereinfachen. Dieses Ziel setzte voraus, dass Lösungen für eine zuverlässige Datenübertragung in einem stark gestörten Umfeld gefunden wurden. Unter einer Motorhaube herrschen nicht gerade ideale Zustände für eine einfache Datenübertragung.

Um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen, wurde, abweichend von den meisten Bussystemen, die Sichtweise auf die übertragenen Signale verändert. Statt elektrische Spannungen auf den Buskabeln gegen Masse zu bewerten, wie dies üblicherweise getan wird, wird beim CAN die Spannungsdifferenz zwischen zwei Adern ausgewertet, um die Daten zu erkennen. Ein CAN-Bus ist ein Zweileiter-Bus und kann prinzipiell ohne eine Masse auskommen.

Die Idee der differenziellen Betrachtung ist, dass Störungen durch EMV immer nur gerichtet auftreten können. Eine Störung wirkt in beiden Adern immer gleichsinnig, d.h. beide Leitungspotentiale werden um den gleichen Spannungswert im gleichen Sinne angehoben oder abgesenkt. Somit hat die Störung keinen Einfluss auf die Differenz!

Aufgrund der eingebauten Störsicherheit besteht eine einfache CAN-Bus-Verkabelung lediglich aus zwei verdrehten Leitungen. Das Verdrehtsein des Kabels ist das Wesentliche, denn nur so reagieren die beiden Leitungen auf Störeinstrahlungen, als seien sie nur eine einzige Leitung. Eine mit Masse verbundene Kabelschirmung wird nicht benötigt. Trotzdem haben viele für CAN-Übertragungen eingesetzte Kabel eine Abschirmung. Diese hält vom Bus ausgehende Störungen von der Umwelt fern.

Zusätzlich zur prinzipbedingten Übertragungssicherheit sind beim CAN-Bus einige protokolltechnische Sicherungen vorgesehen, durch die die CAN-Knoten erkennen können, ob die letzte Datenübermittlung korrekt erfolgt ist. Werden hier Fehler erkannt, verwerfen die Empfänger die empfangenen Daten und der Sender wiederholt seine Übertragung, bis die Daten korrekt angekommen sind. Auch der Sender schaut beim Senden in den Bus und empfängt seine eigene Meldung zur Kontrolle, wodurch er selbst erkennen kann, wenn etwas schief gelaufen ist. Die normale Grundsicherung ist schon sehr umfangreich und gewährleistet eine sehr zuverlässige Datenübertragung auch mit hohen

Geschwindigkeiten. In höheren Protokollebenen kann man weitere Prüfmechanismen einbauen.

## ALLE KÖNNEN MITHÖREN

Beim CAN-Bus werden die einzelnen Teilnehmer elektrisch parallel geschaltet, auch über Verzweigungen des Busses hinweg. Jeder Teilnehmer ist grundsätzlich in der Lage, das elektrische Potential des Busses zu verändern und so eigene Daten zu übertragen. Wie dies im Detail funktioniert, mag zwar akademisch interessant sein, ist aber für einen modellbahnernden Hobbyelektroniker nicht unbedingt von Bedeutung. Die CAN-Chips verschiedener Hersteller sind seit Jahren bewährt und ausgereift. Sie nehmen einen Datenstrom aus „0“ und „1“ auf bzw. geben einen solchen ab. Damit machen sie die eigentliche elektrische Übertragung für den Anwender transparent.

Mit bis zu 1 MBit/sec ist der CAN-Bus zwar formal deutlich langsamer spezifiziert als das in Computernetzwerken übliche Ethernet. Jedoch kann der CAN-Bus bei der Steuerung komplexer Geräte wie einem Automobil und immer dann, wenn eine überschaubare Menge möglicher (kurzer)Botschaften

zwischen den Netzteilnehmern ausgetauscht werden soll, deutlich punkten.

Die Grundidee der CAN-Übertragung ist, alle Informationen in Form von Datentelegrammen zu versenden. Dabei ist der erste Teil eines solchen Telegramms eine Kennung, üblicherweise „ID“ genannt. Jeder solchen ID können bis zu acht Datenbytes angehängt werden. Abgeschlossen wird ein Telegramm durch die auch zur Selbstprüfung verwendete CRC-Checksumme.

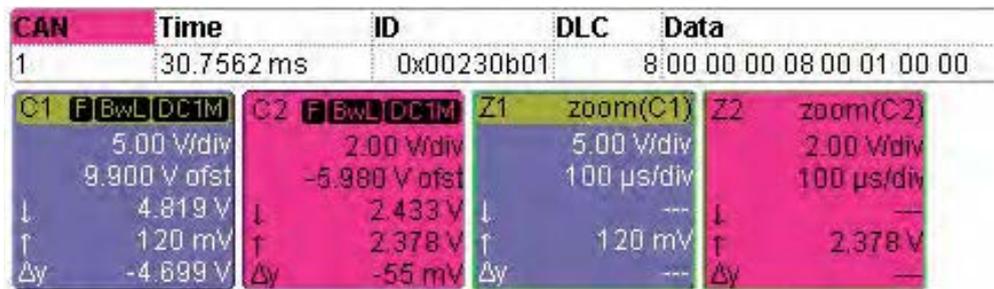
Welche Bedeutung die ID und die übertragenen Datenbytes haben, hängt ganz allein von den Festlegungen dessen ab, der ein CAN-Netzwerk für eine konkrete Anwendung entwickelt. Es gibt zwar verschiedene Standards, aber letztlich kann jeder die Daten interpretieren und verwenden wie er möchte.

Diese Freiheit bei der Datenbetrachtung ist der Hauptgrund, weswegen einzelne CAN-Bus Geräte nur selten sinnvoll miteinander kommunizieren können. Kurz gesagt, die meisten Geräte sprechen einfach unterschiedliche Sprachen.

Interessant ist die Möglichkeit, die Wichtigkeit eines Telegramms auf dem Bus zu steuern. Dies nennt man Priorisieren. Damit ist der Entwickler eines CAN-Bausteins in der Lage, wichtige Informationen vor unwichtigen über den Bus zu übertragen. Das besondere dabei ist, dass die Bus-Teilnehmer die Wichtigkeit automatisch mit der ID erkennen können. Bevor ein Teilnehmer sendet, greift er auf den Bus zu. Da er die Priorität der eigenen Nachricht kennt, kann er anhand des mitgehörten Datenverkehrs entscheiden, ob diese höher oder niedriger zu priorisieren ist. Im zweiten Fall hält er seine Daten zurück und wartet, bis die wichtigeren Daten eines anderen Busteilnehmers übertragen sind. Im ersten Fall drängt er sich ganz einfach nach vorne und belegt den Bus für sich.

TRACE	ID	DLC	DATA 0	DATA 1	DATA 2	DATA 3	DATA 4	DATA 5	DATA 6	DATA 7	TIME STAMP (sec)	TIME DELTA (sec)
RX	0x96308x	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0x80			105,1472	0,001
RX	0x8FF3Cx	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0x80			105,1462	0,119
RX	0x96308x	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0x80			105,0277	0,001
RX	0x8FF3Cx	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0x80			105,0262	0,419
RX	0x96308x	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0xF2			104,6072	0,001
RX	0x8FF3Cx	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0xF2			104,6063	0,119
RX	0x96308x	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0x86			104,4872	0,000
RX	0x8FF3Cx	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0x86			104,4872	0,060
RX	0x96308x	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0x4A			104,4272	0,000
RX	0x8FF3Cx	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x01	0x4A			104,4272	0,060
RX	0x96308x	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x00	0xDE			104,3672	0,000
RX	0x8FF3Cx	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x00	0xDE			104,3672	0,060
RX	0x96308x	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x00	0x72			104,3072	0,000
RX	0x8FF3Cx	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x00	0x72			104,3072	0,060
RX	0x96308x	6	0x00	0x00	0x00	0x03	0x00	0x05			104,2472	0,000

Mit entsprechender Ausrüstung kann man beobachten, was sich auf dem Bus tut. Hier werden Fahrbefehle an einen Gleissignalprozessor gesendet, die dieser umgehend bestätigt.



Manche Oszilloskope können CAN-Nachrichten entschlüsseln, speichern und das genaue Timing anzeigen.

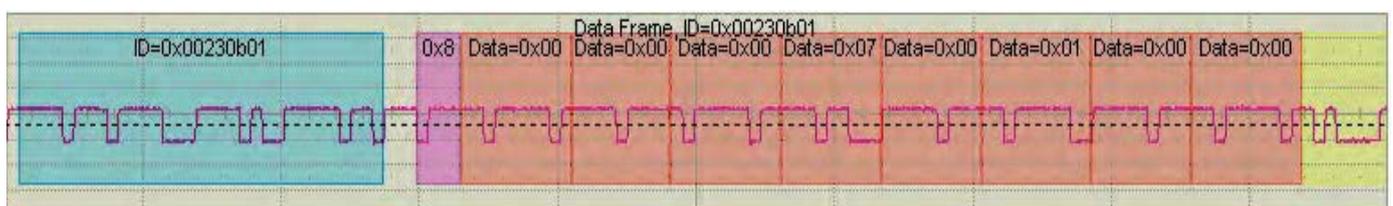
## WAS CAN FÜR DIE MODELLBAHN KANN

Bei der Modellbahn kann ein CAN-System seine Stärken voll ausspielen. Auf dem Bus können alle auf einer Modellbahn benötigten Informationen in alle Richtungen selbständig übertragen werden, es wird kein weiterer Übertragungsweg auf der Anlage benötigt. Der Informationsgehalt je Telegramm ist um ein Vielfaches höher als bei allen derzeitig verwendeten Gleissignalen. Das Gleissignal wird nur noch zum Ansprechen von rollendem Material benötigt. Hinzu kommt die sehr einfache Verkabelung mit nur zwei Adern bei gleichzeitig sehr guter Störfestigkeit und großer Ausdehnung (Kabellän-

gen). Es muss bei der Kabelverlegung nicht darauf geachtet werden, wo das Kabel verlegt wird, der Bus kann durch einfache Verteiler verzweigt und auch sternförmig aufgebaut werden.

Natürlich hängt es von der jeweiligen Implementierung durch den Hersteller und seine Produktphilosophie ab, in wie weit die übertragungstechnischen Möglichkeiten tatsächlich genutzt werden.

Nutzt man diese gut, ist kein Master bzw. keine Zentrale am Bus erforderlich, die den Datenverkehr regelt. Dies kann der Bus bereits von sich aus durch das Priorisierungs-Verfahren. Ein masterloser Aufbau bietet außerdem den praktischen Vorteil, dass jede Information, die auf dem Bus übertra-



So sieht ein CAN-Telegramm im Analyser aus. Man erkennt die mehrteilige Struktur aus ID, Datenteil und CRC-Sicherung. Die ID und alle Folgedaten können kontextabhängig eingesetzt werden und von Anwendung zu Anwendung in ihrer Bedeutung variieren.



gen wird, von jedem Teilnehmer ausgewertet und beantwortet werden kann. Das ermöglicht, dass auch einzelne kleine Einheiten bereits selbstständig miteinander kommunizieren können – Stichwort verteilte Intelligenz, lokale Automatisierung.

Verwendet man CAN-Module zum Schalten auf der Anlage, kann man das Gleissignal davon entlasten. Das Zeitfenster im Gleissignal, das für die Übertragung der Zubehördecoder-Befehle im DCC- oder MM-Datenstrom benötigt wird, kann dann zum besseren Steuern der Fahrzeuge genutzt werden. „Intelligente“ Schaltmodule antworten auf Schaltanweisungen, melden ihren Zustand oder alarmieren bei Fehlern selbständig. Möglich sind auch Verknüpfungen der Art, dass ein Schaltmodul nicht nur auf Schaltbefehle, sondern auch auf (Rück-)Meldungen reagiert und nach Ausführung der intern zugeordneten Aktion die Zustandsänderung im Bus veröffentlicht.

Ein Beispiel: Eine (Rück-)Meldung schaltet direkt eine Weiche, ohne dass ein Gleissignal dazu erzeugt werden muss. Damit die Anzeigen in den Bedieneinheiten dies auch wiedergeben können, sendet das Schaltmodul nach Ausführen der Aktion die neue Weichenstellung an den CAN-Bus, hier „lauschen“ die Bedieneinheiten und können so ihre Anzeigen aktualisieren und dem Anwender ein feedback geben.

## CAN IN DER MODELLBAHN-REALITÄT

Der erste mir bekannte Hersteller, der bereits sehr früh auf den CAN-Bus zur Modellbahnsteuerung setzte, war die Firma Zimo. Auf deren Implementierung geht Autoren-Kollege Arnold Hübsch auf Seite 61 dieses Heftes ein.

Etwas 2002 folgte als großer Hersteller Märklin mit der damals von ESU für ihn entwickelten Central Station 1 und der dazu gehörenden Mobile Station 1.

Es folgte dann von ESU die ECoS 1, die auf der gleichen Hardware basierte wie die Märklins CS 1 von Märklin, einzig die Farbe und die Bedieneinheiten wurden unterschiedlich ausgeführt.

Auf Grundlage dieser Geräte entstand das CAN-digital-Bahn-Projekt, in dessen Rahmen erste Anlagenmodule

zum Schalten, Fahren und Melden für diese Geräte entstanden. Auch entstand ein auf dem CAN-Bus basierendes Rückmeldesystem mit eigenem Interface.

Nachdem sich Märklin von ESU getrennt hatte, entstand bei Märklin ein neues Digitalsystem, das wieder rund um einen CAN-Bus entwickelt worden ist. Diese Geräte heißen nun Mobile Station 2 und Central Station 2. Beide sind die aktuellen digitalen Geräte von Märklin.

Als derzeit letzter im Bunde hat auch Roco für 2012 eine neue Zentrale angekündigt, die laut Infobroschüre über einen CAN-Bus verfügen soll. Entsprechende Details folgen, sobald die Geräte für einen Test vorliegen.

## CAN KANN NICHT JEDES CAN

Nun könnte man denken: „Es gibt verschiedene Hersteller für Modellbahn-CAN-Geräte; diese Geräte kann man munter zusammenstecken und erhält damit eine große Auswahl an CAN-Funktionseinheiten.“ Leider ist dem nicht so, denn wie eingangs angedeutet, benutzt fast jeder Hersteller seine eigene Sprache auf dem Bus.

Ein paar Details, wie verschiedene Hersteller den CAN-Buss nutzen:

**ZIMO:** Die Geräte sind, da sie eine andere Übertragungsrate und zusätzlich eine andere Sprache benutzen, überhaupt nicht kompatibel zu einem anderen Hersteller. Leider gibt es keine offengelegte Beschreibung zu dem System. Mehr dazu siehe Seite 61.

**ESU:** Auch dieser Hersteller hält sich mit der Veröffentlichung einer Beschreibung zum Datenverkehr zurück. Sucht man im Internet, findet man aber Seiten, die manches zum CAN-Bus von ESU erläutern. Da mir Geräte von ESU zur Verfügung stehen, habe ich mir die Arbeit gemacht, den Datenverkehr ein Stück weit zu analysieren: Es werden nur Telegramme mit langer ID verwendet und die Datenübertragung auf dem Bus ist auf 250 kBit/sec eingestellt. Der Datenverkehr ist auf die ECoS als Zentrale orientiert, dieser Systemteil erweist sich als regelrechte Daten-senke. Zwar kann die ECoS über den CAN-Bus von einigen Geräten direkt angesprochen werden, aber nur auf die wenigsten Telegramme bekommt

man eine Antwort. Informationen über die Eingaben am Bildschirm oder von der PC-Schnittstelle werden kaum über den CAN-Bus für andere Teilnehmer verbreitet. Alle Aktionen, die von externen Geräten ausgeführt werden sollen, müssen an der Zentrale per Telegrammfolge angemeldet werden. Diese erzeugt und weist einen passenden „Do it!“-Handler zu, in den die wesentlichen Aktionsparameter einzutragen sind. Die ECoS erzeugt damit sehr viele Daten auf dem Bus. Fällt die ECoS einmal komplett aus, ist das gesamte System nicht lauffähig. Die Zentrale wird als Master zwingend benötigt. Mit dem gegebenen Konzept nutzt ESU viele Vorteile des CAN-Busses nicht. Auch der neue Rückmelder kann nur an die ECoS direkt berichten und nicht an andere Anlagenmodule.

**Märklin:** Einzig Märklin hat seinen Datenverkehr auf dem CAN-Bus beschrieben und bereits mit dem Erscheinen der ersten Geräte veröffentlicht.

Dabei hat man den Datenverkehr zum Computer über das IP-Netzwerk genauso aufgebaut, wie den Datenverkehr auf dem CAN-Bus. So gesehen ist das Netzwerk ein verlängerter CAN-Bus, wodurch auch andere Geräte zum Beispiel über WLAN über die gleiche Datenbeschreibung erreicht werden können.

Die Datenübertragung auf dem CAN-Bus arbeitet ebenfalls mit 250 kBit/sec und ist physikalisch kompatibel zur CS und MS der ersten Generation sowie zu den ESU Geräten.

Jedoch kann einzig die Märklin Mobile Station 1 wirklich an der Central Station 2 weiter genutzt werden, denn eigentlich sprechen die Geräte von ESU und Märklin eine völlig verschiedene Sprache. Damit die Verbindung möglich ist, hat Märklin der CS 2 einen Dolmetscher spendiert, der die Daten der MS 1 verstehen kann. Diese laufen gleichzeitig auf dem CAN-Bus, wie auch die Daten, die der aktuellen Märklin-CAN-Dokumentation folgen. Der Dolmetscher setzt die Informationen der MS 1 so um, dass sie der neuen Datenbeschreibung entsprechen und sendet sie erneut über den CAN-Bus nach draußen. Der Aufwand ist erheblich und man hat dafür sogar Einschränkungen in der Datenbeschreibung hingenommen. Die wesentlichen Unterschiede zur ESU-Datenstruktur sind, dass das

Märklin-System masterlos arbeitet und der Datenverkehr ereignis- und adressorientiert erfolgt. Der CAN-Bus wird so genutzt, dass jeder Teilnehmer jederzeit über alles, was auf der Modellbahnanlage passiert, informiert ist.

Das masterlose Konzept hat Märklin auch bereits in der CS 2 selbst realisiert. Fällt zum Beispiel die Bedienoberfläche aus, kann man immer noch per PC oder über eine MS2 den Gleisprozessor im Gerät erreichen und die Anlage kontrollieren, denn auch wenn die CS2 in einem Gehäuse steckt, sind es zwei Geräte am CAN-Bus: einmal die Bedieneinheit und einmal der Leistungsteil mit dem dazu gehörenden Gleisformatprozessor.

Die ID, die Kennung eines Datentelegramms, beinhaltet die Information, was gemacht werden soll: einen Gerätstatus auslesen, eine Lok fahren oder eine Weiche schalten. In den der ID anhängenden Daten steht dann, welche Weiche in welche Richtung geschaltet

werden soll. Zusätzlich kann das Telegramm auch beinhalten, wie lange eine Weiche angesteuert werden soll.

ROCO: Von Roco liegen leider noch keine Informationen vor, welchen Lösungsweg man hier einschlagen möchte.

CAN-digital-Bahn: Hier gibt es Module, die sowohl an der CS 1 und an der CS 2 betrieben werden können. Diese Module sprechen zwei, zum Teil gar drei Sprachen, denn das Projekt selbst hat auch noch eine „eigene“ Sprache. Da mir als Entwickler des CAN-digital-Bahn-Projektes die Datenbeschreibung von Märklin an einigen Stellen nicht weit genug ging, habe ich mich dazu entschieden, eine eigene ergänzende Beschreibung zu erstellen. Sie ersetzt die von Märklin nicht, sondern ergänzt sie und schafft weitere Möglichkeiten.

Zur Zeit enthält die Dokumentation die Struktur, wie die IDs der CAN-Telegramme genutzt werden sollen und für die ersten Module die Beschreibung, wie man sie nach dieser Beschreibung

programmieren und auslesen kann, vergleichbar einer CV-Programmierung.

Diese Serviceschicht im CAN-Bus soll Dinge ermöglichen, die in industriellen Automationsanlagen schon lange selbstverständlich sind. Aber auch jedem Modellbahner erleichtern sie das Leben bei einer etwaigen Fehlersuche erheblich.

Diese Beschreibung wird in Kürze als Download auf der Homepage zur Verfügung stehen.

Mehr dazu in einer späteren Ausgabe der DiMo.

*Thorsten Mumm*

#### INFO LINK

Hier findet man die ausführliche Beschreibung des Märklin-CAN-Protokolls:



[http://medienpdb.maerklin.de/digital/22008/files/cs2CAN-Protokoll-2\\_0.pdf](http://medienpdb.maerklin.de/digital/22008/files/cs2CAN-Protokoll-2_0.pdf)

# BETRACHTUNGEN - DIGITAL



Oben: Das WaveRunner 640 Zi von Teledyne-LeCroy ist ein Oszilloskop mit 4 GHz Bandbreite. Es kann bis zu 40 GS (Giga-Samples) je Sekunde zwischenspeichern und verfügt direkt im Gerät über moderne Analyse-möglichkeiten für serielle Daten.

Links: Das WaveRunner 640 Zi hat ein CAN-Telegramm analysiert und stellt die Ergebnisse auf dem eingebauten Bildschirm dar. Für Bus-Entwickler sind hier auf einen Blick alle Informationen geboten, die er für seine Arbeit benötigt.



Abbildungen: Werkfotos

Das „Messen“ von digitalen Signalen, z.B. auf dem CAN-Bus, setzt spezielles Equipment voraus. Mit einem einfachen Multimeter ist da nichts mehr machbar.

Im Normalfall muss ein Anwender auch gar nichts messen. Ob der Bus arbeitet, erkennt man bereits daran, dass man Daten übertragen kann. Will man jedoch eigene Zubehörelektronik basteln, ist es nicht verkehrt, sich auch die Verhältnisse auf dem eingesetzten Bus anzusehen. Hier kommt ein digitales Oszilloskop zum Einsatz. Einfache Geräte ohne Datenanalyse bekommt man heute schon für den Gegenwert einer guten Lokomotive. Am besten geeignet sind jedoch Geräte, die nicht nur die Spannungen auf den einzelnen Leitungen, sondern auch die übertragenen Daten anzeigen können. Ein solches Gerät kostet schon einiges mehr. Besonders hochwertige und leistungsfähige Typen liegen im Preisbereich eines Mittelklasse-Pkws ...

Geräte mit Datenanalyse versetzen in die Lage, den Bus auf fehlerhafte Telegramme und Übertragungsstörungen zu untersuchen. Die Störung selbst kann man dabei als Trigger-Ereignis definieren. Da diese Geräte grundsätzlich aufzeichnen, liefern sie dann die Daten

aus einem Zeitbereich vor und nach Auftreten der Störung.

Der Screenshot lässt schon ahnen, dass solche Geräte einen sehr großen Speicher besitzen. Die oberste Zeile zeigt die Aufzeichnung einiger Daten-Telegramme, die durch das mittlere, heller markierte, als Trigger ausgelöst wurde. In der zweiten Zeile ist das Zoombild des auslösenden Telegramms zu sehen, in der dritten die zugehörige Datenauswertung, in unserem Fall für den CAN-Bus. Unten dann die Darstellung verschiedener Bedienelemente.

Vor allem finanziell viel interessanter für den Bastler und Hobbyprogrammierer als „Messgerät“ sind CAN-Bus-Analyser. Diese stellen den kompletten Datenverkehr des CAN-Busses auf einem PC in Form von Zahlentabellen dar. Diese Analyser können an beliebiger Stelle mit dem Bus verbunden werden. Bereits mit ganz einfachen Geräten für runde 100 Euro kann man schon sehr viel machen. Sie unterscheiden sich hauptsächlich in der dazu gehörenden Software und den dadurch gebotenen Möglichkeiten. Einzig wichtiger Punkt ist, dass man sie in einen Nur-Lesen-Modus setzen kann (auch passivemode genannt).

Ich habe mit dem Analyzer von Microchip bei einfachen Aufgaben recht gute Erfahrungen gemacht. Dieses Gerät bekommt man direkt beim Hersteller über dessen Homepage. Es kostet etwa 80 Euro, dazu gibt es ein kleines Software-Tool, mit dem man sich den Datenverkehr anschauen und auch Telegramme senden kann.

Praktisch ist die Speicherfunktion dieses Tools, hier kann man sich den Datenverkehr eines längeren Zeitraums aufzeichnen lassen und die entstandenen Tabellen später auswerten.

Thorsten Mumm



Der CAN BUS Analyzer von Microchip ist ein nützliches Werkzeug, wenn man Elektronik für den CAN-Bus bauen will.

## WEITERE INFORMATIONEN

<http://www.microchip.com>

# CAN BEI ZIMO

Zimo setzte bereits Ende der 1980er Jahre auf CAN, zu einer Zeit, als es rechnergestützte Modellbahnsteuerungen erst ansatzweise gab. Mit der revolutionären Entscheidung, den Bus mit 115 kBaud zu betreiben, setzte man sich vom damals bei ca. 2400 Baud verharrenden Wettbewerb deutlich ab.

**D**r. Ziegler erkannte schon damals die gewaltigen Vorteile von CAN und setzte sie konsequent für die Modellbahn ein. Die Kosten waren schon damals denen einer V24/RS232-Lösung vergleichbar, da CAN-Chips durch den massenhaften Einsatz im Automobilbau preiswert zu haben waren.

Der CAN Bus, wie er derzeit bei Zimo Verwendung findet, ist äußerst stabil. Es gibt Anlagen mit etwa 100 gleichzeitig fahrenden Zügen (neben den in den Bahnhöfen wartenden), die keinerlei Bus-Probleme haben. Durch die eingebaute Fehlerkorrektur ist für die den Bus benutzenden Teilnehmer der Übertragungsweg defakto fehlerfrei.

ZIMO ist derzeit (Sommer 2012) dabei, den CAN-Bus für künftige Anwendungen noch schneller zu machen. Die neuen Geräte ab MX10 und MX32 werden beide CAN-Bus-Versionen unterstützen. Man plant von den jetzigen 115 kBaud auf 1 MBaud oder mehr zu gehen und auch das Protokoll zu erweitern. Derzeit verwendet ZIMO nur kurze Identifier und sendet außerdem faktisch alle Daten als Broadcasts. Dies nutzt viele Mechanismen des CAN-Busses nur gering. Die Busauslastung beträgt trotzdem selten mehr als 15 %.

Fast alle Geräte von Zimo haben zwei CAN-Buchsen. Diese sind intern parallel geschaltet und ermöglichen so ein einfaches Kaskadieren des Busses. Die neuen Geräte MX10 und MX32 verfügen über getrennte Treiber, um die alten und die neuen Geschwindigkeiten fahren zu können.

Für den Zimo-CAN-Bus gibt es aktuell folgende Geräte:

**1.** Die Zentralen MX1Z, MX1/multi, MX1/2000, MX1EC MX31ZL und künftig das MX10 und MX32ZL. Sie liefern

über die CAN-Bus-Kabel auch die Versorgungsspannung. Die MX1'en bieten 2 A, das MX31ZL nur etwa 200 mA Strom an. Bei mehr Bedarf muss man nachspeisen.

**2.** Die Fahrpulte MX2, MX2IR, MX2FU, MX21, MX21FU, MX31, MX31FU, MX31ZL und MX32.

**3.** Die Gleisabschnittsmodule MX9Z (Zimo Datenformat) und MX9B und MX9V, die die Besetztmeldungen vornehmen sowie die HLU-Informationen in das DCC-Gleissignal schneiden. Man kann am MX9 zusätzlich externe Besetztmelder, Lampentreiber und Zugnummernanzeigen anschließen.

**4.** MXIR ist die Infrarot Basisstation für das MX2IR (seit 2002 durch Funkversionen abgelöst).

**5.** MXFU ist die Funkbasisstation für die Funkfahrpulte MX2FU, MX21FU, MX31FU.

**6.** Das Magnetartikelmodul MX8.

**7.** Ein Drehscheibenmodul MXDS, das jedoch schon lange abgekündigt wurde.

**8.** CSA32 ist ein Interface von Dipl. Ing. Sperrer, das zum Betreiben von Besetztmeldern, Lampentreibern und Eingabetastern dient. Dieses Modul ist vor allem für Modellbastler interessant, weil es in einigen Fällen eine gute Alternative zu den ZIMO-Modulen darstellt. Man kann mit ihm z.B. in Stellpulten Spuren ausleuchten und Taster einlesen.

**9.** CAN Bus Power von AMW, dient dem Nachspeisen von Strom am CAN-Bus. Eine ähnliche Lösung gibt es von CDF (Marcel Thomas) als simple Platine.

**10.** Das MX9 Dummy ist ein Platzhalter an Stelle eines MX9, bietet Gleisspannung an und schleift den CAN Bus durch.

**11.** Der MXLADER von AMW hat keine CAN-Funktion. Es dient dem Laden der

Funkfahrpulte und wird über die Bus-Spannungsversorgung gespeist.

**12.** Das MXFURC ist ein angekündigtes Funk Basismodul für den geplanten neuen MX32-Funk und gleichzeitig Rail-Com-Nachrüst-Gerät für die bestehenden Zentralen (jene vor MX31ZL und MX10).

**13.** Die Interfaces CAN Key von Dipl. Ing. Sperrer und PCAN von Peak verbinden die Zimo-Elektronik via USB mit einem PC. So können z.B. die Programme STP oder ESTWGJ die Fahrzeug- und Anlagensteuerung übernehmen. Beim CAN Key legt Herr Sperrer einen CAN-Bus Sniffer bei. Für den durchschnittlichen Modellbahner wohl ohne Nutzen, können technisch Interessierte damit jedes Datenpaket am Bus verfolgen.

*Arnold Hübsch*



Zimos Basisgerät MX10 – im klassischen Sprachgebrauch die Zentrale – ist für Kontakte jeglicher Art zuständig. Hier wird z.B. die Anlage angeschlossen, hier ist aber auch der Master des Zimo-CAN-Busses angesiedelt.



Die Rückseite des MX10 weist eine Vielzahl von Anschlüssen auf. Zimo-CAN und LAN liegen direkt nebeneinander und dürfen auf keinen Fall verwechselt werden.



CAN Bus Power von AMW unterstützt die von Zimo vorgesehene Energieübertragung über die CAN-Bus-Kabel, indem zusätzlich Strom eingespeist wird.



## Busverkabelung bei der Modellbahn



# STRIPPEN ZIEHEN

Wer schon einmal Buskabel auf seiner Anlage verlegt hat, kennt das Phänomen vielleicht: Unerklärliche Dinge passieren, Geräte lassen sich nicht wie vorgesehen ansprechen oder entwickeln im schlimmsten Fall ein Eigenleben. Dabei hat der Test der einzelnen Komponenten am Küchentisch doch so gut funktioniert ... Guter Rat ist hier gar nicht so teuer.

**W**enn man mal von den echten Anschlussfehlern absieht, entstehen die Übertragungsstörungen meist durch falsch gewählte und/oder falsch verlegte Kabel. Der Glaube, mit dem Kauf der Kabel vom Hersteller der Elektronikkomponenten sei man auf der sicheren Seite, erweist sich leider all zu oft als Irrglaube. Dabei kann der Hersteller in der Regel nichts für auftretende Störungen. Er hat die Kabel für bestimmte Einsatzarten spezifiziert und oft ist es der Modellbahner selbst, der unbewusst diese Spezifikationen überschreitet oder gar missachtet.

Ein digitaler Datenstrom besteht aus logischen Nullen und Einsen, die jeweils durch Spannungs- oder Stromwerte auf dem Kabel repräsentiert werden. Der Empfänger misst die Veränderungen der Spannung oder des Stroms. Die Messergebnisse werden dann intern als „0“ oder „1“ interpretiert und passend weiterverarbeitet. Beeinflussen nun äußere Umstände die Spannungen oder Ströme im Übertragungskabel in ausreichendem Umfang, misst der Empfänger einen falschen Wert. Nach der Interpretation der Messergebnisse liegen somit ein oder mehrere „gekippte Bits“ vor, also logische „1“ die eigentlich „0“ sein sollten oder umgekehrt.

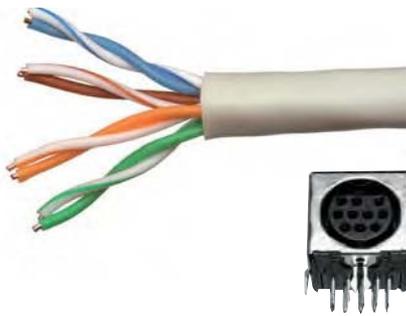
Störungen im Kabel entstehen auf verschiedenen Wegen. Neben elektromagnetischen Einflüssen (das Kabel wirkt wie eine Antenne) gibt es induktive, kapazitive und galvanische Störeinkopplungen. Diese beruhen darauf, dass um einen stromdurchflossenen Leiter ein Magnetfeld entsteht, das bei Veränderungen Ausgleichsströme in einem benachbarten Leiter hervorruft; darauf, dass zwei isolierte Leiter miteinan-

der einen Kondensator bilden und so vor allem impulsförmige Signale von einer Seite auf die andere übertragen; darauf, dass bei Stromfluss an den immer vorhandenen Widerständen zwischen gemeinsamen Polen Spannungen abfallen, die zu Ausgleichsströmen führen.

## WAS TUN GEGEN DIE STÖRUNGEN?

Elektromagnetische Störeinkopplungen lassen sich am wirkungsvollsten mit einer Abschirmung verhindern. Diese wirkt auch gegen induktive und kapazitive Störungen, wobei hier die Lage der betroffenen Kabel zueinander eine fast noch größere Bedeutung hat (Abstand halten, rechtwinklig kreuzen!). Galvanische Kopplungen lassen sich vermeiden, indem niederohmig und mit hochwertigen Kontakten verkabelt wird sowie Ringschlüsse vermieden werden.

Eine besonders gegen induktive Einstrahlungen wirkungsvolle Ergänzung zur Schirmung ist das Verdrillen der signalführenden Leitungen miteinander. Diese Technik wird bei Telefon- und Ethernet-Kabeln („twisted pair“) angewandt. Oft zusammen mit dem „twisted pair“-Konzept eingesetzt wird die symmetrische Übertragung. Hierbei wird das zu übertragende Signal gegenphasig (also mit entgegengesetzter Polarität) auf die verdrillten Adern gelegt, statt nur eine Ader in Phase zu bedienen. Der Gegenpol ist in jedem Fall eine definierte Bezugs Erde, auch Masse genannt. Der Empfänger bildet die Differenz der gegenphasigen Signale und



*Twisted-pair-Kabel mit vier paarweise verdrehten Adern.*

*Eine solche miniDIN-Buchse mit zehn Polen gehört bei den Stecksystemen zu den Exoten. Märklin verwendet sie zum Anschluss der MobileStations.*

eleminiert so Störeinkopplungen weitgehend, da diese in beiden Leitungen gleichsinnig, also in Phase auftreten.

Ein weiterer technischer Kniff kommt regelmäßig zur Anwendung: die Stromschleife. Hier wird ein festgelegter Strom durch das Kabel geschickt, typisch sind 20 mA. Auf Empfängerseite ist für Digitalübertragungen nur festzustellen, ob der Strom fließt oder nicht. Stromschleifen sind robust gegenüber kräftigen Störspannungen. Sie können aber, gerade bei schnellen Signalwechseln, aufgrund ihrer bis zu 24 V betragenden Versorgungsspannung, selbst leicht zu Störern werden.

## ANLAGENREALITÄT

Die Anschlussysteme der Modellbahn-Busse beruhen meist auf weit verbreiteten Steckertypen. Besonders Bus-Techniken mit einer geringeren Geschwindigkeit werden mit vier-, sechs- oder achtpoligen „Western-Steckern“ angeschlossen. Entsprechend konfektionierte Kabel kann man als Telefon-

Zubehör kaufen. Diese Kabel sind nicht oder nur sehr dünn abgeschirmt, meist schwarz und mit klarsichtigen „Western“-Steckern versehen.

Häufig anzutreffen sind auch die auf Netzwerk-Patch-Kabeln basierenden Anschluss-Lösungen. Diese Kabel sind in Längen von 0,5 bis 30 m fein abgestuft und in verschiedenen Farben erhältlich. So ist es möglich, die Kabelwege kurz zu halten und verschiedenen Anschlussaufgaben eigene Farben zuzuweisen. Netzwerk-Patch-Kabel sind grundsätzlich geschirmte twisted-pair-Kabel aus vier jeweils verdrehten Aderpaaren. Die CAT-Bezeichnungen geben an, mit welcher Datenrate die Kabel sicher betrieben werden können. Für Modellbahnzwecke reicht die einfachste verfügbare Kategorie CAT 5 völlig aus.

Die dritte große Stecker-Gruppe hat runde Mitglieder. DIN-Stecker, auch genannt Diodenstecker, sind aus der früheren Audio-Technik bekannt und auch Tastaturen hat man mal mit ihnen an Computer angeschlossen. Nicht für die Modellbahn vorgesehene Verlängerungen und Kupplungen sind inzwischen rar geworden, da dieses Stecksystem für die heutige Unterhaltungselektronik keine Rolle mehr spielt.

Die modernere Generation der DIN-Stecker ist vielpolig differenziert und heißt miniDIN. Man begegnet ihr heute z.B. in Form der 6-poligen PS/2-Tastatur- und -Mausport-Anschlüsse eines PCs. Verlängerungen und Adapter sind 6-polig erhältlich, für die Modellbahnbusse benötigt man jedoch 7 oder 10 Anschlüsse. Hier bleibt in vielen Fällen nur „Selbst ist der Mann, LötKolben schwingen“!

tp

STECKER UND KABEL FÜR SYSTEMBUSSE	
Systembus	Anschluss
BiDiBus	Patchkabel; RJ45 – CAT5
EasyNet (Tams)	Patchkabel; RJ45 – CAT5
ECoSLink (ESU)	miniDIN-Stecker/Buchse 7-polig (Bsp: Conrad 731781; 732109; geschirmte mehrpolige Datenleitung, z.B. 602230)
Ethernet	Patchkabel; RJ45 – CAT5, CAT5e, CAT6
LocoNet	wie Telefonkabel, 6-polig; mit Western-Steckern RJ12 6P-6C (konfektionierte Kabel Stecker–Stecker, Bsp: Reichelt WK 6-6 5M, WK 6-6 10M, WK 6-6 15M; Einbaubuchsen MEBP 6-6S)
LSB, HSB (Viessmann)	LSB: Telefonkabel, Western-St. RJ12 6P-6C HSB: Patchkabel; RJ45 – CAT5
µcon-Bus	Patchkabel; RJ45 – CAT5
Märklin I2C-Bus	16-polige Steckerleiste, 16-polige Buchse
Märklin CAN-Bus	Märklin: miniDIN-ähnliche Stecker/Buchsen, 10-polig; miniDIN-Stecker/Buchse 7-polig CAN-digital-Bahn: Patchkabel; RJ45 – CAT5
Maus-Bus	Telefonkabel, Western-Steckern RJ12 6P-6C
RocoNet	Telefonkabel, Western-Steckern RJ12 6P-6C
RS-Bus (Lenz)	freie Verkabelung
Rückmeldebus (Roco)	Telefonkabel, Western-Steckern RJ12 6P-6C
Sx-Bus (auch RMX)	DIN-Stecker/DIN-Buchse 5-polig
XpressNet/X-Bus (Lenz)	DIN-Stecker/DIN-Buchse 5-polig
Zimo CAN	Telefonkabel, Western-Steckern RJ12 6P-6C



*Netzwerk-kabel mit Schirmung und 8-poligem Stecker RJ45. Kabel dieser Art werden Patch-Kabel genannt und sind preiswert in verschiedenen Längen und Farben zu haben.*



*Telefonkabel mit 6-poligem Western-Stecker RJ12 6-6. Kabel dieser Art sind ungeschirmt und daher für hohe Datenübertragungsraten nicht geeignet. Spiralförmige Varianten bieten sich zum Anschluss mobiler Geräte an.*

*„Diodenstecker“ nannte man diese 5-poligen DIN-Stecker früher. Heute hat dieses Stecksystem in der Unterhaltungsindustrie keine Bedeutung mehr. Modellbahnelektronik-Hersteller bieten Kabel dieser Art passend zu ihren Geräten an.*







# GRENZEN ÜBERWINDEN

**K**ehren wir zum Abschluss noch einmal zur Analogie mit der Post zurück: Es stellt sich die Frage, was passiert, wenn Daten zwischen verschiedenen Bussystemen ausgetauscht werden sollen. Werfen wir dazu einen Blick ins Ausland: Angenommen, in Hongkong dürften nur HK-Einheitspakete bearbeitet werden. Gleiches gelte innerhalb Deutschlands, wobei die D-Paketmaße geringer als die des HK-Pakets seien. Wollten wir jetzt ein deutsches Standardpaket nach Hongkong schicken, müsste dessen Inhalt beim Grenz-Postamt ausgepackt und in ein HK-Standardpaket umgepackt werden.

Umgekehrt müsste beim Grenzübertritt auch der Inhalt eines Pakets aus Hongkong ausgepackt und in ein deutsches Standard-Paket umgepackt werden. Wenn das asiatische Paket bis zum Rand voll wäre, müsste es in zwei deutsche Pakete umgepackt werden. Gleichzeitig wäre dafür zu sorgen, dass der Empfänger beide Pakete erhält und erkennt, dass sie zusammengehören. Diese Information müsste außen auf

den Paketen stehen, aber auch beim Inhalt enthalten sein, damit sie nicht beim Auspacken verloren ginge. Ungefähr solche Probleme muss ein Interface, das zwischen verschiedenen Bussystemen vermitteln soll, en passant lösen.

Ein solches Gerät konvertiert Datenpakete eines Formats in Datenpakete eines anderen Formats. Daher spricht man hier oft von Konvertern.

In der Modellbahn-Praxis ist es keineswegs immer so, dass ein Konverter Datenpakete in beide Richtungen transportieren kann. Solch universelle Geräte sind sogar ausgesprochen selten. Häufig geht es dem Konverter-Hersteller darum, verbreitete Bediengeräte, z.B. Rocos Lokmäuse oder Märklins/Trix' MobileStations an die eigene Zentrale anzubinden, deren Bedienmöglichkeiten also zu erweitern und den Modellbahner nicht zum Umstieg zu nötigen.

Im einfachsten Fall wird dies per Sniffer erledigt, einer Schaltung, die ein digitales Gleissignal auswertet und die er-

## KONVERTER FÜR SYSTEMBUSSE – GERÄTEÜBERSICHT

	Bezeichnung	Hersteller	Art.-Nr.	UVP	Bemerkung
A	XPressNet-Adapter	–	–	–	openDCC, BiDiB <a href="http://www.opendcc.de/elektronik/opendcc/xpressnet_hw.html">http://www.opendcc.de/elektronik/opendcc/xpressnet_hw.html</a>
B	SniffControl	Tams	40-01507-01	49,- €	Sniffer für MM u. DCC; erkennt DCC-Schaltbefehle <a href="http://www.tams-online.de/htmls/produkte/SniffControl/produkte_snc.html">http://www.tams-online.de/htmls/produkte/SniffControl/produkte_snc.html</a>
C	LC100	Lenz	–	–	Sniffer; nur noch gebraucht erhältlich <a href="http://www.lenzusa.com/products/xpressnet/lc100.htm">http://www.lenzusa.com/products/xpressnet/lc100.htm</a>
D	L.Net converter	ESU	50097	79,95 €	Auslieferung für September 2012 angekündigt <a href="http://www.esu.eu/produkte/digitale-steuerung/l-net-converter/">http://www.esu.eu/produkte/digitale-steuerung/l-net-converter/</a>
E	6021-IR-&-LocoNet-Adapter	Uhlenbrock	63820	59,90 €	Auch für Iris-IR-Fernbedienung <a href="http://www.uhlenbrock.de/intern/Produkte/Adapter/IE6E3E4E-001.htm!ArcEntryInfo=0007.3.IE6E3E4E&amp;NewServerName=GAMMA">http://www.uhlenbrock.de/intern/Produkte/Adapter/IE6E3E4E-001.htm!ArcEntryInfo=0007.3.IE6E3E4E&amp;NewServerName=GAMMA</a>
F	mControl	Tams	40-01607-01	69,- €	Busmaster, ersetzt die Märklin-control unit <a href="http://www.tams-online.de/htmls/produkte/mControl/produkte_mControl.html">http://www.tams-online.de/htmls/produkte/mControl/produkte_mControl.html</a>
G	MobileStation Adapter	Uhlenbrock	63810	39,90 €	MobileStation als Handregler; Sniffer <a href="http://www.uhlenbrock.de/intern/Produkte/Adapter/IE6E3E4C-001.htm!ArcEntryInfo=0007.1.IE6E3E4C&amp;NewServerName=GAMMA">http://www.uhlenbrock.de/intern/Produkte/Adapter/IE6E3E4C-001.htm!ArcEntryInfo=0007.1.IE6E3E4C&amp;NewServerName=GAMMA</a>
H1	MSPX	He-digital	–	–	MobileStation als Handregler; Sniffer <a href="http://www.he-digital.de/bahn/hkomp.htm">http://www.he-digital.de/bahn/hkomp.htm</a>
H2	Adapterkabel	Trix	103248	14,95 €	MobileStation an Sx-Bus <a href="http://www.minitrix.de/produkte/frontend/index.php?page=detail&amp;detail&amp;sCountryCode=de&amp;start=0&amp;nr=103248">http://www.minitrix.de/produkte/frontend/index.php?page=detail&amp;detail&amp;sCountryCode=de&amp;start=0&amp;nr=103248</a>
I	RMX7-Buskonverter	Rautenhaus	RMX917	26,90 €	Bus-Splitter: RMX7 auf RMX0/RMX1 und Sx0/Sx1 <a href="http://www.rautenhaus-digital.de/produkte/rmx-komponenten/rmx917-rmx7-bus-konverter.html">http://www.rautenhaus-digital.de/produkte/rmx-komponenten/rmx917-rmx7-bus-konverter.html</a>
J	X2X-Box	MTTM	ST-X2X-F	99,- €	Gerätevorstellung siehe Seite 8 <a href="http://www.mttm.de/ShopMTTM/product_info.php?info=p47_xpressnet--r--to-selectrix-konverter--x2x-box-.html">http://www.mttm.de/ShopMTTM/product_info.php?info=p47_xpressnet--r--to-selectrix-konverter--x2x-box-.html</a>
K	XNControl	Tams	40-01307-01	59,- €	XPressNet-Eingabegeräte an EasyNet <a href="http://www.tams-online.de/htmls/produkte/XNControl/produkte_xnc.html">http://www.tams-online.de/htmls/produkte/XNControl/produkte_xnc.html</a>
L	Maus Adapter	Uhlenbrock	63840	79,50 €	LokMaus2, MultiMaus als Handregler; Sniffer <a href="http://www.uhlenbrock.de/intern/Produkte/Adapter/IE6E3E4B-001.htm!ArcEntryInfo=0007.0.IE6E3E4B&amp;NewServerName=GAMMA">http://www.uhlenbrock.de/intern/Produkte/Adapter/IE6E3E4B-001.htm!ArcEntryInfo=0007.0.IE6E3E4B&amp;NewServerName=GAMMA</a>

kannten Fahr- und Schaltbefehle in den eigenen Systembus einspeist.

Auch in Multi-Anschluss-Zentralen wie z.B. Uhlenbrocks Intellibox oder Rocos Z21 tun Konverter ihren Dienst, auch wenn sie hier nicht so offen zu Tage treten. Über die hier verfügbaren Anschlüsse sind die meisten marktgängigen Eingabegeräte anschließbar.

Über einen eingebauten Konverter wird auch der PC-Anschluss einer Zentrale erledigt, üblicherweise heißt er dann „Interface“. In unserer Tabelle haben wir die vielen Varianten zum Anschluss an der alten seriellen PC-Schnittstelle (RS 232) nicht aufgeführt und auch die USB-Adapter, die vielfältig angeboten werden, übergangen. Ebenso dienen die verschiedenen Schnittstellen Richtung Ethernet aktuell noch ausschließlich dem Datenaustausch mit einem PC und nicht der direkten Kommunikation von Modellbahngeräten untereinander – sie finden also ebenfalls keinen Platz in unserer Tabelle.

*Guido Weckwerth / tp*

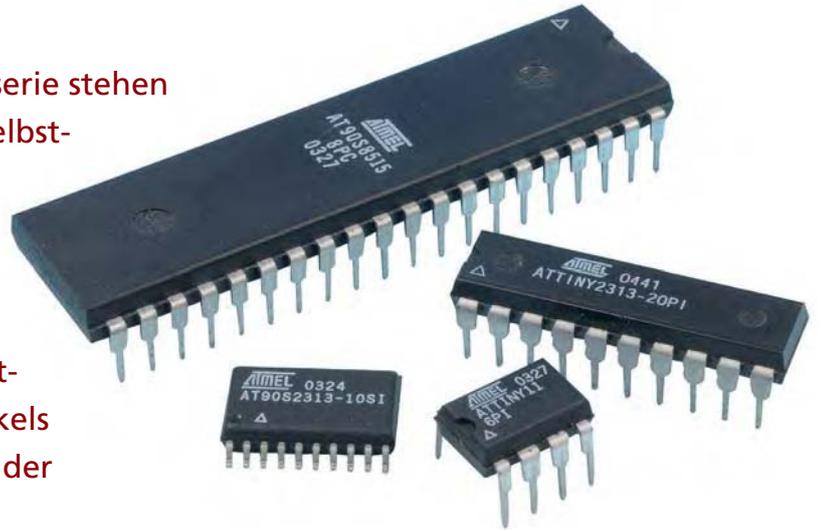
KONVERTER – WER MIT WEM?											
von ...	BiDiB	DCC	EasyNet	ECosLink	LocoNet	Märklin-I2C	Märklin-MS	MM	RMX7	Sx	XPressNet/X-Bus
BiDiB	-										A
DCC		-	B								C
EasyNet			-								
ECosLink				-	D						
LocoNet				D	-	E					
Märklin-I2C			F		E	-					
Märklin-MS					G		-			H	
MM			B					-			
RMX7									-	I	
Sx									I	-	J
XPressNet/X-Bus	A		K		L					J	-



Entwicklung und Aufbau elektronischer Schaltungen – Teil 3

# MICROCONTROLLER

Im abschließenden Teil unserer Artikelserie stehen zwei weitere Themen des Elektronik-Selbstbaus auf der Tagesordnung. Es geht im ersten Abschnitt um den Nachbau von (fast) fertigen Schaltungsentwürfen und um die Möglichkeit, eigene Schaltungen in modularer Weise zu entwickeln. Im zweiten Abschnitt des Artikels nimmt Veikko Krypczyk Sie in die Welt der Mikrocontrollertechnik mit.



In den beiden ersten Teilen dieses Einführungskurses haben wir den Prozess der Entwicklung und des Aufbaus von elektronischen Schaltungen betrachtet. Wir haben mit der Formulierung einer Idee begonnen, Anregungen für die Konzeptentwicklung gegeben und uns mit dem Schaltungsentwurf beschäftigt. Weitere wichtige Themen waren das Zeichnen des Schaltplans, die Durchführung eines ersten Versuchsaufbaus und die Entwicklung einer Leiterplatte. Nach dem dies geschehen war, konnte die Schaltung endgültig aufgebaut, getestet und in Betrieb genommen werden.

Im Rahmen dieses Artikels möchten wir Ihnen zwei weitere Themen näher bringen (Überblick über die Artikelserie siehe Infokasten): Es geht um den professionellen Nachbau von Schaltungsentwürfen und deren Anpassung an die eigenen Erfordernisse. Insbesondere gehen wir auf eine besondere Form des Nachbaus, in Form von Modulen, ein. Im zweiten Abschnitt wagen wir einen großen Schritt: Wir präsentieren eine kompakte Einführung in die Entwicklung von Schaltungen, deren Herz ein Mikrocontroller ist.

-zeitschriften (u.a. auch in der Digitalen Modellbahn) werden zu vielen Problemstellungen komplette Schaltungen oder Entwürfe publiziert. Neben einem vollständigen Nachbau, inklusive Leiterplatte, genauer Bauteilwahl und Inbetriebnahme können aus diesen Quellen auch Ideen und Ansatzpunkte für eigene Entwicklungen entnommen werden. Gemeint ist, die eigene Idee in mehrere Teilprobleme zu zerlegen und dafür jeweils nach eigenständigen Lösungsansätzen zu suchen. Konkretisieren wir diesen Ansatz an einem einfachen Beispiel: Aufgebaut werden soll ein einfaches Lauflicht für eine Baustellensicherung. Wie kann man den modularen Ansatz nun praktisch umsetzen? Die Zerlegung des Problems in seine Bestandteile führt zu den Komponenten, wie diese in Abbildung 1 dargestellt sind. Für diese einzelnen Komponenten muss man nun nicht je-

**ÜBERBLICK ÜBER ARTIKELSERIE**

Unsere kompakte Einführung in das Thema erstreckt sich über insgesamt drei Teile. Sie lesen:

- TEIL 1:** Idee, Konzept, Schaltungsentwurf, Zeichnen des Schaltplans und Versuchsaufbau.
- TEIL 2:** Optimierung, endgültiger Schaltplan, Leiterplattenentwurf, Aufbau und Test.
- TEIL 3:** Nachbau und Anpassung von Schaltungen. Ausblick: Der Sprung zu Mikrocontrollertechnik. Am Anfang: Eine Idee oder eine Problemstellung

**NACHMACHEN – MODIFIZIEREN – ANPASSEN**

Es gilt das Prinzip, das Rad nicht immer wieder neu zu erfinden. Das ist auch nicht notwendig! In Fachbüchern und

Abb. 1: Elektronik für eine Baustellensicherung in Funktionsmodule zerlegt.



weils das Rad neu erfinden, sondern man kann nach Ansätzen in der Literatur und im Internet suchen. Diese werden dann zu einem neuen Projekt kombiniert. Im Einzelnen werden also Lösungen für folgende Funktionen benötigt:

- **Spannungsversorgung:** Bereitstellung der Versorgungsspannung für die elektronischen Bauelemente, um diese mit der notwendigen Spannung zu versorgen und bei Bedarf flexibel (in einem bestimmten Bereich) an unterschiedliche Spannungsquellen anschließen zu können. Stichworte sind also: Spannungsregelung, Festspannungsregler und beispielsweise Gleichrichtung. Mithilfe dieser Stichwörter lassen sich genügend Entwürfe von Schaltplänen und Umsetzungsideen ausfindig machen. Es gilt eine passende Idee für seine Anwendung zu finden.
- **Lauflichtfunktion:** Auch dafür gibt es unterschiedliche Ansätze, beispielsweise auf der Basis der Technologie eines CMOS-IC (4017), mittels Microcontroller (siehe weiter unten im Text), unter Einsatz eines klassischen TTL-ICs usw. Es gilt auch hier einen passenden Ansatz auszuwählen.
- **LED bzw. Lampentreiber:** Wollen Sie ein Lauflicht für die kleineren Spurweiten bauen, so werden mit Sicherheit LEDs zum Einsatz kommen. Diese können unter Umständen, direkt (über Vorwiderstände) an die integrierten Schaltungen angeschlossen werden (im Regelfall bis 10 mA, im Einzelfall bis maximal 15 oder 20 mA). Sollen jedoch Glühlampen zum Beispiel für die Gartenbahn verwendet werden oder sollen pro Ausgang mehrere LEDs angeschlossen werden, so sind entsprechende Treiberstufen vorzusehen. Man kann diese dann beispielsweise mit Treiber-ICs oder klassisch mit Transistoren aufbauen.

Sie sehen also, für all diese Teilkomponenten gibt es unterschiedliche Lösungsansätze; ein „richtig“ oder „falsch“ gibt es nicht. Aber es ist auch nicht notwendig, von Null an zu beginnen. Es ist ein Ansatz, ein eigenes Projekt durch die Kombination aus einzelnen Komponenten zusammenzusetzen und nachzubauen.

## DIE WAHL DER MICROCONTROLLER-FAMILIE: MAN MUSS SICH ZU HAUSE FÜHLEN ...

Es gibt eine Vielzahl von Mikrocontroller-Familien, so dass die Auswahl nicht leicht fällt. Nicht alle sind für den Einsatz im Hobbybereich geeignet. Zur Beurteilung sind verschiedene Kriterien heranzuziehen [1].

- **Verfügbarkeit:** Während manche Mikrocontroller über viele Stellen (Elektronikbaselläden um die Ecke, Versandhandel,...) auch als Einzelstücke zu beziehen sind, sind andere nur in großen Stückzahlen erhältlich.
- **Bauform:** Ist der gewünschte Controller auch in der richtigen Bauform (z.B. nicht nur als SMD = Surface-mounted device: SMD-Bauelemente haben im Gegensatz zu Bauelementen der Durchsteckmontage – „bedrahtete Bauelemente“ –, keine Drahtanschlüsse, sondern werden mittels lötfähiger Anschlussflächen direkt auf eine Leiterplatte gelötet) erhältlich?
- **Preis:** Dieses ist ein wichtiges Argument im Hobbybereich. Hier kann es gelegentlich passieren, dass man den einen oder anderen Chip „zerschießt“. Dann ist es mehr als ärgerlich, für die Ersatzbeschaffung einen größeren Geldbetrag investieren zu müssen.
- **Dokumentation:** Ist eine gute Dokumentation verfügbar? Kann ggf. auch auf Anwendungsbeispiele und Fachbücher – insbesondere für Einsteiger – zurückgegriffen werden? Sind Beispielapplikationen (auf Einsteigerniveau) verfügbar?
- **Programmiergerät/Entwicklungsboard:** Ist ein Programmiergerät, ggf. in Kombination mit einem einfachen(!) Entwicklungsboard für den Einstieg verfügbar? Ist der Preis dafür akzeptabel?
- **Allgemeine Unterstützung und Verwendung in der Community:** Welche Mikrocontroller werden von anderen Hobby-Bastlern für ähnliche Anwendungszwecke verwendet? Ein wichtiger Punkt, denn Anregungen und Hilfestellung findet man oft im Internet (Foren) und dort ist es hilfreich Produkte einzusetzen, welche sich einer allgemeinen Verwendung erfreuen.
- **Technische Daten:** Die meisten Mikrocontroller-Familien dürften die technischen Anforderungen im Hobbybereich (Taktfrequenz, Speicher, I/O-Ports ...) wohl mehr als übererfüllen. Ebenfalls verfügen die meisten Familien häufig über Typen unterschiedlicher Leistungsklassen. Demzufolge lautet die Frage eher, gibt es für Hobbyzwecke ausreichend einfache und verständliche Mikrocontroller in der ausgewählten Familie?
- **Programmierung/Entwicklungswerkzeuge:** Ist eine Programmierung in der gewünschten Sprache (Pascal, C, Basic ...) möglich? Stehen kostenfreie Compiler und integrierte Entwicklungsumgebungen (IDE) zur Verfügung?
- **Eine Liste von Mikrocontroller kann unter [2] eingesehen werden. Hier einige Namen; fett hervorgehoben sind diejenigen, die sich für den Einsatz im Hobby-Bereich gut bewährt haben:**  
Altera | Analog Devices | **Atmel** | **Microchip Technology** | Texas Instruments

## MICROCONTROLLER

Die bisherigen Schaltungen wurden unter Zuhilfenahme konventioneller Digitaltechnik realisiert. Dieses Vorgehensweise weist einige entscheidende Vorteile auf, welche hier nochmals kurz erwähnt werden:

- Der Aufbau und die Entwicklung der Schaltung sind bis zu einem gewissen Komplexitätsgrad relativ leicht nachzuvollziehen und damit auch für Anfänger geeignet.
- Auf dem Markt werden eine Vielzahl von integrierten Schaltungen (zum Beispiel aus der Baureihe der CMOS-Technologie) angeboten, welche leicht und zu geringen Kosten zu beschaffen sind.
- Es werden für den Nachbau und die Inbetriebnahme der Schaltung kein

externes Programmiergerät, keine Schnittstelle zu einem PC und auch keine Software benötigt.

- Der Elektroniker muss „lediglich“ Kenntnis über die Bauteile, deren Wirkungsweise und Beschaltung haben. Erfahrung bei der Programmierung von Software wird nicht benötigt.

Dennoch werden aus heutiger Sicht zunehmend auch kleinere Projekte auf der Basis der Microcontrollertechnik umgesetzt. Auch aus Sicht des elektronikbegeisterten Modelleisenbahners spricht eine Vielzahl von Gründen für die Beschäftigung mit dieser Technologie:

- Auf modernen Modellbahnanlagen – nahezu unabhängig von der Größe der Anlage und der eingesetzten Spurweite – hat sich die Digitalisie-

rung weitgehend als moderne Technologie etabliert. Lokomotiven und Waggons enthalten Decoder, deren Herzstück ein Microcontroller ist. Die Steuerung erfolgt über eine Zentrale, gegebenenfalls in Verbindung mit einem PC. Auch die klassischen Zubehörkomponenten wie Signale, Weichen und Licht werden zunehmend digital gesteuert.

- Die Möglichkeiten zur Umsetzung einer bestimmten Funktion sind umfangreicher. Komplexe Abläufe und Steueraufgaben lassen sich realistischer Weise nur durch den Einsatz von Mikrocontrollern lösen.
- Der Hardwareaufwand, also die Anzahl der benötigten Bauteile, kann gegenüber herkömmlicher Digitaltechnik meist wesentlich reduziert werden. Ein nachträgliches Hinzufügen oder Ändern der Funktionalität ist ohne Änderungen an der Hardware möglich. Diese Anpassungen vollziehen sich ausschließlich in der Software.
- Und nicht ganz unwichtig: Die Microcontrollertechnik ist ein hochinteressantes Gebiet der Elektronik, auf dem es unendlich viele interessante Projekte umzusetzen gibt. Der Lerneffekt ist enorm.

Als Zwischenfazit lässt sich feststellen: Der elektronikbegeisterte Modelleisenbahner dürfte nicht schwer davon zu überzeugen sein, sich dem Thema Microcontrollertechnik zu widmen. Bleibt als nächstes die Frage, nach der besten Form des Einstiegs. Wie soll man anfan-

gen? Genau diese Hilfestellung wollen wir Ihnen im Folgenden geben.

Zunächst erklären wir jedoch kurz, was unter einem Mikrocontroller zu verstehen ist: Als Mikrocontroller werden Halbleiterchips bezeichnet, die mit dem Prozessor auch Peripheriefunktionen auf einem Chip vereinen. In vielen Fällen befindet sich der Arbeits- und Programmspeicher ebenfalls komplett oder zumindest teilweise auf dem gleichen Chip. Ein Mikrocontroller ist praktisch ein Ein-Chip-Computersystem [6].

### ERSTE ENTSCHEIDUNG: WELCHE FAMILIE?

Keine Angst, Sie sollen sich nicht von Ihrer Familie trennen und sich ein neues Zuhause suchen. Es geht darum, für welche Mikrocontroller-Familie man sich entscheidet. Ein späterer Wechsel ist natürlich auch noch möglich, aber verursacht einiges an Wechselkosten und Aufwand (fast wie im realen Leben...). Wir haben uns hier für eine Verwendung der PIC-Microcontroller entschieden, die weit verbreitet sind. Es gibt eine sehr umfangreiche Typenauswahl, von hochleistungsfähigen Exemplaren bis hin zu sehr einfache Typen für die Realisierung kleinerer Projekte.

Preislich sind die meisten PICs auch für den Hobbybastler erschwinglich. Es gibt eine gute Unterstützung im Internet; der Einsatz einer anderen Mikro-

controllerfamilie führt natürlich auch zum Ziel. Einige Hinweise zur Auswahl, insbesondere zu wichtigen Kriterien enthält der nebenstehende Infokasten.

### NOTWENDIGES EQUIPMENT

Neben dem notwendigen klassischen Handwerkszeug für das Herstellen von elektronischen Schaltungen (Lötkolben inklusive Zubehör, Labornetzteil, Zange, Schraubendreher ...) werden für den Einstieg in die Microcontrollertechnik folgende Komponenten benötigt:

- Ein bis zwei Mikrocontroller des ausgewählten Typs.
- Ein Programmier- und Entwicklungsboard: Dazu genügt für den Anfang sicherlich ein preiswertes Board, während es für komplexere Schaltungen später notwendig ist, auf ein besseres – und bezüglich der Funktionalität – umfangreicheres Board umzusteigen. Ein leistungsfähiges Entwicklungsboard erleichtert erheblich das Schaltungsdesign und die Programmierung der Software (Firmware). Beispielsweise kann mit einem kombinierten Test- und Entwicklungsboard die Funktionalität der Schaltung direkt getestet und festgestellt werden. Dazu befinden sich beispielsweise LED-Anzeigen, 7-Segment-Displays, LCD-Displays oder für die Dateneingabe entsprechende Taster und Schnittstellen für externe Sensoren auf der Platine.
- Eine Verbindung zwischen dem Programmier- und Entwicklungsboard und einem PC. Moderne Boards werden über die USB-Schnittstelle angeschlossen. Alternativ war früher ein Zugang über die serielle Schnittstelle bei einfachen Boards üblich. Achten Sie darauf, wenn Sie ein gebrauchtes Board ersteigern, welche Schnittstelle erforderlich ist. PCs der heutigen Generation verfügen nicht mehr über serielle Schnittstellen.
- Installation eines Compilers für die entsprechende Microcontroller-Familie und einer Entwicklungsumgebung für die ausgewählte Programmiersprache.
- Besorgung der Dokumentation des betreffenden Controllers und des einen oder anderen Einstiegstuto-

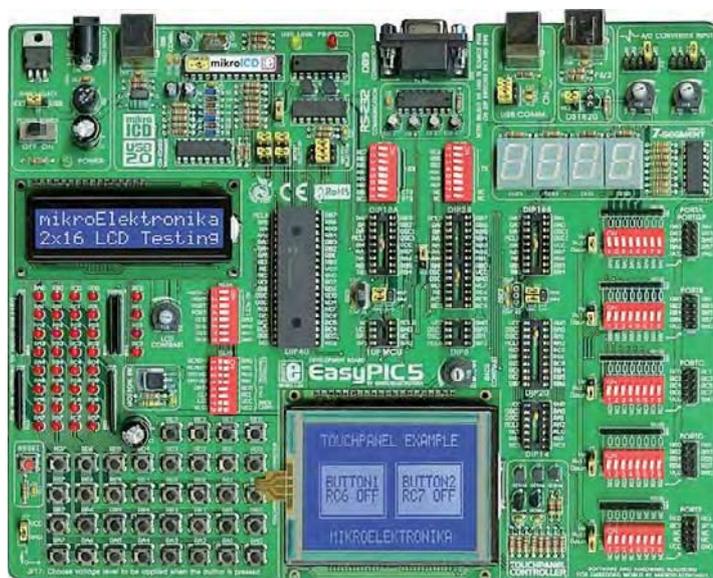


Abb. 2: Das Entwicklungsboard EasyPic der Firma MikroElektronika [3]

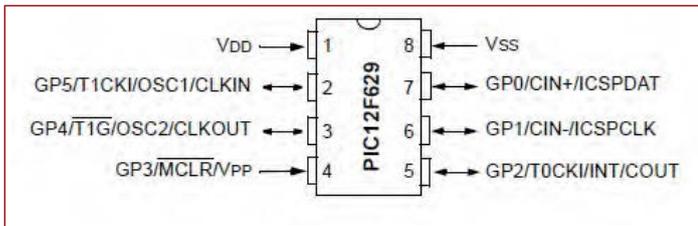


Abb. 3: Anschlussbelegung des PIC 12 F 629 (entnommen aus der Produktdokumentation).

rials zur Microcontrollerprogrammierung. Dieses sollte die Thematik möglichst einfach und mit vielen Beispielen einführen.

Da sich der Autor schon etwas länger mit der Programmierung von PIC-Microcontrollern beschäftigt, wurde bereits ein etwas professionelleres Programmierboard, vom Typ EasyPic der Firma MikroElektronika [3] (siehe Abbildung 2) angeschafft. Für den Einstieg gibt es aber auch einfachere und vor allem kostengünstigere Alternativen. Sogar ein Selbstbau in verschiedenen Komplexitätsstufen ist möglich, wie dieses auf den Seiten von [4] gezeigt wird.

## DER EINSTIEG

Wie beginnen? Hier bietet sich auch eine pragmatische Vorgehensweise an: Beginnen wir mit dem Nachbau (Hinweise siehe auch oben im Text) eines

einfachen Projektes auf der Basis eines Microcontrollers. Ganz im Sinne der Thematik Modellbahn finden sich unter [5] Bauvorschläge für Zubehordecoder auf der Basis des „kleinen“ PIC 12F629/ 12F675.

Neben dem Schaltplan, werden Entwürfe für die Leiterplatten und die Software (Firmware) für die unterschiedlichen Digitalssysteme bzw. Einsatzzwecke angeboten. Der Nachbau gestaltet sich recht einfach. Auch kleinere Modifikationen – zum Beispiel mit Blick auf die Endstufen (siehe dazu auch die Anmerkungen oben im Artikel) – sind leicht umsetzbar bzw. es werden Vorschläge auf der Seite vorgestellt.

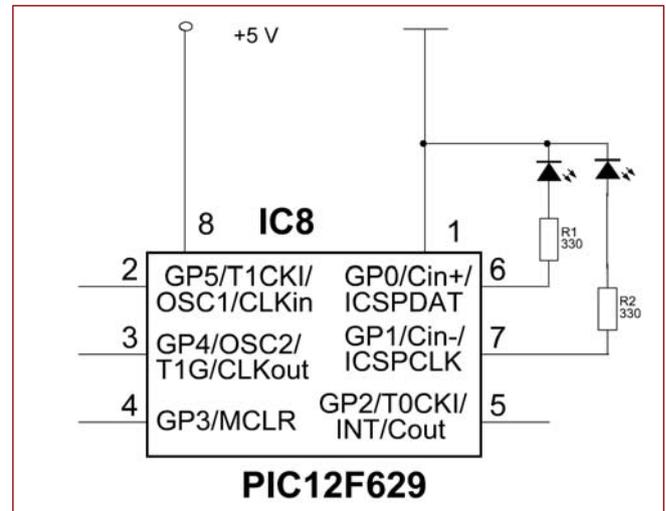


Abb. 4: Minimalschaltplan für unser Miniprojekt „Wechselblinker“.

Die Hardware ist für eine universelle Wiederverwendung ausgelegt; die meisten Anpassungen finden über die Software statt. Letztere gilt es über einen PIC-Programmer in den Microcontroller einzuschreiben. Da der Speicher dieses Microcontrollers auf der sogenannten Flash-Technologie basiert, kann das Programm (fast) beliebig oft überschrieben werden. Da wird auch gleich ein weiterer entscheidender Vorteil für den Einsatz eines Microcontrollers deutlich: Anpassungen und/oder Funktionserweiterungen können oftmals ohne Änderungen an der Hardware vorgenommen werden; ein überschreiben des Programms im Microcontroller genügt.

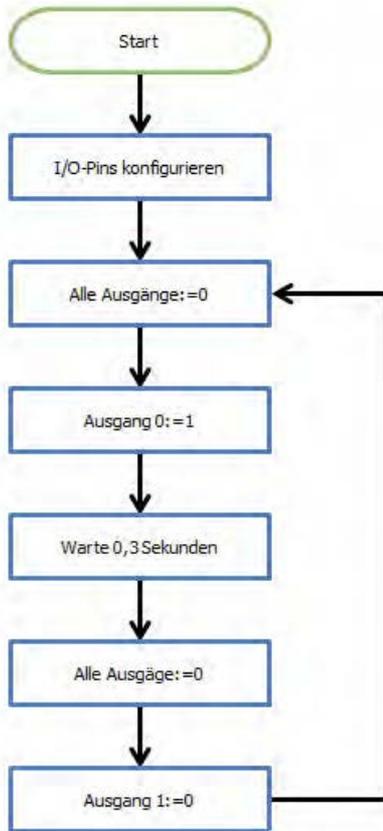


Abb. 5: Der Ablaufplan der Blinkschaltung.

Es wird daher empfohlen, für den Einstieg in die Microcontrollertechnik eines der erwähnten kleineren Projekte mit der Möglichkeit einer praktischen Verwendung nachzubauen; die Software in den Controller zu schreiben und sich damit mit der prinzipiellen Vorgehensweise vertraut zu machen. Im nächsten Schritt könnte eine Modifizierung der Hardware und dann der Software an eigene Bedürfnisse stehen.

### EIN ERSTES EIGENES EXPERIMENT

In diesem Textabschnitt soll ein erstes kleines Miniprojekt vorgestellt werden. Dabei geht es primär darum, die wesentlichen Schritte bei der Umsetzung nachzuvollziehen. Für den Bahnübergang auf der Modellbahnanlage wird die Elektronik für ein einfaches Blinklicht konzipiert. Dieses dient zum Beispiel der Absicherung eines unbeschränkten Bahnübergangs und könnte als Wechselblinker ausgelegt werden.

Als „Lampen“ fungieren LEDs in der Farbe Rot. Der Bau der Warnblinkanla-

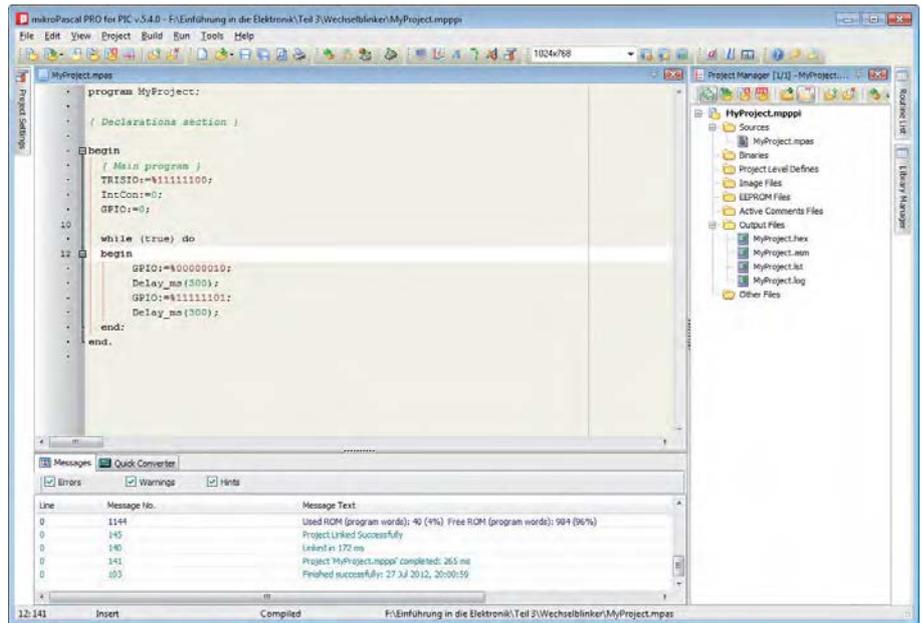


Abb. 6: Die Arbeit der Entwicklungsumgebung (Testversion) mikroPascal PRO for PIC.

#### LISTING 1: QUELLCODE IN PASCAL ZUR BLINKSCHALTUNG

```

program MyProject;
{ Declarations section }
begin
  { Main program }
  TRISIO:=%11111100; // die I/O-Pins 0 und 1 als Ausgänge definieren
  IntCon:=0; // Ausschalten des internen Timers
  GPIO:=0; // alle Ausgänge auf logisch "0" setzen

  while (true) do // unendliche Wiederholung der Schleife
  begin
    GPIO:=%00000010; // den Ausgang 1 auf "1" setzen, alle anderen auf "0"
    Delay_ms(300); // 0,3 Sekunden warten
    GPIO:=%11111101; // den Ausgang 0 auf "1" setzen, alle anderen auf "1"
    Delay_ms(300); // 0,3 Sekunden warten
  end;
end.
  
```

ge kann in Eigenregie erfolgen. Dazu stehen LEDs in unterschiedlichen Größe – je nach Baugröße von Z bis Gartenbahn – zur Verfügung. Alternativ bieten die Zubehörerhersteller entsprechende vorgefertigte Module zur Absicherung des Bahnübergangs.

Für die Realisierung auf Seiten der Hardware wird lediglich ein einfacher PIC, zum Beispiel vom Typ 12 F 629 benötigt. An diesen können direkt (über Vorwiderstände) LEDs angeschlossen werden. Der Microcontroller enthält auch intern einen Taktgenerator, so dass eine darüberhinausgehende Beschaltung in der Basisversion nicht notwendig ist. Die Anschlussbelegung des PIC 12 F 629 zeigt Abbildung 3; der Entwurf des wirklich simplen Schaltplans ist in Abbildung 4 dargestellt. Natürlich

sind noch Ergänzungen im Bezug auf die Stromversorgung und auf mögliche Leistungstreiber (siehe Kapitel Erweiterungen, DiMo 3/2012) später notwendig.

Die hardwaretechnische Realisierung bildet die Voraussetzung für das Umsetzen der Anforderungen in der Software. Direkten Einfluss hat die Beschaltung der I/O-Pins, d.h. wenn an einem solchen Pin eine LED angeschlossen wurde, ist dieser softwaretechnisch auch als Ausgang zu definieren. Soll dagegen zum Beispiel ein Taster angeschlossen werden, so ist der betreffende PIN als Eingang festzulegen. Den softwaretechnischen Ablauf in Form eines Flussdiagramms zeigt Abbildung 5. Dazu die folgenden Anmerkungen:

- Als erstes muss dem Controller mitgeteilt werden, welche Bedeutung den einzelnen PINs zukommt. In diesem Fall, werden die I/O-Ausgänge 1 und 2 als Ausgänge definiert, denn hier sollen ja die LEDs angeschlossen werden.
- Alle Ausgänge werden auf logisch „0“ gesetzt.
- Danach wird nach Berücksichtigung einer zeitlichen Verzögerung Ausgang 0 bzw. 1 abwechselnd auf logisch „0“ bzw. „1“ gesetzt.

Nunmehr muss dieses in der Software umgesetzt werden. Im Endeffekt „verstehen“ die Microcontroller nur Maschinencode. Sehr hardwarenah programmiert man in Assembler. Einfacher aus Sicht des Entwicklers ist die Entwicklung in einer Hochsprache. Für dieses einfache Projekt wurde eine Umsetzung in Pascal vorgenommen. Eine integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) erleichtert die Programmierung. Die Erfassung des Quellcodes, die Übersetzung und die Übertragung in

den PIC gestalten sich dann sehr einfach. Ebenfalls unter [3] kann eine Testversion einer solchen IDE, welche jedoch für erste Projekte vollkommend ausreichend ist, heruntergeladen werden.

Die Arbeit mit der IDE mikroPascal PRO for PIC zeigt Abbildung 6, der Quellcode wird in Listing 1 abgebildet. Beim Anlegen eines neuen Projektes wird man u.a. nach dem Typ des PIC gefragt und kann einige Basiseinstellungen vornehmen.

Nach der Erfassung des Quellcodes in der IDE kann dieser in die Maschinsprache des Controllers übersetzt werden (Kompilierung). Danach erfolgt die Übertragung in den Controller. Bei Benutzung der Kombination einer IDE und einem etwas fortschrittlicheren Entwicklungsboard ist dieses mit einem Mausklick erledigt. Die Abbildungen 7 und 8 geben noch einen Eindruck bei der Arbeit am PC zur Entwicklung des Programms.

Nun möchten wir konkret auf das Beispiel die Vorzüge der Verwendung

der Microcontroller-Technik präsentieren. Im Gegensatz zum Einsatz der klassischen Digitaltechnik können folgende Änderungen/Erweiterungen der Funktionalität sehr leicht realisiert werden:

- Integration der Einschaltsteuerung mit Timerfunktion: Beispielsweise könnte problemlos die Steuerung des Ein- und Ausschaltens der Blinkanlage realisiert werden. Dazu müsste beispielsweise ein I/O-Pin als Eingang interpretiert werden und mit einem Kontaktgeber an der Schiene (z.B. Lichtschranke) gekoppelt werden. Softwaretechnisch wird der Status dieses PINs abgefragt, d.h. geprüft, welcher Pegel anliegt. Im positiven Fall könnte die Prozedur für den Blinkgeber gestartet werden. Das Ausschalten wiederum könnte dagegen zeitgesteuert ablaufen. All diese Funktionen sind durch Software zu realisieren und bedürfen (außer für die Schnittstellen nach außen) keiner zusätzlichen Hardware.

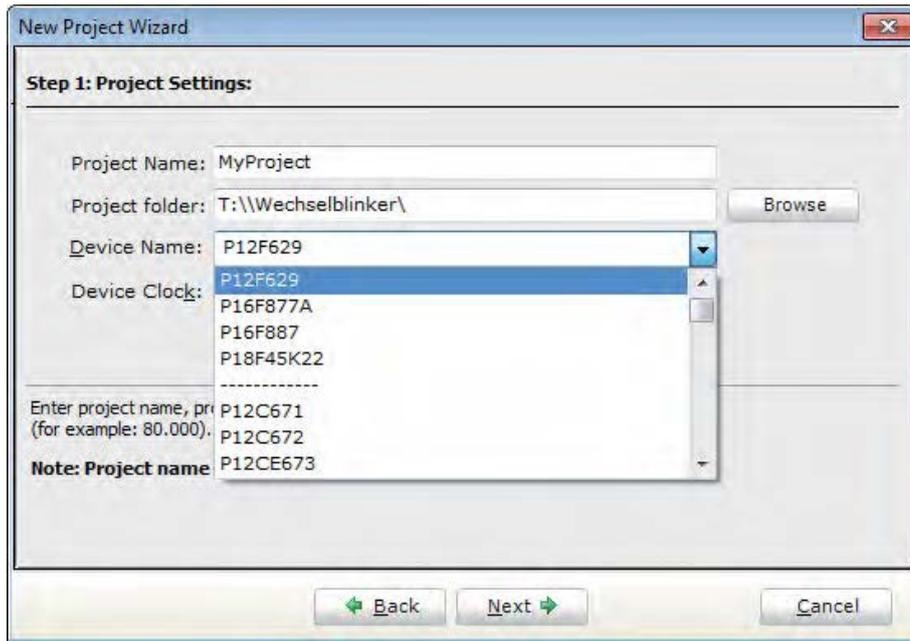


Abb. 7: Ein Assistent hilft beim Anlegen eines Projektes.

- Modifikation zu einem Laufflicht: Statt lediglich zwei LEDs an den Ausgängen des PICs anzuschließen, kann man auch weitere LEDs an den anderen I/O-Pins anschließen. Da die Zahl der I/O-Pins begrenzt ist, kann man diese auch im sogenannten Multiplexbetrieb verdrahten. Dabei werden die Pins mehrfach genutzt; über die Software wird sichergestellt, dass der jeweilig richtige Pegel anliegt.
- Umsetzung von Lichteffekten: Über die Software ist es möglich, die Taktfrequenz sowie Ein- und Ausschaltzeiten der angeschlossenen LEDs zu regeln. Damit können die unterschiedlichsten Lichteffekte realisiert werden.  
Die Einführung in die Arbeit mit Microcontrollern ist äußerst kompakt

ausgefallen und berührt die Thematik und auch die Möglichkeiten nur an der Oberfläche. Für diejenigen Leser, die mit dem Thema bisher gar nicht in Berührung gekommen sind, gilt es zunächst eine Menge zu lernen und zu studieren. Auf oberster Ebene steht das Verständnis für die Arbeitsweise eines Microcontrollers, die Spezifikationen des gewählten Typs und das Erlernen einer Programmiersprache. Hier ist man in der Wahl frei. Einfach erscheinen Pascal und Basic. Nach einer gewissen Lernphase wird man jedoch in der Lage sein, interessante Projekte umzusetzen, deren Realisierung mittels herkömmlicher Digitaltechnik gar nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich sind.

### LITERATUR, LINKS & DOWNLOADS

- [1] [http://www.mikrocontroller.net/articles/Entscheidung\\_Mikrocontroller](http://www.mikrocontroller.net/articles/Entscheidung_Mikrocontroller)
  - [2] <http://www.mikrocontroller.net/articles/Mikrocontroller>
  - [3] <http://www.mikroe.com/>
  - [4] <http://www.sprut.de/electronic/pic/brenner/index.htm>
  - [5] <http://www.digital-bahn.de/>
  - [6] <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrocontroller>
- Download:  
<http://www.vgbahn/downloads/dimo/2012Heft4/Wechselblinker/>

### FAZIT

Wir sind am Ende der dreiteiligen Artikelserie, welche Ihnen den Einstieg in das spannende Gebiet der Elektronik zum einen etwas schmackhaft und zum anderen auch erleichtern sollte. Trotz drei Artikel können natürlich nur erste Anregungen in Form von zögerlichen und unsicheren ersten Gehversuchen auf vielleicht noch völlig unbekanntem Terrain erfolgen. Dennoch glauben wir, dass die Beherrschung von Grundlagen der Elektronik (nicht zuletzt durch die

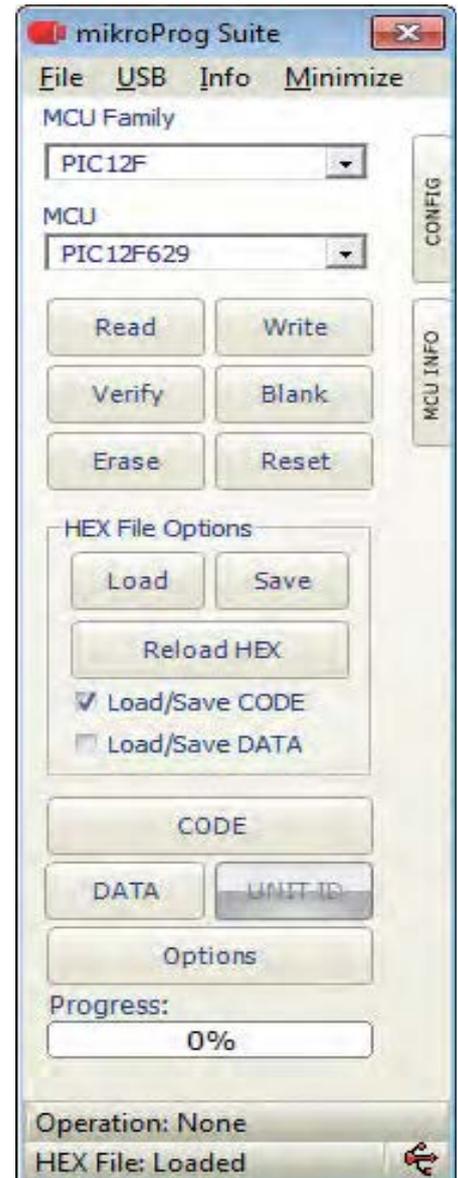


Abb. 8: Die Übertragung des Programms vom PC in den Controller erfolgt direkt aus der IDE.

sich bereits in weiten Teilen durchgesetzte Digitalisierung) ein wichtiges Fundament für den Aufbau einer realistischen Modellbahnanlage ist. Haben Sie Interesse an dieser Artikelserie gefunden und wünschen zur Thematik Microprozessor in einer der nächsten Ausgaben weitere Artikel? Teilen Sie Ihre diesbezüglichen Wünsche dem Autor (Email: [info@it-fachartikel.de](mailto:info@it-fachartikel.de)) oder der Redaktion mit.  
 Ein abschließender Hinweis: Der Quellcode (Pascal, IDE: mikroPascal PRO for PIC-Testedition) und der kompilierte Code für den PIC 12 F 629 für den Wechselblinker kann von der Webseite des Verlages als Download bezogen werden.  
*Dr. Veikko Krypzyck*





## Manueller Betrieb mit PC-Steuerung Rocrail

# ROCRAIL ALS HELFERLEIN

Der Computer ist mit seinen Programmen bzw. Apps ein nützliches Werkzeug. Selbst dem Modellbahner, der seine Züge manuell steuern möchte, kann er als betriebsichernde Einrichtung im Hintergrund dienen. Rüdiger Heilig zeigt, wie man die Open Source-Software Rocrail z.B. zum Schalten und Sichern von Fahrstraßen einrichtet.

In dieser Artikelreihe geht es um interessante und weniger bekannte Möglichkeiten, die eine Steuerungssoftware hinsichtlich mehr Realismus, Sicherheit und Bedienkomfort beim (Modell-) Betrieb bietet. Auch der Kostenaspekt kommt nicht zu kurz. Eine zentrale Komponente spielt dabei Rocrail als Open Source Software-Paket zur Steuerung von Modellbahnen. Es steht für Windows, Linux und Mac zur Verfügung.

Rocrail bietet sehr viele Funktionen und Möglichkeiten; hier besteht für den Anfänger die Gefahr, dass er erst mal „den Wald vor lauter Bäumen nicht sieht“. Daher geht es darum, grundsätzliche Lösungswege zu zeigen, welche Elemente wie kombiniert werden müssen, um das Gewünschte zu errei-

chen. Es ist leider nicht möglich, jeden Mausklick zu zeigen; hier und da wird ein ergänzender Blick in die sehr gute Dokumentation von Rocrail erforderlich sein, die über die Homepage des Rocrail-Projektes erreichbar ist.

Für typische Aufgabenstellungen habe ich für mich Konzepte erarbeitet und getestet, wie diese mit Rocrail realisiert werden können. In dieser und in der nächsten Folge des Artikels geht es um den Einsatz von Rocrail im manuellen Betrieb. „Manuell“ heißt in diesem konkreten Fall, dass der Modellbahner die Züge manuell fährt, die Fahrwege per Start- und Zieltaster vorgibt und so weiter. Eine Demostrecke im Simulationsmodus von Rocrail erlaubt es Ihnen, die Beispiele zuhause am Computer nachzuvollziehen und selber Testbe-

trieb durchzuführen. Die Strecke ist sehr kompakt, so dass sich der zeitliche Aufwand hierzu in Grenzen hält.

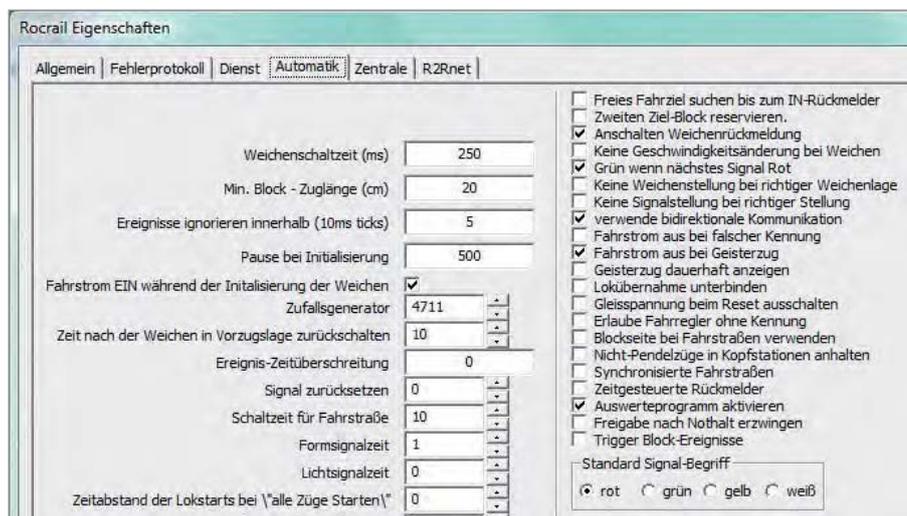
## MANUELLER BETRIEB

Auch überschaubare Gleisanlagen bringen einen einzelnen Bediener ganz schnell ins Schwitzen. Ein Beispiel wären die Betriebsthemen „Kreuzungen“ und „Überholungen“. Schon das zeitnahe Steuern von zwei Zügen – oder gar zur selben Zeit – erfordert volle Konzentration. Es sind ja auch noch die Weichen zu stellen. Und für die Bedienung der Signale ist dann eigentlich schon „keine Hand mehr frei“.

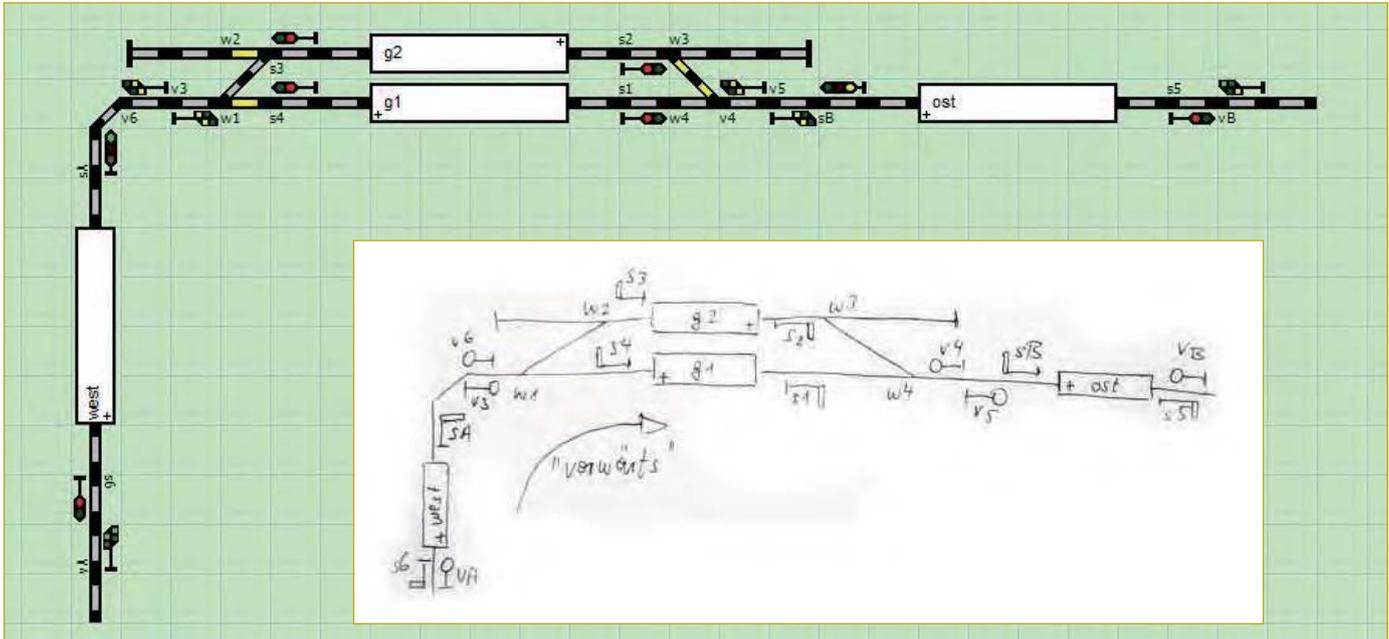
Auch bei Ausstellungen fällt mir auf, dass dort bei vielen Anlagen die Signale nicht bedient werden; man muss ja schon froh sein, wenn diese wenigstens nicht Dauer-Hp0 zeigen ... Auch große Anlagen mit zweigleisigen Hauptstrecken werden wie eine eingleisige Nebenbahn mit vereinfachtem Betrieb bedient, das Fahren „auf Sicht“ herrscht vor. Die „120%-igen“ scheuen den Einsatz PC-gestützter Technik, da nur 95 % ihrer Anforderungen erfüllt werden würden. Ich kann dazu nur sagen: 95% ist mehr als 0 % ...

## LÖSUNGSKONZEPTE MIT ROCRAIL

Rocrail bietet die Möglichkeit, Fahrstraßen zu definieren. Der Nutzer wählt im Betrieb manuell die gewünschte Fahrstraße und Rocrail stellt alle Wei-



Grundeinstellung für die Signallogik: Hier teilt man dem Rocrail-Server mit, ob „deutsche“ oder „amerikanische“ Signallogik verwendet werden soll. Damit ist folgendes gemeint: In den USA und vielen anderen Ländern gibt es keine Vorsignale in unserem Sinne. Diese Aufgabe übernimmt das vorhergehende Hauptsignal. Es zeigt „gelb“, falls das folgende Hauptsignal Halt zeigt. Unter anderem in Deutschland wird stattdessen mit Vorsignalen gearbeitet, so dass das vorhergehende Signal „grün“ zeigt (um Ausnahmen wie folgende abzweigende Weichen geht es hier nicht). Für „deutsche“ Signale daher: Haken setzen bei „Grün wenn nächstes Signal rot“! (Vorbild-Zusammenhänge stark vereinfacht, in Stichworten)



chen entlang des Fahrwegs. Die Fahrstraße muss mit ihren Eigenschaften allerdings zuvor einmalig angelegt worden sein. Ein Großteil dieser Arbeiten erledigt Rocrail für uns. Nach meiner Einschätzung geht das schon bei mehr als etwa drei Weichen schneller und bequemer als das manuelle Stellen der einzelnen Weichen. Das ist eine Erleichterung bei viel „Action“ auf der Anlage, oder gar bei Ausstellungsbetrieb über viele Stunden.

Zusätzlich zu den Weichen entlang des Fahrwegs stellt Rocrail auf Wunsch auch Signale, eigentlich alles, was per Decoder schaltbar ist (auch Bahnübergänge). Selbst Weichen, die dem Flankenschutz dienen, lassen sich in die Fahrstraße einbeziehen. Das sieht nicht nur vorbildgerecht aus, es dient auch der Betriebssicherheit auf der Anlage. Der Nutzer hat hier freie Wahl seine Betriebsphilosophien zu verwirklichen.

Die Signale von Rocrail stellen zu lassen, ist eine große Hilfe, fallen hier auch viele Stellvorgänge an. Im Detail kann das so aussehen: Wird eine Fahrstraße gestellt, schaltet Rocrail alle Signale längs des Fahrwegs auf die rich-

tigen Signalbegriffe. Alle Signale, die zu „feindlichen“ Fahrstraßen gehören, werden auf Halt gesetzt.

Jetzt wird es interessant: Theoretisch muss der Bediener die Signale von Hand zurücknehmen, wenn der Zug passiert hat. Beim Stellen der nächsten Fahrstraße wird Rocrail alle zum neuen Fahrweg gehörenden (Flankenschutz-) Signale von sich aus zurücknehmen. Auch wenn der Bediener mal ein Signal „vergessen“ hatte wird es mit dem nächsten Fahrweg richtig geschaltet.

Andererseits kann man auch manuell den Fahrweg/die Fahrstraße auflösen. Rocrail stellt alle Weichen und Signale in Grundstellung. Ein großer Schritt in die richtige Richtung, wie ich meine. Selbst auf diese einfache Art und Weise wird auch ohne „Automatik“-Steuerung ein großer Teil der anfallenden Stellvorgänge realisiert und läuft quasi „wie automatisch“. Man beachte, dass hierzu keine Sensoren in den Gleisen gebraucht werden!

Eine weitere Möglichkeit der Arbeitsverteilung bieten die sogenannten „Aktionen“ in Rocrail. Damit lassen sich beliebige Objekte, oder genauer gesagt,

**Gleisplan:**

So sollte der fertige Gleisplan in Rocrail aussehen. Gleise ohne Funktion können an beliebiger Stelle zusätzlich eingefügt werden. Man bedenke aber den zusätzlichen Platzbedarf zumindest später bei der realen Anlage mit sicherlich mehr Weichen, Gleisen und Signalen. Neben den Blocksymbolen ist jeweils mindestens ein Gleisstück für spätere Erweiterung mit Gleisbesetzmeldern freizuhalten. Man beachte die Orientierung der Blöcke, das „Pluszeichen“ an die richtige Seite! Tipp: Das gerade bearbeitete Objekt kann mit „Alt + R“ in 90°-Schritten gedreht werden (Merkhilfe: R = Rotieren).

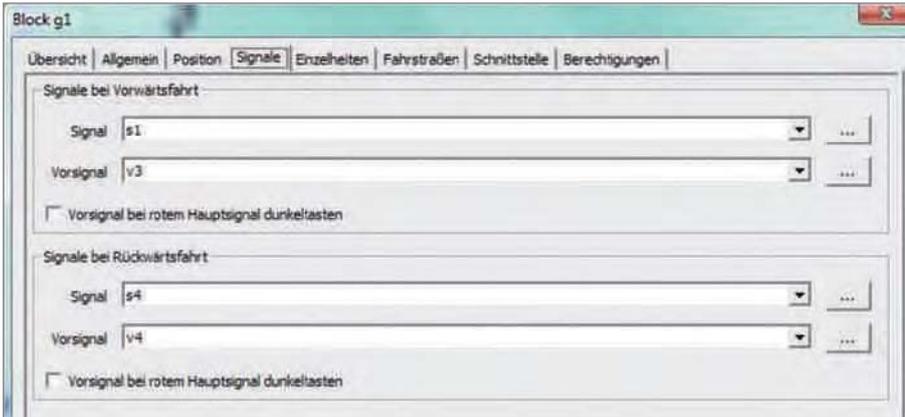
**Handskizze:**

So sieht mein Entwurf für die kleine Demo-Anlage aus. Die Namen der Blöcke sind in den Rechtecken, man beachte die Pluszeichen, in dieser Orientierung müssen auch die Blöcke im Gleisplan platziert sein. Und: Bitte nicht erschrecken wegen der vielen Signale, die bitte genau so zu übernehmen sind. So sieht der fertige Gleisplan nicht nur „cooler“ aus, Rocrail benötigt die Signale auch, um dem Gleisplan gewisse Informationen zu entnehmen. Die Signale müssen „später“ nicht unbedingt auf der Anlage vorhanden sein.

**KOSTENGÜNSTIG SCHALTEN**

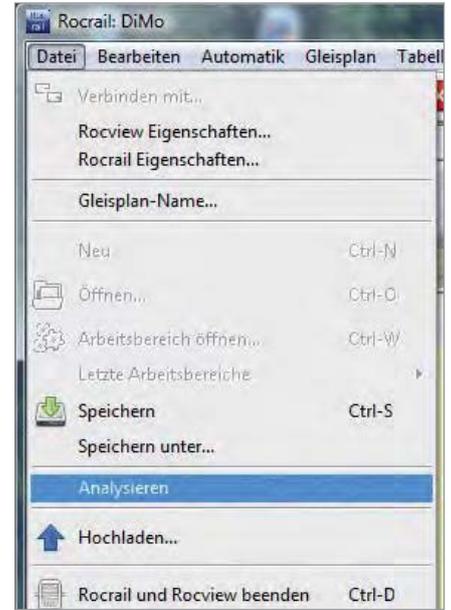
Signale und Weichen über Rocrail zu stellen setzt voraus, dass diese mit entsprechenden Decodern ausgerüstet sind. Dies ist nicht teuer: Werden z.B. Viessmann-Signalbausätze von Conrad/Völkner verwendet und als Decoder Bausätze von Peter Gilling (Typ GCA 50, siehe Rocrail-Homepage), ist ein Licht-Blocksignal einschließlich Decoder für unter 8,- € machbar. Ein Form-Blocksignal mit Servo ES05JR von Conrad als Antrieb und dem Switch Pi-

lot Servo von ESU als Decoder liegt bei etwa 20,- € einschließlich Signal-Bausatz. Ein Weichenantrieb mit dem gleichen Servo liegt bei 11,- €, die Herzstück-Polarisierung (mit Switch Pilot Extension von ESU) schlägt mit 6,- € pro Weiche zusätzlich zu Buche. Dazu kommen noch die einmaligen Kosten für einen „Adapter“ (Interface) zwischen einem Rocrail-Computer und einer Digitalzentrale.



So sehen die Signaleinträge aus für Block „g1“. „Vorwärts“ bezieht sich auf die in der Handskizze festgelegte Richtung. In den restlichen Tabs der Block-Eigenschaften gibt es im Moment nichts für uns zu tun.

Rechts: Näheres zum Analysieren-Befehl findet man auch in der Rocrail-Doku unter „Rocrail – Gleisplan-Auswerter“.



deren Zustände, miteinander verknüpfen. Interessant, wenn es um das Stellen der Vorsignale geht. Im Gegensatz zum Stellen per „Fahrstraßenkommando“ werden so die Vorsignale auch dann bedient, wenn der Nutzer das zugehörige Hauptsignal einzeln von Hand stellt.

Nach der Erfassung des Gleisplans am PC und anderen notwendigen Vorarbeiten werde ich im Detail ein Konzept beschreiben, wie man die oben beschriebenen Funktionen mit Rocrail realisiert.

### NOTWENDIGE VORARBEITEN

Als erstes sollten wir Rocrail von amerikanischer auf deutsche Signal-Logik umstellen. Hierzu gehen wir in „Rocrail-Eigenschaften“ (in Rocview) in den Tab „Automatik“ und setzen per Mausklick einen Haken bei „Grün wenn nächstes Signal Rot“. Auch wer erst mal keine Signale in die Anlage einbaut, sollte dies gleich erledigen. Nebenbei bemerkt, Signale sehen auch nur im Gleisbildstellwerk sehr „cool“ aus und helfen später beim Betrieb zu erfassen, was Rocrail gerade „macht“ bzw. „was gerade anliegt“.

Zunächst ist in Rocrail der Gleisplan anzulegen. Dabei müssen alle Bezeichnungen zur Hand sein. Man überlegt sich ein passendes Schema für die Bezeichnung von Weichen, Blöcken und Signalen. Dies erledigt man am Besten vorher in Ruhe an einer einfachen Handskizze auf einem Stück Papier und legt sich dieses neben die Tastatur. Eine

kleine Anmerkung: Ich habe mich bei meinem Demo-Plan aus verschiedenen Gründen nicht immer an die beim Vorbild üblichen Namenskonventionen gehalten. Da wird wohl jeder zu seinem ganz eigenen, persönlichen Stil finden.

Das Anlegen eines Gleisplans geht in Rocrail sehr einfach, die prinzipiellen Bedienschritte in Rocrail sind aber nicht Gegenstand dieses Artikels. Einen guten Start hierzu gibt es in der Rocrail-Doku unter „Schritt-für-Schritt-Anleitungen“ unter Punkt 3.0. Weitere Details stehen in der Doku unter „Rocview-Gleisplan“. Wir arbeiten mit der virtuellen Zentrale „vcs1“ von Rocrail, dieser Simulationsmodus ist bei neu Anlegen eines Gleisplans in Rocrail voreingestellt.

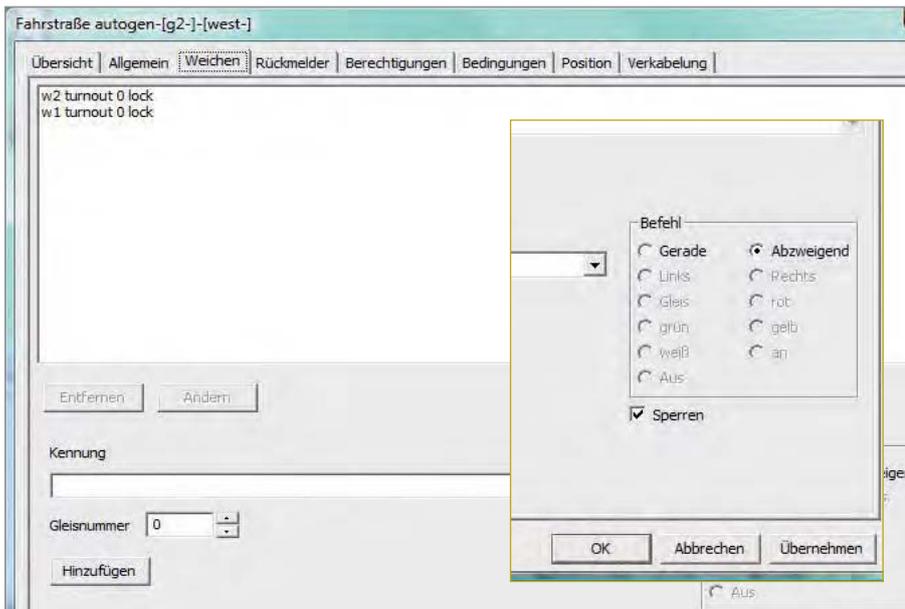
Im Rahmen dieses Artikels erstellen wir einen Demo-Gleisplan. Das Thema ist ein zweigleisiger Kreuzungsbahnhof an einer eingeleisigen Strecke. Wer den vollen Nutzen aus dem Artikel ziehen möchte, sollte diesen sehr einfachen Gleisplan selber in Rocrail anlegen. Denn dabei lernt man ein paar wichtige Techniken, die ich jetzt schildern werde. Bitte in der Reihenfolge vorgehen, wie im folgenden geschildert.

### GLEISPLAN ANLEGEN

Zunächst platzieren wir alle Gleis-elemente, Weichen und Signale. Dazu gehören auch die Blöcke. Wir sehen im Gleisbild pro Block im Gleisverlauf auch den Platz (ein „Kästchen“) für einen Gleisbesetzmelder vor; auch dann,



Das Ergebnis des „Analysieren-Kommandos“. Allen so von Rocrail selber erstellten Fahrstraßen hat Rocrail die Bezeichnung „autogen“ vorangestellt. Die Bezeichnung ist immer „von-nach“, Beispiel erste Zeile „autogen-[g1+]-[west-]“: von Block „g1“ (Gleis 1) zum Block „west“. Die Plus und Minus-Zeichen kennzeichnen das jeweilige Ende der Blöcke, also letztendlich die Fahrtrichtung, und beziehen sich auf das Pluszeichen im Blocksymbol. Dies macht die Sache eindeutig, denn der Modellbahner hat ja oft Ringstrecken, und dort immer zwei Möglichkeiten, „von A nach B“ zu kommen. In der Rocrail-Doku findet man hierzu oft den Ausdruck „Blockseiten-Fahrstraßen“.



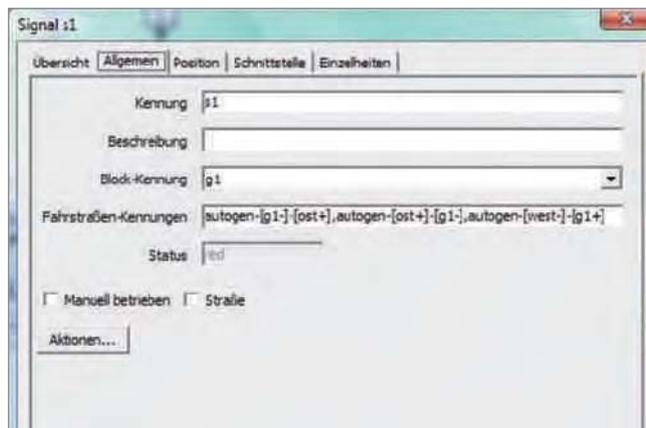
#### routelist2:

Die Liste der von Rocrail mit dem „Analysieren“-Kommando eingetragenen Weichenstellungen für die Fahrstraße von „g2“ nach „west“. Im Moment gibt es in diesem und den restlichen Tabs der Fahrstraßen-Eigenschaften für uns nichts zu tun („turnout“= „abzweig“).

wenn wir keine einsetzen wollen. Wie wir noch (in der nächsten Folge) sehen werden, können diese auch in einem solchen Fall sehr nützlich sein. Im Screenshot ist bei jedem Block auf jeder Seite ein „leeres“ Gleisstück Reserve zu sehen.

Wir legen willkürlich, also nach unseren Wünschen, eine Fahrtrichtung im Gleisplan global als „Vorwärts“ fest, die Gegenrichtung als „Rückwärts“. Bei Rocrail wird nichts dem Zufall überlassen. Dazu gehört auch, wann die Züge in welche Richtung fahren sollen. Mit der tatsächlichen Orientierung des Lokomotivführerstands hat das gar nichts zu tun. Nach meiner Ansicht ist das besser als eine Software-Automatik, die trotz allergrößter Sorgfalt bei der Implementierung dann doch den einen oder anderen Sonderwunsch der Anwender nicht kennt.

Die Handskizze wird uns später noch von großem Nutzen sein, wir ersparen uns öfter mal das Umschalten zwischen verschiedenen Fenstern am PC, um Bezeichnungen nachzuschauen. Einmal platziert und bezeichnet, sollten diese Objekte nicht mehr umbenannt werden. Wenn dies doch einmal notwendig sein sollte, ist es sicherer, zunächst das



Beispielhaft für die von Rocrail erzeugte (gelbe) Fahrweg-Ausleuchtung ist hier das Signal s1 dargestellt: Insgesamt 3 Fahrstraßen sind im Feld „Fahrstraßen-Kennungen“ eingetragen. Das Feld „Block-Kennung“ definiert die (rote) Belegt-Meldung. Dazu kommen wir noch. Diese beiden Felder sind immer im „Allgemein“-Tab jedes Gleisstücks oder Funktionselements zu finden.

Objekt komplett zu löschen und dann neu anzulegen. Ansonsten verliert man schnell den Überblick und hat eventuell (unsichtbar hintereinander) mehrere Elemente im Gleisplan. Überhaupt: Wenn irgendwas nicht geht, erst mal Rocrail neu starten. Manchmal müssen Daten neu eingelesen werden, und dies ist nach meiner Ansicht für den Einsteiger und ohne lange Erklärungen meinerseits die einfachste Methode.

Ein wichtiger Hinweis zu den Weichen: Der gerade Strang einer Weiche („straight“) ist bei den Standard-Symbolen in Rocrail immer waagrecht oder senkrecht. Der abzweigende Strang

„turnout“ immer diagonal. Wie wir noch sehen werden, wirkt sich dies in Rocrail an verschiedenen Stellen aus. Diagonal liegende Weichen sollten daher bei eigenen Entwürfen wenn möglich vermieden werden. Stattdessen „dreht“ man die Weiche im Gleisbild um 45° und kommt so zu einer waagebzw. senkrechten Orientierung. Auch bei den Stellischen des Vorbilds hat da die Funktion Vorrang.

Nun noch allen Weichen, ob real oder simuliert, eine Decoderadresse zuweisen. Weichen und Signale lassen sich jetzt mit der linken Maustaste stellen. Sind wir zufrieden, geht es an das Verknüpfen der Signale mit den Blöcken. In den Block-Eigenschaften gehen wir ins Tab „Signale“ und wählen die Signale für Vorwärts und Rückwärts gemäß unserer Festlegung.

Als nächstes sind die Fahrstraßen anzulegen. Und für jedes Gleiselement muss festgelegt werden, bei welchen Fahrstraßen es gelb ausgeleuchtet wird. Das ist einiges an Arbeit, die jedoch Rocrail für uns erledigt! Wenn alles so vorbereitet ist wie geschildert, kann

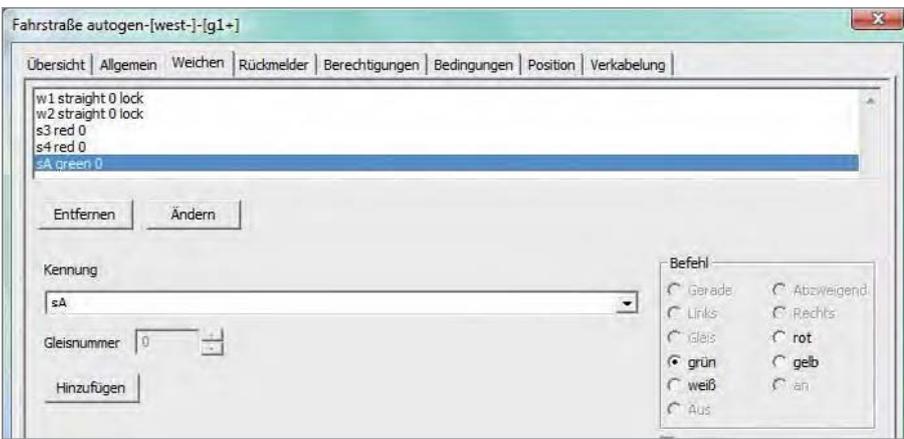
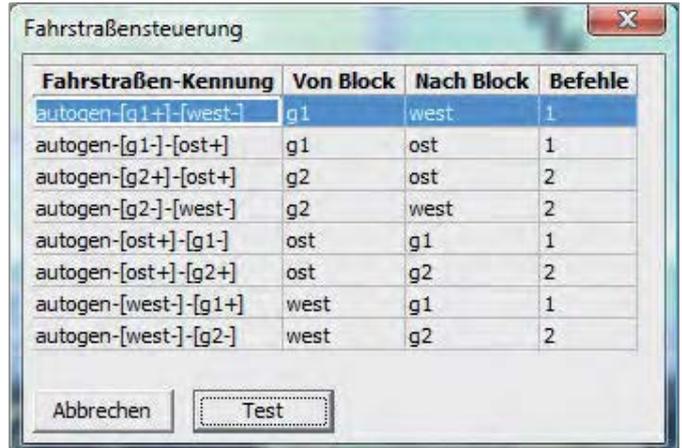
Rocrail die benötigten Informationen dem Gleisbild und den Objekteigenschaften entnehmen. Sicherheitshalber starten wir Rocrail vorher neu, damit alle Änderungen eingelesen werden. Alles, was wir tun müssen, ist es, in Rocview unter Menüleiste „Datei“ den Punkt „Analysieren“ aufzurufen. Im Server-Fenster erscheint die Meldung „the analyzer created 8 new routes“. Rocrail hat jetzt alle 8 im Gleisbild möglichen Fahrstraßen angelegt, diese können unter „Tabellen-Fahrstraßen“ eingesehen werden. Fahrstraßen gehen in Rocrail immer von einem Block zu einem unmittelbar benachbarten. Die Plus- und Minus-Zeichen definieren, in welche Seite des Blockes eingefahren werden soll.

Die Fahrstraßen können umbenannt werden, wir sollten die Namen aber erst mal so lassen, da sich z.B. die Fahrstraßen-Ausleuchtung darauf bezieht. Auch später, bei Erweiterungen oder



So benutzt man die Fahrstraßen im Betrieb: nach Auswahl von „Fahrstraßensteuerung“ öffnet sich ein Fenster ...

... in dem die gewünschte Fahrstraße ausgewählt und mit dem „Test“-Button gestellt wird. In der nächsten Folge werden wir weitere „Betriebsarten“ von Rocrail nutzen, die abweichend zu bedienen sind.



Hier habe ich die Weichenliste der Fahrstraße von Block „west“ nach Gleis 1 um Flankenschutz-Elemente ergänzt. Rocrail selbst hatte nur die erste Zeile (Weiche „w1“) eingetragen, da Weiche „w2“ nicht im Fahrweg liegt. Ich habe die Weiche „w2“ und die Signale „sA“ (liegt im Fahrweg), „s3“ und „s4“ manuell hinzu gefügt. Das geht so: Das Objekt unter „Kennung“ auswählen, Haken bei „Befehl“ wie gewünscht setzen, danach Klick auf „Hinzufügen“. Wird später diese Fahrstraße ausgelöst, kümmert sich Rocrail um den Flankenschutz. Im „Allgemein“-Tab könnte man auch noch Aktionen hinzufügen, was das ist, dazu kommen wir jetzt gleich ...

Änderungen des Gleisbildes kann die Funktion erneut aufgerufen werden. Bereits angelegte Fahrstraßen mit selbem Start- und Zielblock und selber Fahrtrichtung werden nicht überschrieben. Umbenannte werden nicht nochmals neu angelegt.

Bei jedem Objekt des Gleisplans erhalten wir nach Rechtsklick mit der Maus auf das Objekt und Auswahl von „Eigenschaften“ im „Allgemein“-Tab die Liste der Fahrstraßen wo Gelb ausgeleuchtet werden soll („Fahrstraßen-Kennungen“). Auch darum hat sich Rocrail gekümmert. Nun kann es bereits mit dem simulierten Fahrbetrieb losgehen.

### EINFACHER FAHRSTRASSEN BETRIEB

Die Fahrstraßen können bereits alle im Fahrweg liegenden Weichen steuern. Die entsprechenden Listen der Weichenstellungen finden sich im „Weichen“-Tab der Fahrstraßentabelle. Rocrail hat sie mit dem „Analysieren“-Kommando für uns angelegt.

Um die Fahrstraßen zu nutzen, aktivieren wir die gewünschte Fahrstraße in Rocview unter Menü: „Steuerung - Fahrstraßen-Steuerung“. Wir markieren die gewünschte Fahrstraße und klicken auf den Button „Test“. Alle im Fahrweg liegenden Weichen werden sofort und ohne weitere Nachfrage gestellt.

### WEITERE FUNKTIONEN REALISIEREN

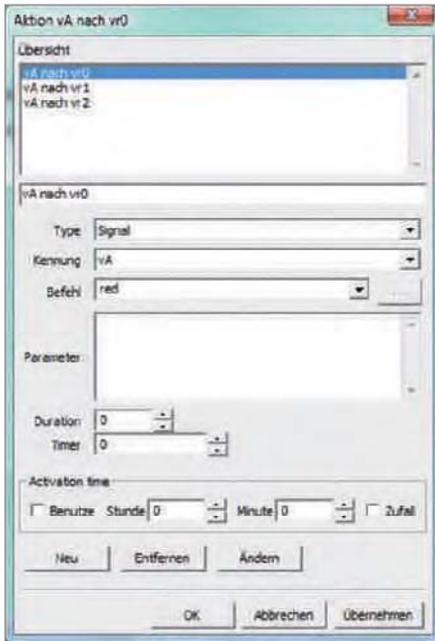
Wie bereits gezeigt, legt Rocrail bei den Fahrstraßen die Tabellen der zu stellenden Objekte und deren Zustände ab (siehe Weichen-Tab der Fahrstraße). Diese Listen können wir ergänzen oder ändern. Dort können wir weitere Weichen oder Signale, die dem „Flankenschutz“ dienen, und auch Signale längs des Fahrweges, genauer deren gewünschte Stellungen, mit hinzu nehmen.

Eingangs hatte ich bereits erwähnt, dass Vorsignale besser über Aktionen gestellt werden. Aktionen sind ein sehr mächtiges Konzept in Rocrail, mit dem sich beinahe beliebige Objekte, oder

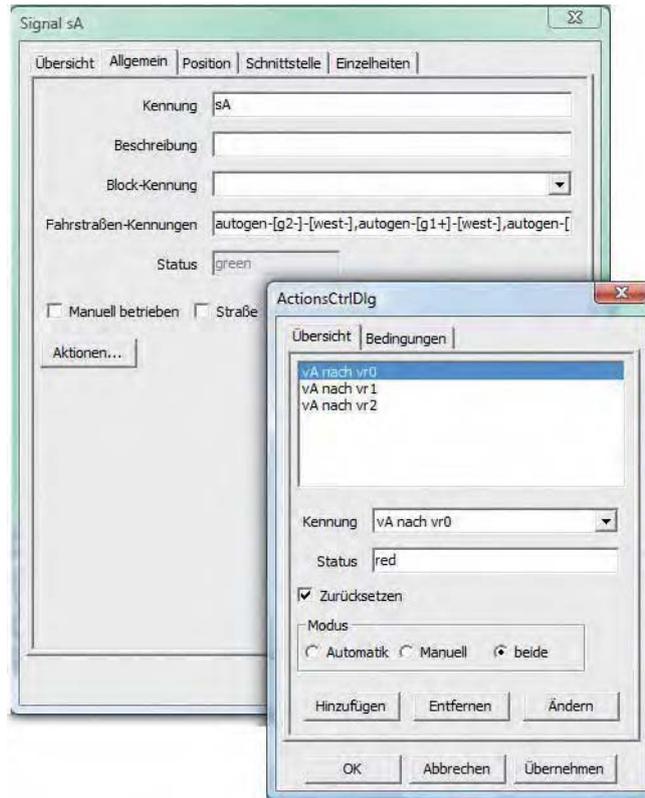
genauer deren Stellungen bzw. Zustände miteinander verknüpfen lassen.

So wirds im Detail gemacht, da es bei Aktionen oft Probleme mit dem Verständnis gibt: Wir gehen in das Tabellen-Menü von Rocview und wählen dort die „Aktionen“ aus. Mit dem Button „Neu“ erstellen wir eine neue Aktion, der wir sofort einen sinnvollen Namen geben, um sie später wiederzufinden. Mein Vorschlag zur Namenswahl: Welches Objekt und was wollen wir tun? Wir wählen die neue Aktion „NEW2“ oben in der Liste aus und ändern die Einträge wie gewünscht: Als Type wählen wir „Signal“, unter „Kennung“ das Vorsignal und unter „Befehl“ das gewünschte Vorsignalbild. Die restlichen Felder/Tabs lassen wir in Ruhe. Jetzt noch ein Klick auf den Button „Ändern“. Pro Vorsignal brauchen wir zwei (drei) Aktionen aus folgenden: Vr0, Vr1, Vr2.

Im nächsten Schritt gehen wir in die Eigenschaften der Hauptsignale (Allgemein-Tab) und klicken dort auf den „Aktionen“-Button. Jetzt können wir die entsprechende Vorsignal-Aktion



So sieht die Aktions-Definition für die Aktion „Vorsignal vA in Stellung vr0“ aus. Da dies ein 3-begriffiges Vorsignal ist, benötigen wir insgesamt drei Aktionen, die in der Übersicht gezeigt sind.



So sieht der Aufruf der zuvor gezeigten drei Vorsignalstellungen aus: Wir sehen hier das „Allgemein“-Tab des Signals „sA“, danach habe ich auf „Aktionen...“ geklickt. Jetzt erscheint das Fenster „ActionsCtrlDlg“, hier müssen wir insgesamt 3 Einträge erstellen; hier ist als Beispiel gezeigt, dass bei Statuswechsel nach „red“ (rot, Hp0) von sA die Aktion „vA nach vr0“ aufgerufen werden soll. Unter dem Tab „Bedingungen“ liebe sich das z.B. von einer Weichenstellung abhängig machen. Doch zurück zum Thema: Mit den hier gezeigten Einstellungen wird das Vorsignal „vA“ automatisch mit gestellt, falls das Einfahrsignal A „sA“ gestellt wird.

im Feld „Kennung“ auswählen. Im Feld „Status“ tragen wir manuell das dazu gehörende Hauptsignalbild ein, möglich sind „red“, „yellow“, „green“ („white“) (ohne Anführungszeichen eingeben). Das machen wir für jedes dieser zwei oder drei möglichen Hauptsignal-Begriffe, jeweils mit „Hinzufügen“ bestätigen nicht vergessen, zum Schluss „OK“.

Nochmal zum Verständnis: Wir verknüpfen jeweils die Hp0-Stellung des Hauptsignals mit der Vr0-Stellung des Vorsignals, Hp1 mit der Vr1, und so weiter. Im Aktionen-Menü beim Anlegen der Aktion legen wir fest, **was** wir tun wollen, damit ist die Aktions-Definition gemeint, hier: das Vorsignal stellen. Bei einem zwei-begriffigen Vorsignal brauchen wir 2 Aktionen. In den Eigenschaften der Hauptsignale legen wir fest, **wann** wir es tun wollen, das heißt die Bedingungen, und verknüpfen dort **alle** Hauptsignalstellungen mit den (Vorsignal-)Aktionen. Aktionen bestehen immer aus diesen beiden Teilen, „Bedingung“ und „was tun“ oder „Ursache“ und „Wirkung“.

Weitere Infos und Beispiele zu diesem interessanten Thema finden Sie in der Rocrail-Doku unter „Objekte-Aktionen“. Noch ein Hinweis zum Schluss: Sind Haupt- und Vorsignale auf diese

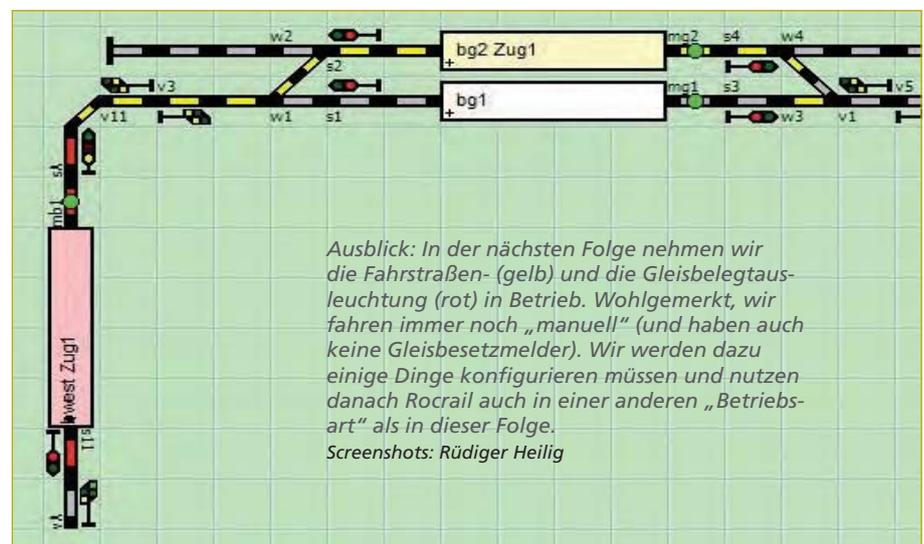
Weise verknüpft, müssen die Vorsignale nicht noch zusätzlich in den Fahrstraßen im Weichen-Tab als zu stellendes Objekt aufgelistet sein. Hier reicht es, wenn dort die Hauptsignale in der Liste stehen.

O.k., es ist etwas Arbeit, aber immer noch schneller und ohne Bücken im Vergleich zum „Parallelschalten“ von Haupt- und Vorsignal per Verkabelung, eventuell sogar mithilfe zusätzlicher Elektronik (Kosten). Es gibt natürlich noch elegantere Wege, sodass Rocrail auch im manu-

ellen Zugbetrieb einen großen Teil der Signalbedienung übernimmt.

Dazu mehr und weitere alternative Techniken, um unsere „Wünsche“ in Rocrail umzusetzen in der nächsten Folge. Unter anderem wird es darum gehen, die Prüfung der Fahrstraßen durch Rocrail im manuellen Betrieb zu nutzen. Und von der „versprochenen“ Fahrweg-Ausleuchtung war ja auch noch nichts zu sehen...

Rüdiger Heilig



Ausblick: In der nächsten Folge nehmen wir die Fahrstraßen- (gelb) und die Gleisbelegtausleuchtung (rot) in Betrieb. Wohlgedemert, wir fahren immer noch „manuell“ (und haben auch keine Gleisbesetzmelder). Wir werden dazu einige Dinge konfigurieren müssen und nutzen danach Rocrail auch in einer anderen „Betriebsart“ als in dieser Folge.

Screenshots: Rüdiger Heilig



## ADRESSE

In einem Bussystem und im Netzwerk eine Kennung, die einen Bus bzw. Netzwerk-Teilnehmer eindeutig kennzeichnet. Die gewünschte Anzahl der möglichen Adressen bestimmt die Größe der Adresse in Bits und Bytes. Um die Adressierung einfacher zu machen und die Menge zu übertragender Adressdaten gering zu halten, wird der Adressraum bei vielen Systemen bewusst eingeschränkt. Bei der Modellbahn haben auch Digitaldecoder eine Adresse, also eine Nummer, die den Decoder eindeutig identifiziert.

## BUSSYSTEM

Verbindung zur Datenübertragung zwischen Geräten oder Gerätekomponenten. Daten werden in Form von Paketen transportiert. Zur Bestimmung der Empfänger dienen Adressen. Je nach System ist die Belegung des Busses unterschiedlich geregelt. Existiert ein Bus-Master, regelt dieser, wer wann wieviel senden darf. Ohne Busmaster ist jeder Teilnehmer selbst dafür verantwortlich, zu erkennen, wann er seine Sendungen absetzen kann, ohne dass andere Teilnehmer benachteiligt werden. Übliche Techniken sind hier eine Kollisionserkennung und die Begrenzung der maximal zulässigen Sendemenge bzw. -dauer.

Ein Zeitscheibenverfahren, das jedem Teilnehmer die regelmäßige Busbelegung garantiert, erlaubt, eine maximale Informationsverzögerung zu berechnen. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für Echtzeitanwendungen.

## BUSMASTER

Busteilnehmer mit der Aufgabe, anderen Teilnehmern (den „Slaves“) Sendezeit zuzuteilen. Je nach Einsatzzweck des Busses wird der Master entweder vom Hersteller auf ein bestimmtes Gerät festgelegt, das diese Rolle dann immer innehat, oder die Busteilnehmer einigen sich untereinander, welches Gerät die Masterrolle übernimmt. Im ersten Fall ist Voraussetzung, dass nur ein Mastergerät an den Bus angeschlossen wird, im zweiten muss selbst das einfachste Gerät die Ressourcen besitzen,

selbst die Masterrolle übernehmen zu können.

## CAN

Eine für den Automobilbau entwickelte Bus-Technologie, die durch hohe Übertragungsraten bei hoher Störsicherheit gekennzeichnet ist. CAN legt nur die elektrischen Parameter, das Wie der Übertragung von Bits und Bytes und grundlegende Adressmechanismen fest. Die Definition von Datenpaketen und auch die Wahl der Busgeschwindigkeit (bis zu 1 MBit/sec) obliegt dem das System planende Ingenieur.

Daher ist es möglich, dass sich bei der Modellbahn drei verschiedene CAN-Varianten etablieren konnten (Zimo, ESU, Märklin), die untereinander nicht direkt kommunizieren können.

## DATENPAKET

Man kann Daten in einem linearen Strom übermitteln oder in Form von Päckchen definierter Größe. Sollen mehrere Teilnehmer miteinander kommunizieren, erweist sich das Päckchen-System als unschlagbar effizient, da es jedem Teilnehmer erlaubt, nach kurzem Warten seine eigenen Informationen zu senden. Um die Daten sinnvoll zuordnen zu können, benötigen die einzelnen Pakete Kennzeichnungen: Wer sendet? Für wen ist die Sendung bestimmt? Wie groß ist die Sendung? Was ist der Zweck der Sendung? etc.

Diese Verwaltungsinformationen werden sinnvollerweise am Anfang des Pakets vor den zu übertragenden Daten gesendet. An Hand dieser Kopfdaten kann ein Kommunikationsteilnehmer nun entscheiden, ob eine Nachricht für ihn bestimmt ist. Ist dies nicht der Fall, ignoriert er den Datenteil und verwirft bereits empfangene Teile des Pakets. Die Verhaltensregeln zum Umgang mit Datenpaketen in einem bestimmten Bus- oder Netzwerksystem nennt man Protokoll.

## ETHERNET

Technologie zum kabelgebundenen Datenaustausch in einem lokalen Netzwerk. Spezifiziert werden neben Kabeln, elektrischen Werten,

Topologie, Bitdarstellung etc. auch Datenpakete und die Adressierung der Teilnehmer. Ethernet definiert derzeit Übertragungsraten von 10 MBit, 100 MBit (Fast E.), 1000 MBit (Gigabit E.) und 10000 MBit. Im OSI-Modell definiert Ethernet die Schichten 1 und 2.

## OSI-SCHICHTENMODELL

„Open Systems Interconnection“. Das Modell beschreibt den Informationsaustausch zwischen Geräten. Hierfür werden sieben Kommunikationsschichten definiert:

1: physical layer; 2: data link; 3: network; 4: transport; 5: session; 6: presentation; 7: application. (Auf Grund des internationalen Charakters der Definitionen verwenden wir hier die allgemein gültigen ISO-Begriffe.)

Eine Bus-Technologie wie z.B. CAN definiert in der Regel die Schichten 1 und 2. Die Definition der Datenpakete selbst und die der Regeln zu ihrer sicheren Übermittlung erfolgen auf den Schichten 3 und 4. Ab Schicht 5 aufwärts kümmern sich die eigentlichen datenverarbeitenden Programme um die korrekte Verarbeitung. TCP/IP als Protokoll ist eine Sache der Schichten 3 und 4.

Das Besondere der Schichten ist, dass man sie einzeln (bzw. paarweise) gegen eine vergleichbare Schicht einer anderen Übertragungstechnologie tauschen kann. So lässt sich z.B. Ethernet als Medium durch eine Funkverbindung ersetzen, wie es von der WLAN-Technik her bekannt ist. Den Schichten 3, 4 (also den Datenpaketen des TCP/IP) ist es egal, wie die physikalische Übermittlung erfolgt. Ab Schicht 5 aufwärts spielt die Paketaufteilung der Daten keine Rolle mehr, die Inhalte werden dafür um so bedeutsamer.

## SYSTEMBUS

Von einem Systembus sprechen wir, wenn ein Bussystem als primärer Informationskanal in einem System genutzt wird. Dies setzt voraus, dass nicht nur die Übermittlung der Daten klar geregelt ist (OSI-Schichten 1-4), sondern auch die Bedeutung der einzelnen Daten festliegt, also alle Ebenen des Schichtenmodells definiert sind.



# VORSCHAU

## DIGITALE MODELLBAHN

### KOMPLEXER ZUGBETRIEB MIT PC UND STEUERUNGS SOFTWARE

Viele Wege führen bekanntlich nicht nur nach Rom, sondern auch zu den Zielen unserer Träume. Schwören die einen auf den manuellen Betrieb, vielleicht mit Gleichgesinnten wie es die Fremo praktiziert, setzen andere für den Mehrzugbetrieb auf Computer und Steuerungssoftware. Gerade hier stellt sich eine zentrale Frage: Wie ist ein reibungsloser und komplexer Mehrzugbetrieb effizient zu erreichen?

Das Digitalsystem, sofern nicht bereits vorhanden, muss gewählt werden und auch die geeignete Software. Prinzipiell kann mit jedem Digitalsystem eine Modelleisenbahn per Computer betrieben werden. Auch bietet jedes Steuerungsprogramm eine Menge Automatismen für den Betrieb.

Wir gehen den Fragen nach, welche Komponenten für den PC-Betrieb wirklich notwendig sind, wie man Digitalsysteme an den Computer anbindet, klären die Unterschiede zwischen einer ereignis- und einer objektorientierten Steuerung und zeigen, welche Steuerungssoftware welche Möglichkeiten bietet.

Ergänzt wird der Schwerpunkt mit Workshop-Artikeln und Erfahrungsberichten.



Mit Video-DVD zur Anlage

### WEITERE THEMEN

- Anlagenporträt: Zuerst die Technik, dann die Landschaft
- Test: Minidecoder für H0-Kleinloks
- Schaltungswettbewerb: Elektronische Sicherung für Booster
- Praxis: Sifa für den Modellbahnbetrieb
- Neue Serie: Digitaldecoder selberrichten

Angekündigte Beiträge können sich aus Gründen der Aktualität verschieben.

### IMPRESSUM

#### DIGITALE MODELLBAHN

erscheint in der Verlagsgruppe Bahn GmbH,  
Am Fohlenhof 9a, 82256 Fürstentfeldbruck  
Tel. 0 81 41/5 34 81-0 • Fax 0 81 41/5 34 81-200  
digitalemodellbahn@vgbahn.de  
www.digitalemodellbahn.vgbahn.de



#### REDAKTION

Verantw. f. d. Inhalt: Tobias Pütz (Durchwahl -212, tobias.puetz@dimodigitalemodellbahn.de)  
Gideon Grimmel (Durchwahl -235, gideon.grimmel@dimodigitalemodellbahn.de)  
Gerhard Peter (Durchwahl -230, gerhard.peter@dimodigitalemodellbahn.de)

#### TITELBILD

Foto: Mediathek der DB AG

#### FACHAUTOREN DIESER AUSGABE

Rüdiger Heilig, Arnold Hübsch, Dr. Veikko Krypczyk, Thorsten Mumm, Dr. Bernd Schneider, Christoph Schörner, Guido Weckwerth, Andreas Bauer-Portner

#### VERLAGSGRUPPE BAHN GMBH

Am Fohlenhof 9a, 82256 Fürstentfeldbruck  
Tel. 0 81 41/5 34 81-0 • Fax 0 81 41/5 34 81-100



#### GESCHÄFTSFÜHRUNG

Manfred Braun, Ernst Rebelein, Horst Wehner

#### VERLAGSLEITUNG

Thomas Hilge

#### ANZEIGENLEITUNG

Elke Albrecht (Durchwahl -151)

#### ANZEIGENSATZ UND -LAYOUT

Evelyn Freimann (Durchwahl -152)

#### VERTRIEBSLEITUNG

Elisabeth Menhofer (Durchwahl -101)

#### KUNDENSERVICE UND AUFTRAGSANNAHME

Ingrid Häider (Durchwahl -108), Thomas Rust (-104),  
Petra Schwarzendorfer (-107), Karlheinz Werner (-106)  
bestellung@vgbahn.de

#### AUSSENDIENST

Christoph Kirchner (Durchwahl -103), Ulrich Paul

#### VERTRIEB PRESSEGROSSO UND BAHNHOFBUCHHANDEL

MZV GmbH & Co. KG,  
Ohmstraße 1, D-85716 Unterschleißheim,  
Tel. 089/31 90 61 89, Fax 089/31 90 61 90

#### ABO-SERVICE

MZV direkt GmbH & Co. KG, Sternstr. 9-11, 40479 Düsseldorf,  
Tel. 0211/690789-985, Fax 0211/690789-70  
14 Cent pro Minute aus dem dt. Festnetz,  
Mobilfunk ggf. abweichend

#### ERSCHEINUNGSWEISE UND BEZUG

4 x jährlich, pro Ausgabe € 8,00 (D), € 8,80 (A), sfr 16,00  
Jahresabonnement (4 Ausgaben) € 28,00 (Inland), € 34,00 (Ausland)  
Das Abonnement gilt bis auf Widerruf,  
es kann jederzeit gekündigt werden.

#### BANKVERBINDUNG

Deutsche Bank AG Essen, Kto 286011200, BLZ 360 700 50

#### LAYOUT UND DRUCKVORSTUFE

Sono Werbeagentur, Andrea Benedela, 81369 München

#### DRUCK

Vogel Druck und Medienservice GmbH, 97204 Höchberg

#### COPYRIGHT

Alle Rechte vorbehalten. Übersetzung, Nachdruck, Reproduktion oder sonstige Vervielfältigung – auch auszugsweise und mithilfe elektronischer Datenträger – nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der VGBahn. Mit Namen versehene Beiträge geben die Meinung des Verfassers und nicht unbedingt die der Redaktion wieder.

#### ANFRAGEN, EINSENDUNGEN, VERÖFFENTLICHUNGEN

Leseranfragen können i.d.R. nicht individuell beantwortet werden; bei Allgemeininteresse erfolgt ggf. redaktionelle Behandlung oder Abdruck auf der Leserbriefseite. Für unverlangt eingesandte Beiträge wird keine Haftung übernommen. Alle eingesandten Unterlagen sind mit Namen und Anschrift des Autors zu kennzeichnen.

Die Honorierung erfolgt nach den Sätzen der VGBahn. Die Abgeltung von Urheberrechten oder sonstigen Ansprüchen Dritter obliegt dem Einsender. Das bezahlte Honorar schließt eine künftige anderweitige Verwendung ein, auch in digitalen On- bzw. Offline-Produkten. Eine Anzeigenablehnung behalten wir uns vor. Zzt. gilt die Anzeigenpreisliste vom 1.1.2012.

#### HAFTUNG

Sämtliche Angaben (technische, sonstige Daten, Preise, Namen, Termine u.ä.) ohne Gewähr.

ISSN 2190-9083 3. Jahrgang

Digitale Modellbahn 01/2013 erscheint im Dezember 2012