

1-2018



DiMo

# Digitale Modellbahn

ELEKTRIK, ELEKTRONIK, DIGITALES UND COMPUTER

Deutschland € 8,00

Österreich € 8,80 | Schweiz sfr 16,00

Luxemburg, Belgien € 9,35

Portugal, Spanien, Italien € 10,40

Finnland € 10,70 | Niederlande € 10,00

ZKZ 19973 | ISSN 2190-9083

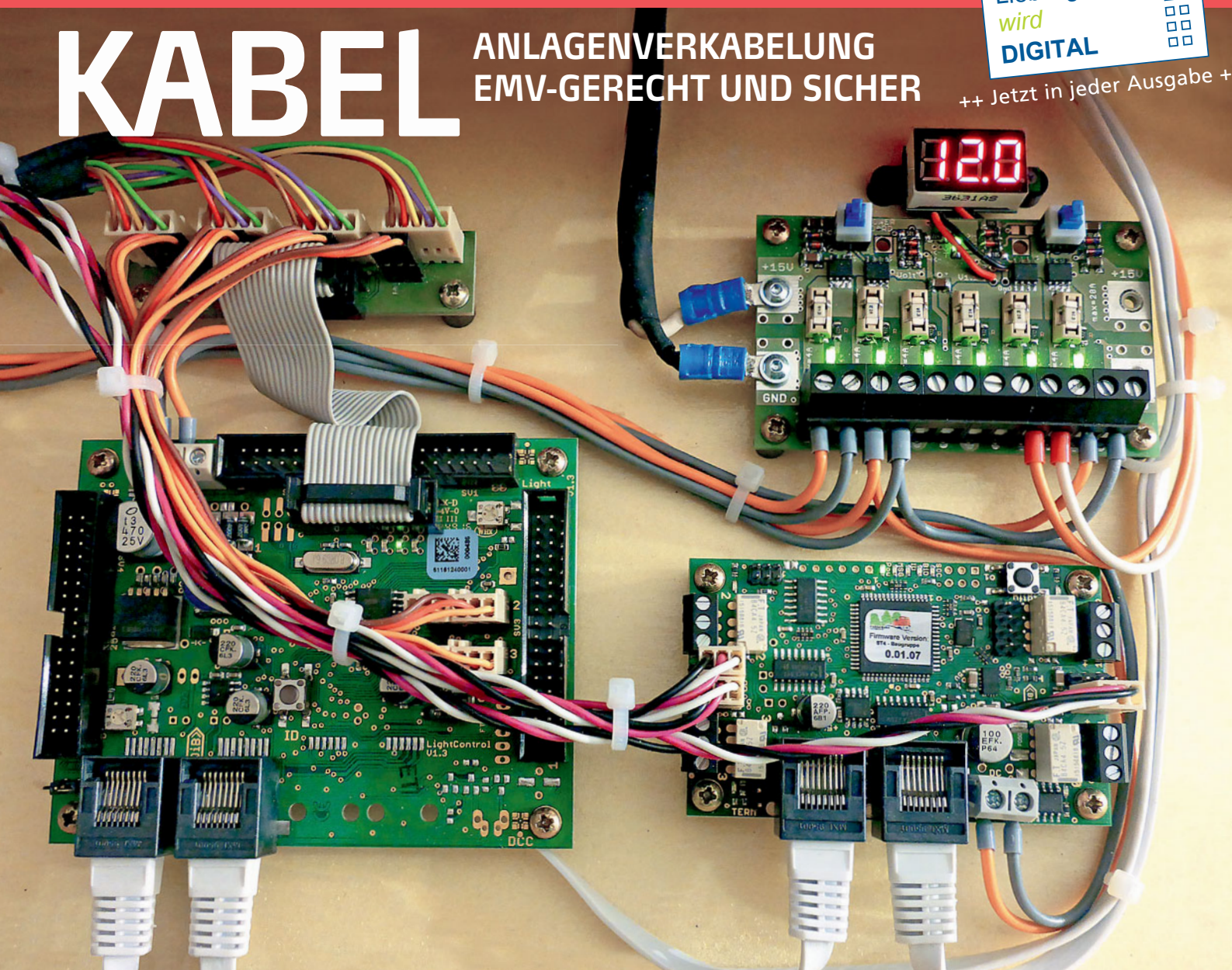
Best.-Nr. 651801

Ihre  
LieblingsLOK  
wird  
DIGITAL

++ Jetzt in jeder Ausgabe +

# KABEL

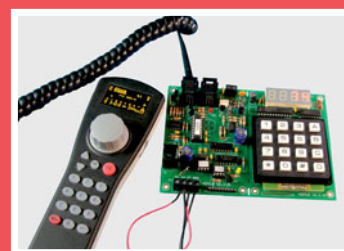
## ANLAGENVERKABELUNG EMV-GERECHT UND SICHER



Digitale Vollausstattung:  
Fleischmann BR 160



Jubiläum beim FREMO:  
20 Jahre digital mit DCC



Selbstbauzentrale:  
LocoCentral von Deloof





# FASZINATION MODELLBAHN

*Internationale Messe für  
Modelleisenbahnen, Specials & Zubehör*

**9.-11. März 2018**  
**MESSE SINSHEIM**



**Öffnungszeiten: Freitag – Sonntag: 9.00–17.00 Uhr**

**Neuheiten des Jahres, erstmals öffentlich präsentiert!** • Internationaler Treffpunkt der Modellbahner  
• Spezialisten vor Ort • Liebe zum Detail • Nostalgie und Moderne • Begeisterte Familien • Leuchtende  
Kinderaugen • Extravagante Modellbahn-Anlagen • Alle Spuren • Alle Größen • **Herzlich Willkommen.**

**[www.faszination-modellbahn.com](http://www.faszination-modellbahn.com)**



**[facebook.com/FaszinationModellbahn](https://facebook.com/FaszinationModellbahn)**



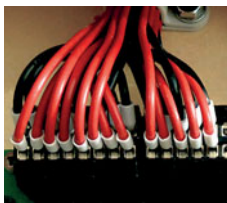
**[youtu.be/fDf3K2Bt1yY](https://youtu.be/fDf3K2Bt1yY)**



## TITELTHEMA

## 42 Safety First! EMV-gerechte Anlagenver- kabelung

Wenn man eine neue Modellbahn-anlage bauen will, reicht es nicht, Gleis-pläne und Landschaftskonzepte zu entwickeln. Auch auf technischer Seite gehört eine gut durchdachte (u.a.) Elektrik-Planung dazu, um einen sicheren und störungsfrei-en Anlagenbetrieb zu erreichen. Christoph Schörner ist einer der Väter von BiDiB, entwickelt pro-fessionelle Modellbahn-Elektronik und beschreibt hier aus seiner Praxis heraus, welche Aspekte man bei der Verkabelung besonders beachten sollte, insbesondere wenn man digital fahren will.



## DCC BEI FREMO

## 34 Seit zwei Jahr- zehnten mit DCC

Beim FREMO wird seit nun 35 Jahren auf Modulen Betrieb nach Fahrplan gemacht. Das erfolgt ohne zentrale Steuerung. Jeder Zug wird von einem Lokführer gefahren. Das erfordert im Gegensatz zu einer stationären Anlage deutlich mehr Aufwand.



## INHALT

## NEUHEITEN

## DIGITALFORUM

## UNTER DER LUPE

## FREMO

## VERKABELUNG

## DECODER EINBAUEN

## PRAXIS

## SOFTWARE

NACHGEDANKEN  
IMPRESSUM

04 Neuheiten im Blick

08 Leserbrief

12 Ungleiche Brüder – Schalt- und Weichendecoder Viessmann 5280 und 5285

14 Digitales Bügeleisen – Fleischmann BR 160 in H0

16 Convenience Food – USB-SRCP-Server von JSS-Elektronik

20 Präzise Messen – PIKO Messwagen in H0

24 Hochstromig – mXion Kehrschleifenmodul KSM von MD Electronics

26 Herausforderung Stromführung – Anlagen- und Netzverkabelung beim FREMO

34 Zwei Jahrzehnte DCC bei FREMO – Warum DCC und LocoNet beim FREMO?

40 Kabeleien – Fakten zur Anlagenverkabelung

42 Safety First! – EMV-gerechte Anlagenverkabelung

46 Durchgängiges Farbkonzept – Vereinsmodule praxisgerecht verkabelt

48 Die SBB und ihre Lichter – SBB 460 von Märklin mit ESU-Decoder und Perfect-Light-Platine aktualisiert

52 Gut gepuffert – PIKO V15 in H0 mit Speicherkondensatoren digitalisiert

56 Ein gutes Modell aktualisiert – KATO ET 25 mit PluX-Sounddecoder nachgerüstet

62 RFID via RailCom – RFID-Leser mit RC-Link an den PC koppeln

66 Booster-Trennstelle entschärft – Polei: Querströme beim Übergang zwischen Boosterbereichen vermeiden

68 Basteln macht Spaß – LocoCentral-Zentrale von Hans Deloof

72 Einsatzbereit – Servotester für 19“-Messgeräte-Rack

74 Küchenstrom auf Knopfdruck – Pantographensteuerung mit SWD-01 von Dietz

76 CANgurus Folge 3 – Das Rückmelde-CANguru im Selbstbau

82





## DIESEL VECTRON IM MASSSTAB 1:87

Märklin hat der schon länger erhältlichen E-Vectron-Baureihe 193 nun auch das Dieselpendant der Baureihe 247 zur Seite gestellt. Als Erstes liefern die Göppinger den sogenannten „Demonstrator“ der Baureihe in entsprechender Siemens-Lackierung aus. Die als Einsteigermodell konzipierte Lokomotive verfügt über einen eingebauten mfx-Decoder mit vielfältigen Soundfunktionen. Alle vier Achsen sind angetrieben. Als Beleuchtung besitzt das Modell ein fahrtrichtungsabhängig wechselndes Dreilicht-Spitzensignal und zwei rote Schlusslichter.

Märklin • Art.-Nr. 36290 • € 209,99 • erhältlich im Fachhandel



## GLEISBESETZTMELDER FÜR DIE Z21

Der Z21 Detector von Roco ist ein Gleisbelegtmelder für acht Abschnitte. Die Belegtmeldung erfolgt wahlweise durch Überwachung von Schaltgleisen oder Stromfühlern. Das Gerät kann zudem RailCom-Signale verarbeiten. Der Anschluss an geeignete Zentralen erfolgt via CAN- oder R-Bus. Konfiguration und Update des Z21 Detectors können einfach per App von Handy, PC oder Tablet aus erfolgen.

Roco • Art.-Nr. 10808 • € 109,- • erhältlich im Fachhandel

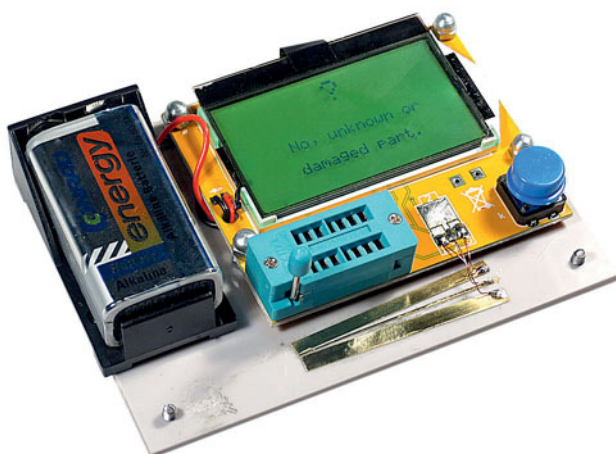
## NEUE KOMPAKTE MULTIPROTOKOLL-LOKDECODER

Die LED-Technik macht es möglich, auch in H0 Leuchtmittel zu installieren, die der maßstäblichen Größe von Pendelleuchten und Stehlampen entsprechen. Derartige Produkte sind seit kurzem von Viessmann erhältlich.

Viessmann • Art.-Nr. 6171 (Pendelleuchte) • € 7,90 • Art.-Nr. 6172 (Stehlampe) • € 9,90 • erhältlich im Fachhandel



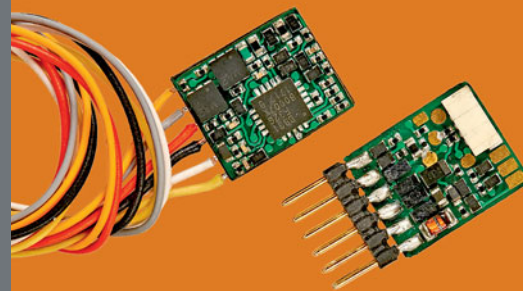




## TESTGERÄT FÜR ELEKTRO-BAUTEILE

Welcher Bastler kennt das nicht: Man benötigt ein Bauteil, aber das in der Wühlkiste vorhandene lässt sich nicht genau identifizieren. Mit dem Bauteil Tester ist es nun möglich Dioden, Widerstände und Kondensatoren zuverlässig zuordnen zu können.

**AMW • Art.-Bez. BauteilTester • € 28,- • erhältlich direkt unter:**  
**AMW Hübsch, Dr. Ottokar Kernstockgasse 18, A-2380 Perchtoldsdorf,**  
**amw.huebsch.at**



## NEUE MULTIPROTOKOLL-MINIATURDECODER

Mit lediglich 12,5 x 7,5 x 2,8 mm sind die neuen Decoder von Uhlenbrock extrem kompakt. Die Dauerbelastbarkeit der Bausteine liegt bei 0,5 A, der Motorspitzenstrom darf bis zu 1 A betragen. Die Decoder verfügen über microSUSI-Buchsen.  
**Uhlenbrock • Art.-Nr. 73405 (bedrahtet) • Art.-Nr. 73415 (NEM651-Schnittstelle) • je € 32,90 • erhältlich im Fachhandel**



## SCHALT- UND WEICHENDECODER

Mit dem neuen Multiprotokoll Schalt- und Weichendecoder von Viessmann lassen sich vier Weichen und zwei Servos ansteuern. Dabei ist das graue Kästchen äußerst belastbar. Der 5280 kommt mit einer Gesamtstromaufnahme von bis zu 5 A zurecht, die bei Bedarf an jedem der Weichenausgänge abgerufen werden können. Mit diesen Werten eignet sich der Baustein besonders gut für Spulen-Antriebe. Die beiden zusätzlichen Servoanschlüsse sind mit in Summe dauerhaft mit 0,2 A belastbar, auch Spitzen von maximal 0,45 A sind für das Bauteil kein Problem. Die Rückmeldung der Schaltzustände erfolgt über das RailCom-Protokoll. Zur Polarisierung von Herzstücken wird ergänzend das Viessmann-Relais mit der Art.-Nr. 5227 benötigt.

**Viessmann • Art.-Nr. 5280 • € 34,50 • erhältlich im Fachhandel**

## ZIMO PLEITE?

In der Kalenderwoche 45 machte eine Nachricht die Runde: Zimo ist insolvent! Wer die Modellbahnbranche kennt, hat derartige Hiobsbotschaften schon häufiger vernehmen müssen. Im Falle von Zimo ist das Ganze etwas komplizierter aber nicht so dramatisch wie die ersten Informationen vermuten ließen.

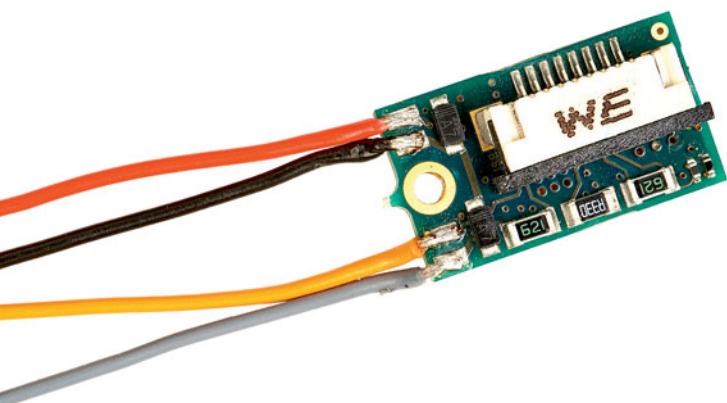
Der Wiener Hersteller ist wohl bei der zuständigen Gebietskrankenkasse in Rückstand geraten und hat mehrere Termine zur Klärung versäumt. Daraufhin hat die Wiener Gebietskrankenkasse einen Insolvenzantrag gegen Zimo gestellt. Zimo selbst betont, nicht zahlungsunfähig gewesen zu sein und auf ein umsatzstarkes Geschäftsjahr 2017 zurückzublicken. Weiter geht es bei Zimo also auf jeden Fall. Der Geschäftsbetrieb wird aufrecht erhalten, die Unstimmigkeiten mit der Gebietskrankenkasse sind beigelegt. Mit der formalen Abwicklung des Insolvenzverfahrens hat man einen Anwalt beauftragt. Die Geschäftsbeziehungen zu Kunden und Zulieferern sind überdies intakt und man wird versuchen Anfang 2018 zum Regelbetrieb überzugehen.



## NEUAUFLAGE DES DIGITAL-MESSWAGENS

ESU hat den 2016 erschienenen Messwagen im Gewand eines Hilfsgerätewagens neu aufgelegt. Technisch ist das Fahrzeug nahezu unverändert. Mit dem in der Digitalen Modellbahn 02/2015 vorgestellten Wagen lassen sich Parameter wie Höchstgeschwindigkeit, Durchschnittsgeschwindigkeit, Fahrtstrecke, Fahrzeit oder Gleisspannung in den auf beiden Wagenseiten vorhandenen Displays anzeigen. Um auf der Anlage etwas herzumachen verfügt der Einheitsgerätewagen 388 zudem über eine Arbeitsbeleuchtung. Das Fahrzeug ist auf Zweileiter- und Mittelleiter-Anlagen einsetzbar und beherrscht die Digitalformate Motorola und DCC mit RailCom.

**ESU • Art.-Nr. 36032 • € 189,- • erhältlich im Fachhandel**



## MOTORTREIBER FÜR MÄRKLIN C-SINUS-MOTOREN

Für die verschiedenen Varianten der Märklin C-Sinus-Motoren bietet Erich Iten von Rail4you.ch Treiberplatinen an. Die kleinen Bausteine werden an den Motorausgang eines Decoders und parallel direkt an die Gleisspannung angeschlossen. Auf der Platine befindet sich der Anschluss für den Drehstrommotor. Durch die Platine ist es nicht nur möglich, Lokomotiven mit defekter Original Elektronik wieder in Betrieb zu nehmen, sondern auch die Umrüstung auf moderne Sounddecoder ist damit kein Problem.

**Rail4you.ch • Art.-Bez. DsM-2.0-Treiber •**

**€ 80,- • erhältlich direkt unter**

**Rail4you.ch, Postfach 20,  
CH-5325 Leibstadt, <http://rail4you.ch>**



## HAUSLICHTSTEUERUNG

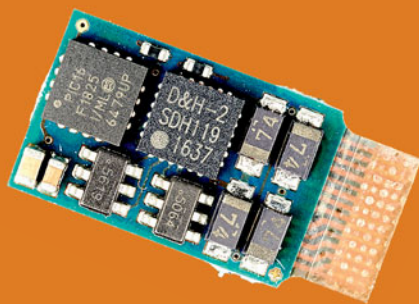
Thomas Köthen hat eine Hauslichtsteuerung mit acht Ausgängen für die Modellbahn entwickelt. Das Hauptmodul schaltet nach dem Zufallsprinzip die verschiedenen Ausgänge ein und aus. Dabei wird zwischen einem Abend- und einem Nachtmodus unterschieden, was Auswirkungen auf die Schaltheufigkeit hat. Die Steuerung ist in Modulbauweise konzipiert, über ein BUS-System können bis zu vier Zusatzplatinen angeschlossen werden. Angeboten werden Module mit Lauflicht, Wechselblinker oder Disco-Licht.

**Thomas Köthen – Elektronik • Art.-Bez.**

**Hauslichtsteuerung • Preis nach erscheinen •**

**erhältlich direkt bei: Thomas Köthen – Elektrotechnik, Karl-Wacker-Str. 22, 78187 Geisingen,  
<http://www.koethen-elektronik.de>**





## LOKDECODER MIT MTC14-SCHNITTSTELLE

Den neuen Lokdecoder für die MTC14-Schnittstelle lässt sich Trix von Doepler & Haass zuliefern – kein Wunder, ist die Firma aus München doch ein Spezialist für den unter N-Bahnern beliebten Selectrix-Standard. Der Trix-Decoder ist damit im Grundaufbau dem etwas günstiger DH14B. Softwareseitig hat man offenbar Änderungen vorgenommen, so versteht der mit 1 A belastbare 66857 kein Motorola. Trix • Art.-Nr. 66857 • € 34,99 • erhältlich im Fachhandel

## 8-FACH WEICHENDECODER VON MD ELECTRONICS

MD Electronics aus Paderborn erweitert zurzeit sukzessiv seine Produktpalette von DCC Decodern. Unter dem Namen mXion AKW ist jetzt ein 8-fach-Weichendecoder erhältlich. Der Decoder kann sowohl 3-Draht-Weichenantriebe als auch EPL- oder Motorantriebe ansteuern. In den mXion AKW sind zwei Spezialmodi implementiert: Im 3-Wege-Weichen-Modus wird der vordere Weichenantrieb automatisch in die richtige Position gebracht, wenn der hintere Weichenantrieb geschaltet wird. Im Entkupplungsmodus kann an dem zweiten Funktionsausgang eine Lampe angeschlossen werden, die bei aktiver Entkupplung leuchtet. Der mXion AKW kann auf 2048 Weichenadressen programmiert werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dem Decoder eine Lokadresse zu geben und dann 16 verschiedene verstärkte Funktionsausgänge zu nutzen. In diesem Modus unterstützt der mXion AKW 10239 Lokadressen und ein Mapping von 28 Funktionstasten.

Der Anschluss erfolgt über Schraubklemmen. Der mXion AKW hat ein Gehäuse, das im 3D-Druck-Verfahren hergestellt wird.

MD Electronics hat angekündigt, dass der mXion AKW bereits die Hardware integriert hat, um eine Rückmeldung über das Xpressnet zu ermöglichen. Allerdings ist diese Funktionalität zurzeit noch nicht in der Software realisiert. MD Electronics plant dafür in Zukunft ein Firmwareupdate anzubieten.

MD Electronics • Art.-Bez. mXion •  
€ 45,50 • erhältlich direkt unter  
MD Electronics, Hornerstraße 24,  
33102 Paderborn,  
bestellung@md-electronics.de



# Die neue HandControl für EasyControl

Anschluss  
gesucht...



... an die  
"neue" RedBox oder  
die "alte" MasterControl

## tams elektronik

www.tams-online.de

info@tams-online.de  
Fuhrberger Straße 4  
DE-30625 Hannover  
fon +49 (0)511-556060



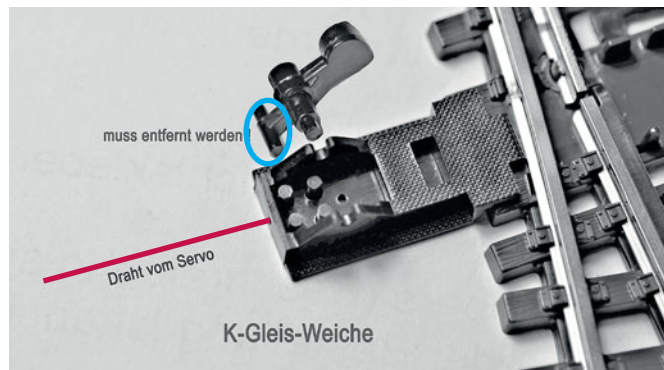
elektronik + mehr für die Modellbahn

## DIMO 4-2017 – „Dienstbarer Geist“ Servo-Weichenantrieb von PAAN-Bahn

Vielen Dank für den informativen Artikel! Vor allem die Zugänglichkeit von oben hat mich fasziniert. Ich fahre auf K-Gleis von Märklin. In Versuchen habe ich nun einen Weg gefunden, eine K-Gleis-Weiche bzw. deren Handstellhebel so zu modifizieren, dass man sie mit dem Paan-Antrieb bedienen kann: Der Handhebel der Weiche lässt sich abziehen. Dann kann der untere Teil der Mechanik, der die Schiebebewegung der Weiche bewirkt, ebenfalls entnommen werden. Nun bleiben vier im Quadrat angeordnete Kunststoff-Punkte übrig, in (oder zwischen) die man den Draht des Servos durch ein präzise gebohrtes Loch einführen kann. Den Handbedienhebel kann man dann wieder einpressen, allerdings ohne den unteren Teil der Mechanik. Eine Handbedienung der Weiche ist folglich nicht mehr möglich. Eine Unklarheit ist leider geblieben, die ich auch durch eine Anfrage bei Paan-Bahn nicht lösen konnte: Gibt es einen anderen Lösungsansatz, der auch zusätzlich die Handbedienfunktion erhält?

Bernhard Hirth, A-5310 Mondsee

*Es ist bei Servos konzeptionell nicht vorgesehen, dass ihre Mechanik fremdbewegt wird. Genau das wäre aber die Voraussetzung dafür, dass man eine Weiche mechanisch von Hand umstellt und gleichzei-*



*Der demontierte Handhebel der Weiche, das Innenleben der Basisplatte der Weiche und der angelegte Draht des Servos. Die vier runden Noppen sind auf dem Schiebeschlitten angebracht. Der blau markierte Teil des Handhebels sitzt dazwischen und bewegt den Schlitten. Wenn man den Draht des Servos am Ende T-förmig gestaltet, kann er die Weiche über den Servo bedienen.*

*tig die Stellung von Antrieb und Weiche synchron hält. Denkbar wäre eine mechanische Entkopplung, bei der der Servo auf den Handhebel wirkt, dieser aber nicht zurück auf den Servo. Hier ginge die Synchronität verloren und die Stellung der Weiche wäre völlig unabhängig vom elektrischen Antrieb.*

*Hingegen erhält eine elektrische Lösung mit Umschalter oder Tastern (beliebig bei der Weiche platzierbar) auf der Eingangsseite des Servodecoders den 1:1-Zusammenhang zwischen Antrieb und Weichenstellung und bewegt das Servohorn auch nicht in unzulässiger Weise.*

## DIMO 4-2017 – „Gut beleuchtet“ Umbau V 100 Ost von Roco

Mit großem Interesse habe ich den Beitrag "Gut beleuchtet" zur Roco V 100 Ost mit AMW-Tauschplatine verfolgt. Ich habe nun auch schon bei AMW drei dieser Platinen für meine Roco BR 110, 112, 114 der DR und zwei weitere für Roco BR 142/132 der DR (UniversalPluX\_V) und für Piko BR 118 der DR (H0\_PikoPluX) bezogen.

Zur AMW-Tauschplatine zur V 100 Ost würden mich Details zu den verwendeten Pufferkondensatoren sowie zum Lautsprecher in Bezug auf Hersteller/Artikelnummer/Bezugsquelle/Einbau/Hinweise interessieren. Zu den beiden anderen genannten Platinen würde ich mir wünschen, dass es ähnliche Beiträge zu den genannten Loks gibt, die sich auch mit der vorbildgerechten Beleuchtung mittels PluX22-Platine/Decoder beschäftigen.

Mark Nagurski, per E-Mail

Auf der V-100-Ost-Platine sind in einem Vorbau Kontaktflächen für die klassischen „sugar cube“-Lautsprecher vorhanden. Das sind die bekannten 10-x-15-mm-Lautsprecher, die von verschiedensten Quellen angeboten werden (auch im AMW-Shop). Auf der V-100-Ost-Platine ist eine Pufferkondensator-Schaltung untergebracht. So wie bei der PluX-LED-Platine gibt es einen Spannungsbegrenzer auf 16 V. Man kann mittels Lötbrücken auswählen, ob direkt vom Decoder-(+) oder vom Pufferkondensator-(+) aus gespeist wird. In letzterem Fall muss der Decoder die 16-V-Begrenzung bereitstellen – was nicht alle Decoder implementiert haben. Kleine SMD-Becherkondensatoren passen unter die Vorbauten, ebenso bedrahtete oder SMD-Tantal-Typen. Wegen der Spannungsbegrenzung besteht bei Tantal-kondensatoren kaum die Gefahr der Beschädigung (Explosion) durch Spannungsspitzen. Von den Kondensatoren einfach möglichst viele einbauen! Bezugsquellen: faktisch jeder Elektronikladen bzw. die bekannten Versender. Bei den Bauteilen gibt es ständige Programmwechsel, daher muss man einfach nachsehen, was verfügbar ist. Die Kondensatoren brauchen 16 V Spannungsfestigkeit, mehr ist nicht nötig.

Arnold Hübsch/AMW

Traincontroller™ 2018			
9. - 11. Febr.	Messe "Erlebnis Modellbahn"	Dresden	
<u><b>Traincontroller Version 9:</b></u>			
10. & 11. März	Aufbau-Seminar	Königstein / Sä.	Schweiz
17. & 18. März	Basis-Seminar	Landsberg / Lech	
<b>Details: "Aktuelles / Termine" unter</b>		<b>www.miniaturelbatal.de</b>	

## DIMO 4-2017 – „Stirn- und Schlussbeleuchtung“ Neuheit Artikel 2320 von Viessmann

Der Hersteller weist darauf hin, dass das Produkt mitnichten für beliebige Fahrzeuge vorgesehen ist. Diese Zugschlussbeleuchtung ist geeignet für die Niederbordwagen Art. 2310, 2311, 2315, 2316 und den Zweibege-Unimog mit Niederbordwagen Art. 2680 und 2681.



# DIGITAL WORKSHOP

auf der Messe Sinsheim  
9. – 11. März 2018



Der Referent:

## Karl Gebele

Aus vielen Publikationen bekannter Erbauer romantischer Modellbahnanlagen und Autor von „Digital mit Karl“



## Das Thema:

Entstehung einer Kompaktanlage mit ESU-Bausteinen

Die Firmenworkshops finden Sie ab Mitte Januar auf der Anmeldeseite im Internet

## Uhrzeiten, Termine, Anmeldung:

[www.digitalemodellbahn.vgbahn.de/messeworkshops](http://www.digitalemodellbahn.vgbahn.de/messeworkshops)



### TEILNAHMEBEDINGUNGEN:

Zu den Workshops ist jeder Interessierte eingeladen. Wir erheben von jedem Teilnehmer einen Unkostenbeitrag in Höhe von 10 € für Workshop-Unterlagen und -Materialien. Der Messe-Eintritt ist in diesem Unkostenbeitrag nicht enthalten. Die Teilnehmerzahl je Workshop ist begrenzt – schnelle Anmeldung lohnt sich!

Wir danken den Referenten und den beteiligten Firmen, die sich alle bereit erklärt haben, die Workshops ohne Entgelt abzuhalten und zu unterstützen. Veranstalter der Workshops ist die RailCommunity in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift Digitale Modellbahn und mit Unterstützung der Verbände BDEF und MOBA sowie des Messeveranstalters Messe Sinsheim.

## DIMO 4-2017 – „Decoderverlängerung“ Schaltererweiterung für Servos

Die Servoerweiterung habe ich mit einigen Veränderungen nachgebaut und möchte nun ein paar Verbesserungsvorschläge machen: Die Schaltung lässt sich vereinfachen (siehe Bild 1). Statt das Eingangssignal zu verstärken, kann es auch direkt auf einen invertierenden Schmitt-Trigger gegeben

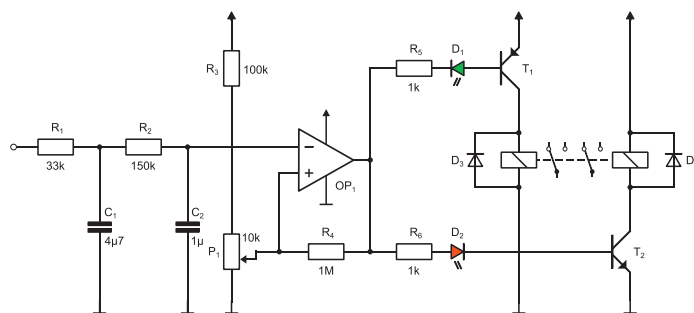


Bild 1: Vereinfachte Servodecodererweiterung

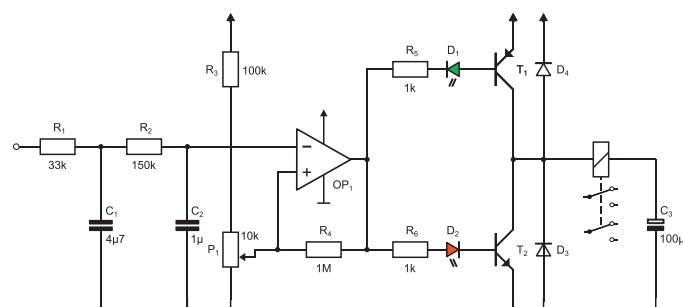


Bild 2: Stromsparvariante für einspulige Relais

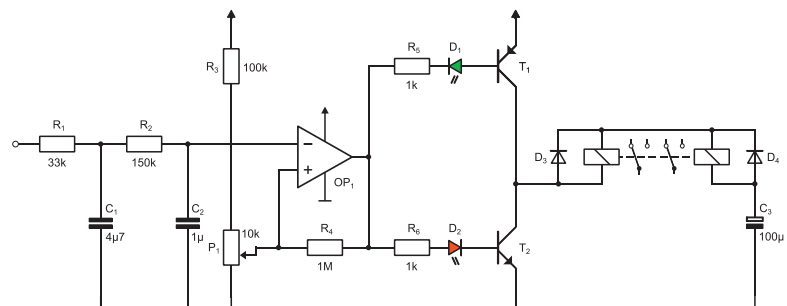


Bild 3: Stromsparvariante für zweispulige Relais

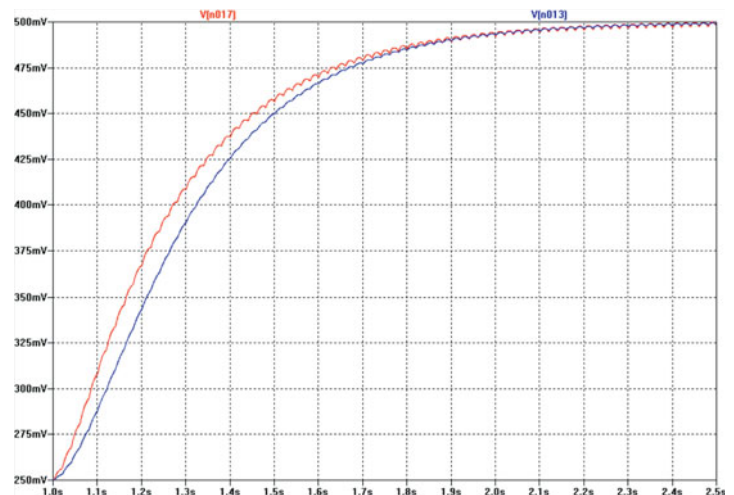


Bild 4: Spannungsverlauf an C<sub>2</sub> bei einem Sprung der Impulsdauer von 1 ms auf 2 ms.

Rot: C<sub>1</sub> = C<sub>2</sub> = 1 µF; R<sub>1</sub> = R<sub>2</sub> = 100 kΩ

Blau: C<sub>1</sub> = 4,7 µF; C<sub>2</sub> = 1 µF; R<sub>1</sub> = 33 kΩ; R<sub>2</sub> = 150 kΩ

werden. Wenn als Endstufe komplementäre Transistoren verwendet werden, wird kein zweiter Schmitt-Trigger benötigt und es reicht ein einziger Operationsverstärker, z.B. ein halber LM358. Da dieser keinen Rail-to-Rail-Ausgang aufweist, springt seine Ausgangsspannung zwischen ca. 3,6 V und 0 V. Die LED D1 verhindert im ersteren Fall, dass ein Basisstrom in T1 fließt und sorgt so dafür, dass nur jeweils ein Transistor leiten kann. Die Reihenschaltung von LED und Transistor-Basis macht also nicht nur die Schaltstellung sichtbar, sondern ist für das Funktionieren der Schaltung notwendig.

Bei dieser Variante fließt stets Strom durch eine der beiden Relaispulen. Durch Verbinden der beiden Transistoren zu einer Halbbrücke und Hinzufügen eines Kondensators C3 kann eine Schaltung gebaut werden, in der nur während des

Umschaltvorgangs ein Spulenstrom fließt. Dies klappt sowohl mit einspuligen Relais (Bild 2) als auch mit zweispuligen (Bild 3).

Zuletzt noch zur Dimensionierung des Eingangsfilters: Das Filter wird durch seine Zeitkonstante und seine Dämpfung charakterisiert. Um die hochfrequenten Störungen effektiv zu unterdrücken, empfiehlt sich eine große Zeitkonstante. Damit steigt aber die Einschwingzeit; das Relais schaltet also verzögert. Mit einer Verringerung der Dämpfung kann dem entgegengewirkt werden. Das von mir verwendete Filter hat eine Dämpfung von 1,108 und schwingt fast so schnell ein wie das Original ( $D = 1,5$ ), die Welligkeit des gefilterten Signals ist aber weniger als halb so hoch. Eine Simulation in LTSpice (Bild 4) zeigt den Unterschied.

Clemens Auburger

## DIMO 4-2017 – „Servodecoder“ Tabellarische Marktübersicht

Herr Hübsch bemerkt zu Recht, dass Servodecoder für Selectrix selten sind. Es gibt einen weiteren interessanten Vertreter aus der Kooperation MTTM/D&H. Er wurde bei der Recherche wohl übersehen, da dieser auf der Internetseite von Doehler & Haass mit keinem Wort erwähnt ist. Der Decoder

ist bei MTTM und einem großen Internetversandhändler lieferbar. Die wichtigsten Angaben finden sich in der Tabelle.

Sigi Krapp, per E-Mail

*Neben dem MTTM-Modul haben wir leider auch die Servodecoder von Dietz Elektronik aus Höfen a. d. Enz übersehen. Wir haben sie ebenfalls in untenstehender Tabelle erfasst. Unser Autor Maik Möritz befasste sich darüberhinaus in zwei Projekten mit ihnen – siehe Seite 74.*

HERSTELLER	MTTM/D&H	DIETZ	DIETZ
Bezeichnung	Servo-Modul V4	DCC Servo-Decoder	DCC Servo-Decoder
Artikelnummer	ST-SerMod-SX	SWD 01	SWD 02
Servoausgänge Anzahl	8	1	1
Adressen MM/DCC/Sx/mfx	–/–/111–	–/252/–/–	–/252/–/–
zusätzliche Ansteuerung	Melderadresse	Funktion 0–28 zu Lokadresse	Funktion 0–28 zu Lokadresse
Anfangs- und Endpunkt einstellbar	ja	ja	ja
Drehgeschwindigkeit einstellbar	ja	ja	ja
Anzahl Servopositionen	digital 2 analog 3	2	2
Nachwippen	ja	–	–
Betriebsspannung des Decoders	über Sx-Bus	24 V AC/DC	24 V AC/DC
Anschluss für ext. Servospannung	9–14 V stab. Gleichspannung	–	–
Zusätzliche Schaltausgänge	8	–	1
Zusätzliche Schalt-/Tastereingänge	8/16	1	1
Programmiertasten	ja	–	–
CV Programmierung	über Sx-Bus	ja	ja
Externes Programmiergerät	optional	–	–
Bausatz / Fertigmodell	Fertiggerät	Fertiggerät	Fertiggerät
Anteilige Kosten je Servo	10,25 €	29,95 €	29,95 €
UVP des Decoders/Bausatzes	82,– €	29,95 €	29,95 €
Internet/Anmerkung	<a href="http://www.mttm.de/ShopMTTM/product_info.php?info=p80_servo-modul-fuer-selectrix.html">http://www.mttm.de/ShopMTTM/product_info.php?info=p80_servo-modul-fuer-selectrix.html</a>	<a href="http://www.d-i-e-t-z.de/3_3/swd01.htm">http://www.d-i-e-t-z.de/3_3/swd01.htm</a>	<a href="http://www.d-i-e-t-z.de/3_3/swd01.htm">http://www.d-i-e-t-z.de/3_3/swd01.htm</a>  Schaltausgang für Weichenlaterne vorkonfiguriert



# Die DIGITAL-Spezialisten

alphabetisch

**Böttcher Modellbahntechnik**



**Modelleisenbahnen und Zubehör  
Landschaftsgestaltung  
Gleisbettungen • Ladegutprofile**

Böttcher Modellbahntechnik • Stefan Böttcher • Am Hechtenfeld 9 • 86668 Hohenwart-Weichenried  
Telefon: 08443-2859960 • Fax: 08443-2859962 • info@boettcher-modellbahntechnik.de

**www.boettcher-modellbahntechnik.de**

**Elektronik & Modellbahn Richter**



Digitalservice • Decodereinbau • Digitalberatung  
**Digitalsysteme für alle Spuren • Sound vom Soundspezialisten**  
Lenz, Uhlenbrock, ESU, Zimo, Massoth, Tams, Kuehn, Dietz

Zum Lindenhof 5 • 09212 Limbach-Oberfrohna ..... Adelsbergstr. 222 • 09127 Chemnitz  
03722-98444 ..... www.elektronik-modellbahn.de ..... 0371-7750545

**DIETZ ELEKTRONIK**



**SOUND & DIGITALtechnik**

Fahrzeuge und Zubehör für Großbahnen

**75339 Höfen Hindenburgstr.31 www.d-i-e-t-z.de**

**MODELLBAHNSERVICE**



Dirk Röhrich  
Girbigsdorferstr. 36  
02829 Markersdorf  
Tel./Fax: 03581/704724

**Modellbahnsteuerungen und Decoder**  
für SX, RMX, DCC, Motorola, Multiprotokoll von D&H, Reutenhaus, MTTM, Uhlenbrock, ESU, Kühn, Viessmann, Massoth, Zimo

**Freiwalde Steuerungssoftware TrainController 9.0**

**Reparaturen, Wartungen, Um-, Einbauten**  
(Decoder, Sound, Rauch, Glockenanker, Beleuchtungen)

**Modellbahn • Elektronik • Zubehör • Versand**

**www.modellbahnservice-dr.de**

Die erste Adresse für Freunde des guten Loksounds!

**sound manufaktur**  **www.hagen.at**

z.B. ÖBB Reihe 1163, 1216, 1141, 5047, 5146, 2050, 214, 93  
DB Baureihe V65, VT98, VT95, 12, 42, 52, Adler u.v.m.

Modellbahn HAGEN Breitenfurterstr. 381, 1230 Wien Tel. 0043 (0)1 865 81 64

**Spiel+Bahn**



Poststrasse 1, 40822 Mettmann  
Telefon 02104-27154  
Mo-Fr 9:30-19:00, Sa 9:30-17:00h

**Converts Bauteile:**

- 41001 Basis-Platine € 11,50
- 41011 Basis mit Entflacker € 15,50
- 41311 Entflacker Option € 2,20
- 41321 Puffer-Option € 2,40
- 41341 Aux-Option € 2,20

**Wir reparieren und digitalisieren!**

**www.spiel-und-bahn.de** **EUROTRAIN®**

Grosse H0-Anlage der MBF auf 250m² in unseren Haus, geöffnet jeden Samstag von 10-16 h! Eintritt frei!

**moba-tech** der modelleisenbahnladen

**Bahnhofstraße 3  
67146 Deidesheim  
www.moba-tech.de**

**Tel.: 06326-7013171 Mail: shop@moba-tech.de**

**Ihr Spezialist für Digitalkomponenten und Beleuchtungen!**  
**Updateservice, individuelle Decoderprogrammierung,  
Umbau in eigener Werkstatt!**

**www.werst.de**

**Spielwaren Werst**

**Schillerstraße 3 - 67071 Ludwigshafen**  
**Fon: 0621/682474 - Fax: 0621/684615**  
**E-Mail: werst@werst.de**

**Digitalservice - Decodereinbau - Beratung**

Neue Reihe – „Modellbahn-Wissen“



## Güterumschlag VORBILD & MODELL

Die neue Ausgabe von „Modellbahn-Wissen“ widmet sich dem Güterumschlag in Vorbild und Modell, um dem Modellbahner eine Basis für praxisgerechten und dennoch vorbildorientierten Miniaturbetrieb zu ermöglichen. Der Schwerpunkt liegt auf dem Stückgut, dem Viehtransport und dem Rangieralltag. Der „Eselsrücken“ mit speziellen Signalen und Bremsvorrichtungen begleitet den Rangieralltag, während Güterschuppen, Umschlaghallen und eigens entwickelte Transportgeräte für einen reibungslosen Stückgutumschlag sorgen. Die Verladung und der Transport von Vieh machen wiederum eigene Einrichtungen und Güterwagen nötig. Gleispläne und Gebäudezeichnungen mit Güteranlagen regen zum Nachbau im Kleinen an. Praxisbezogene Modellbeiträge wie Kupplungstest und Modellveränderungen runden dieses Nachschlagewerk ab.

**240 Seiten im DIN-A4-Großformat, Softcover-Einband, mit über 500 Abbildungen**  
**Best.-Nr. 581728 | € 19,95**

**VGB**  
[VERLAGSGRUPPE BAHN]

VGB-Bestellservice

Am Fohlenhof 9a • 82256 Fürstenfeldbruck  
Tel. 08141/534810 • Fax 08141/53481100  
bestellung@vgbahn.de • www.vgbahn.de





Schalt- und Weichendecoder  
Viessmann 5280 und 5285

# UNGLEICHE BRÜDER

Die neuesten Schalt- und Weichendecoder von Viessmann tragen die Artikelnummern 5280 und 5285. Sie sehen ähnlich aus und auch die Artikelbeschreibung lässt keinen Zweifel daran, dass sie aus der gleichen Familie stammen. Doch wo genau liegen die Unterschiede und welcher Decoder eignet sich für welche Anwendung am besten?

**S**owohl der Schalt- und Weichendecoder 5280 als auch der Schaltdecoder 5285 eignen sich für die Digitalprotokolle DCC (2047 Adressen) und Motorola (320/1020 Adressen) und bringen von Hause aus RailCom-Kompatibilität mit. Je Ausgang können beide 5 A schalten. Vier Ausgänge sind jeweils an Bord, zusätzlich sind bei beiden Modellen jeweils zwei weitere Anschlussmöglichkeiten für Servos vorhanden. Die einfache Adressprogrammierung kann klassisch mittels Programmiertaster in Verbindung mit dem Schaltbefehl einer Digitalzentrale erfolgen. Für eine detaillierte Programmierung aller Funktionen und Ausgänge setzt Viessmann auf die übliche Einstellung mittels Konfigurationsvariablen (CV-Programmierung).

Bei soviel Gemeinsamkeiten fällt der ungleiche Preis ins Auge. Der Schalt- und Weichendecoder 5280 wird bei Viessmann mit einem UVP von 34,50 Euro geführt. Beim Schaltdecoder 5285 schlagen dagegen stolze 59,50 Euro zu Buche. Da liegt es natürlich nahe, dem preiswerteren Modell für den Einsatz auf der heimischen Modellbahn den Vortritt zu lassen. Für die einfache Bedienung von Weichen mit Doppelspulantrieben oder für das simple Ein- und Ausschalten von einzelnen Stromkreisen (auch mit Lichteffekten, wie z.B. Pulsen, Blinken oder Dimmen) ist der 5280 sicher eine sehr gute Wahl. Dass der eigentliche Schaltstrom auf Wunsch sogar über eine separate Anschlussklemme unabhängig vom teuer erzeugten Digitalstrom eingespeist werden kann, spricht ebenfalls für den günstigen 5280.

Diese Klemme fehlt beim großen Bruder 5285, weil er sie gar nicht braucht. Statt der potentialgebundenen Ausgangsstufe mit Leistungstransistoren sind hier vier einzelne Umschaltrelais vorhanden. Jeder Schaltausgang ist damit potentialfrei ausgeführt. In der Praxis bringt dies eine Menge Vorteile mit sich. Für jeden Ausgang lässt sich die geschaltete Polung und Spannung frei wählen, was auch den Betrieb von Motoren vereinfacht. Beide Modelle tragen SMD-LEDs an den Schaltausgängen. Diese zeigen den letzten empfangenen Schaltbefehl für den jeweiligen Ausgang an. Das sieht nicht nur nett aus, sondern ist in der Praxis auch eine wertvolle Hilfe bei der Bedienung oder Fehlersuche.

Bei beiden Decodern können einzelne Ausgänge per CV Programmierung in einen Zufallsmodus versetzt werden: Der Ausgang wird nach „Einschalten“ (grüne Taste bei Märklin/Uhlenbrock) willkürlich in einem vom Benutzer festgelegten Zeitraster hin- und hergeschaltet. In diesem Betriebsmodus zeigen die LEDs den grundsätzlichen Schaltzustand der zugehörigen Adresse, aber nicht die echte Schaltstellung des jeweiligen Ausganges an.

Beide Decoder gestatten den Anschluss und die unabhängige Steuerung von zwei Servos. Der Anschluss erfolgt dabei über die typischen dreipoligen Servostecker mit dem Pluspol in der Mitte. Die Stellzeiten und Stellwege können via CV-Programmierung für jeden Ausgang individuell eingestellt werden. Die von den Schaltausgängen schon bekannte Zufallsfunktion ist auch bei der Servoansteuerung aktivierbar und in weiten Bereichen konfigurierbar.

## FAZIT

Für die Bedienung von Signalen und Weichen mit Doppelspulantrieb (hier ist über die logische Verknüpfung von zwei Ausgängen in Verbindung mit einem Relais auch eine Herzstückpolarisierung möglich) ist der Schalt- und Weichendecoder 5280 die vernünftiger Wahl. Die Bedienung von Servoweichen und das direkte Schalten von Verbrauchern oder Beleuchtungen mit möglichen Sondereffekten erweitern das Einsatzspektrum des preiswerteren Decoders noch einmal zusätzlich.

Wer Wert auf größtmögliche Flexibilität legt oder auf eine Potentialtrennung angewiesen ist, greift zum 5285. Mit sei-





In erster Linie ist der 5280 ein Signal- und Weichendecoder für Doppelspulantriebe. Sonderfunktionen machen ihn aber auch als Schaltdecoder für Beleuchtungen o.Ä. interessant. Eine Ansteuermöglichkeit von zwei Servos ist ebenfalls an Bord. Die vier Ausgänge werden über Transistoren geschaltet und sind daher nicht potentialfrei.



Der Multiprotokoll Schaltdecoder 5285 besitzt neben den beiden Servoanschlüssen vier unabhängige Umschaltrelais. Diese ermöglichen ein potentialfreies Schalten verschiedenster Verbraucher.



Wie auch der 5285, besitzt der 5280 kleine SMD LEDs an den vier Ausgängen zur Anzeige des letzten Schaltbefehls.

nen Relais (im Betrieb sowohl mono- als auch bistabil einsetzbar) lassen sich am gleichen Baustein Verbraucher mit unterschiedlichen Versorgungsspannungen und verschiedenen Polaritäten bequem und unkompliziert schalten. Motorische Weichenantriebe oder sonstige Antriebsmotoren auf der Modellbahn sind beim 5285 ebenfalls gut aufgehoben.

Maik Möritz

#### PREISE

Hersteller: Viessmann, [www.viessmann-modell.de](http://www.viessmann-modell.de)

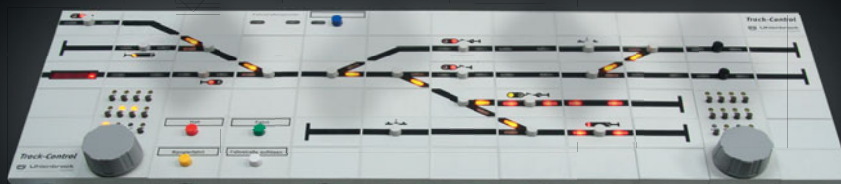
Schaltdecoder 5280 mit Transistorschaltstufen	34,50 €
Schaltdecoder 5285 mit Relaisausgängen 1 x Um	59,50 €

Bedienungsanleitungen mit verschiedenen Beispielschaltungen auf der Homepage verfügbar

## Track-Control

Das Gleisstellpult mit dem Stecksystem

**auch analog!**



Minimaler Aufwand –  
maximale Flexibilität!

**Track-Control**

**Uhlenbrock**  
digital

Uhlenbrock Elektronik GmbH  
Mercatorstr. 6  
46244 Bottrop  
Tel. 02045-85830  
[www.uhlenbrock.de](http://www.uhlenbrock.de)



## Fleischmann BR 160 in H0



# DIGITALES BÜGELEISEN

Dass Fleischmann wunderschöne Lokomotivmodelle bauen konnte und es auch bei der Modelleisenbahn GmbH immer noch kann, ist bekannt. Dass die E 60 in der Reichsbahnversion ein gelungener Wurf war, ebenso. Von der Epoche-IV-Version der Lok – vorbildgerecht modifiziert mit Bühnen, Geländern und neuem Führerhaus – ist also Vergleichbares zu erwarten. Da lohnt es sich, auf die Technik der voll ausgestatteten Digitalmaschine einen prüfenden Blick zu werfen.

**N**atürlich habe ich, neben den rein sachlichen Gründen, auch persönlich ein starkes Interesse an der Beschäftigung mit dem Modell. Immerhin habe ich mich in DiMo 3/2017 als Fan der früheren Heidelberger 160er geoutet. Das Modell stellt zwar eine Freilassinger Lok dar, das tut meiner Freude aber keinen Abbruch. Zur Vorbildumsetzung kann ich nur sagen: rundherum gelungen! Weiteres ist z.B. in der MIBA oder im MEB, jeweils Ausgabe 12/2017, nachzulesen. Dass kein Lokführer eingesetzt wurde, ist mir persönlich übrigens ziemlich egal. Ich mag die häufig lieblos eingefärbten Büsten, die man in manchen Modellen findet, sowieso nicht und suche mir lieber selbst etwas Passendes bei Preiser heraus.

Auf den Gleisen macht die 160 eine gute Figur: In Fahrstufe 1 rollt sie ru-

ckelfrei los, die Lichtfunktionen entsprechen ihrem Einsatzgebiet (Rangierlok), der Sound klingt plausibel für eine Altbauellok (Ich kann mich nicht mehr genau an die Geräusche in Heidelberg erinnern). Bei höherer Geschwindigkeit fährt die Lok taumelfrei – was nicht ganz dem Vorbild entspricht, das durch die hin- und hergehenden Massen des Fahrwerks gehörig im Gleis von rechts nach links und zurück zuckte.

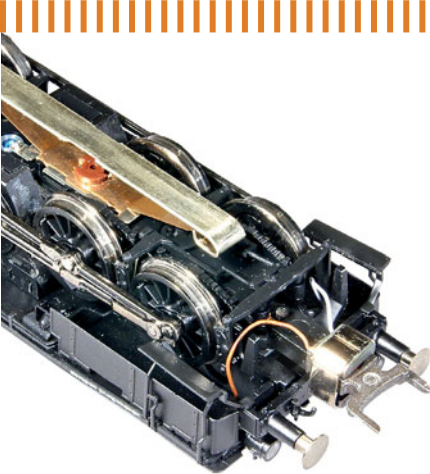
## TECHNISCHES KONZEPT

Wie auch schon bei den bisherigen Versionen überzeugt das einfache Zerlegen des Modells. Zwei Schrauben lösen, und schon kann man Lokgehäuse und Fahrwerk trennen. Je nach technischer Ausstattung sind damit die Schnittstelle bzw. der Decoder leicht erreichbar.

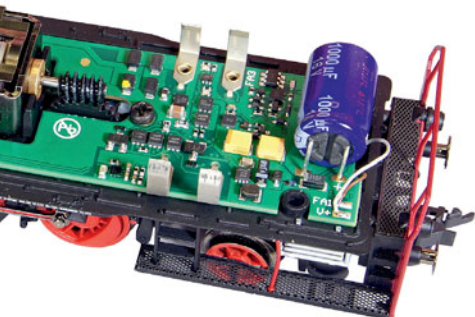
Hat man sich für die voll ausgestattete „Zweileiter“-Version entschieden, kann man sich das Aufschrauben allerdings sparen, denn in diesen Modellen werkelt ein in die Hauptplatine integrierter Decoder. Diesen Schritt sind die Fleischmann-Konstrukteure gegangen, um an Stelle der Schnittstelle Platz für einen Pufferkondensator zu schaffen. Der leuchtet dem Betrachter (auf den Bildern rechts) blau entgegen und ist ein 1000-µF-Typ für 16 V.

Als Anwender hat man in diesem Fall durch den Verzicht auf eine Schnittstelle keinen Nachteil: Die Lok ist voll ausgestattet und die verbaute Digitaltechnik gehört zum Besten, was die Branche derzeit zu bieten hat. Man hat sogar einen Vorteil: Der eigenständige Decoder und die Schnittstelle benötigen ein Volumen, das jetzt frei ist und

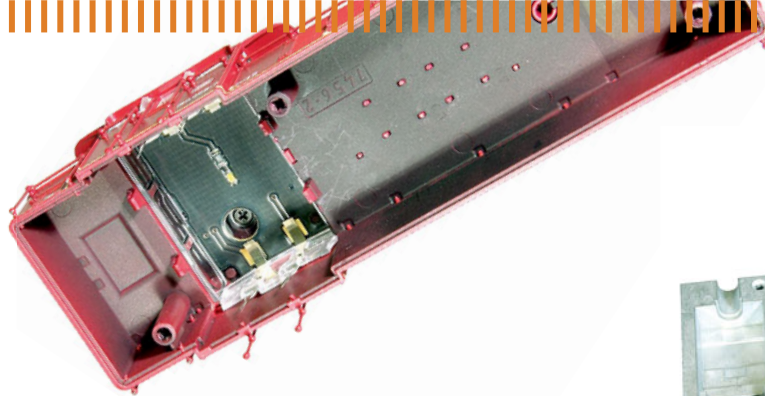




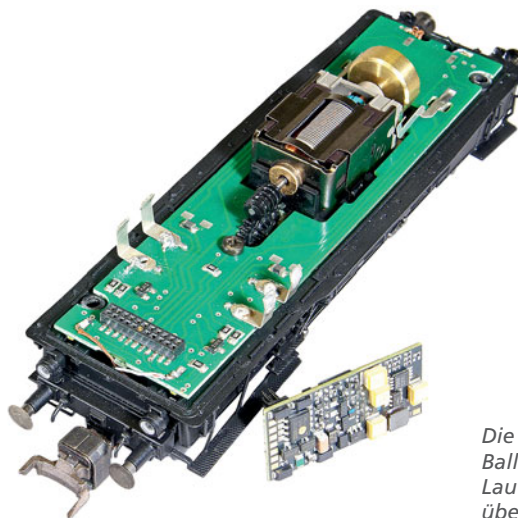
Die Modelle können mit verschiedenen fernsteuerbaren Kupplungen erworben werden. Hier (an einer E60 der DR) die Roco-Universalkupplung. Auf den Bildern der EP-IV-Variante ist die fernbedienbare Fleischmann-Profikupplung zu erkennen.



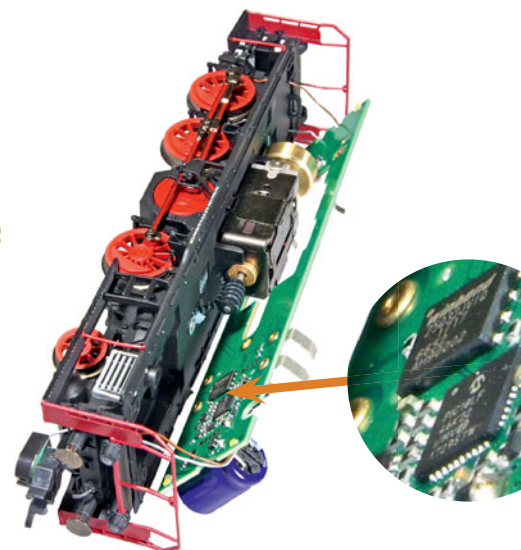
Bei der Modellversion mit digitaler Volllausstattung und ohne Mittelschleifer ist dort, wo sonst die Schnittstelle sitzt, ein Pufferkondensator untergebracht. Die Decoder-technik findet sich jetzt komplett auf der Hauptplatine. Links vom Kondensator die 2 x 2 Kontaktflaschen zum Führerhaus.



Es müssen drei Leitungen plus Gegenpol zum Führerhausdach geführt werden: Spitzenlicht vorne, Spitzenlicht hinten, Führerstandsbeleuchtung. Fleischmann erreicht dies über je Fahrzeugseite zwei Kontaktflaschen, die bei aufgesetztem Gehäuse eine sichere Verbindung mit den auf der Platine montierten Laschen haben.



Bei der Modellversion mit digitaler Volllausstattung mit Mittelschleifer ist eine PluX22-Schnittstelle eingebaut, in die ein ZIMO-MX645 Sounddecoder eingesteckt wurde.



Die Komponenten einzeln: Oben links das Ballastgewicht mit dem eingelassenen Lautsprecher, daneben das innen schwarz übernebelte Gehäuse mit dem hellgelben Führerstandseinsatz. Unten das Fahrwerk mit abgeklappter Hauptplatine. Hier erkennt man die zwei schwarzen SMD-Chips auf der Platinenunterseite. Diese beiden Bausteine sind die „Herzen“ der Digital-technik und der Sounderzeugung.

für andere Zwecke genutzt werden kann.

Die Lokversionen mit fernbedienbarer Kupplung bringen die üblichen unschönen „Salzburger Klötze“ mit großen Kabelschlaufen mit. Wieder einmal ist hier zu beobachten, wie knapp der Platz zwischen Kupplung

und Schienenoberkante ist. Bei einer geringen Materialermüdung in der Kupplungskinematik kann eine Kupplung so ins „Hängen“ kommen, dass sie das kreuzende Schienenprofil in Weichen „trifft“.

Fährt man mit Mittelleiter, tritt das Problem noch früher auf, da hier die

Pukos über die Schienenprofile hinausragen. Wichtig für Interessenten ist vielleicht noch, dass es derzeit zwei Varianten der voll ausgestatteten „Zweileiter“-Digitalversion gibt: einmal mit Roco-Universalkupplung, einmal mit Fleischmann-Profikupplung, beide jeweils fernbedienbar.

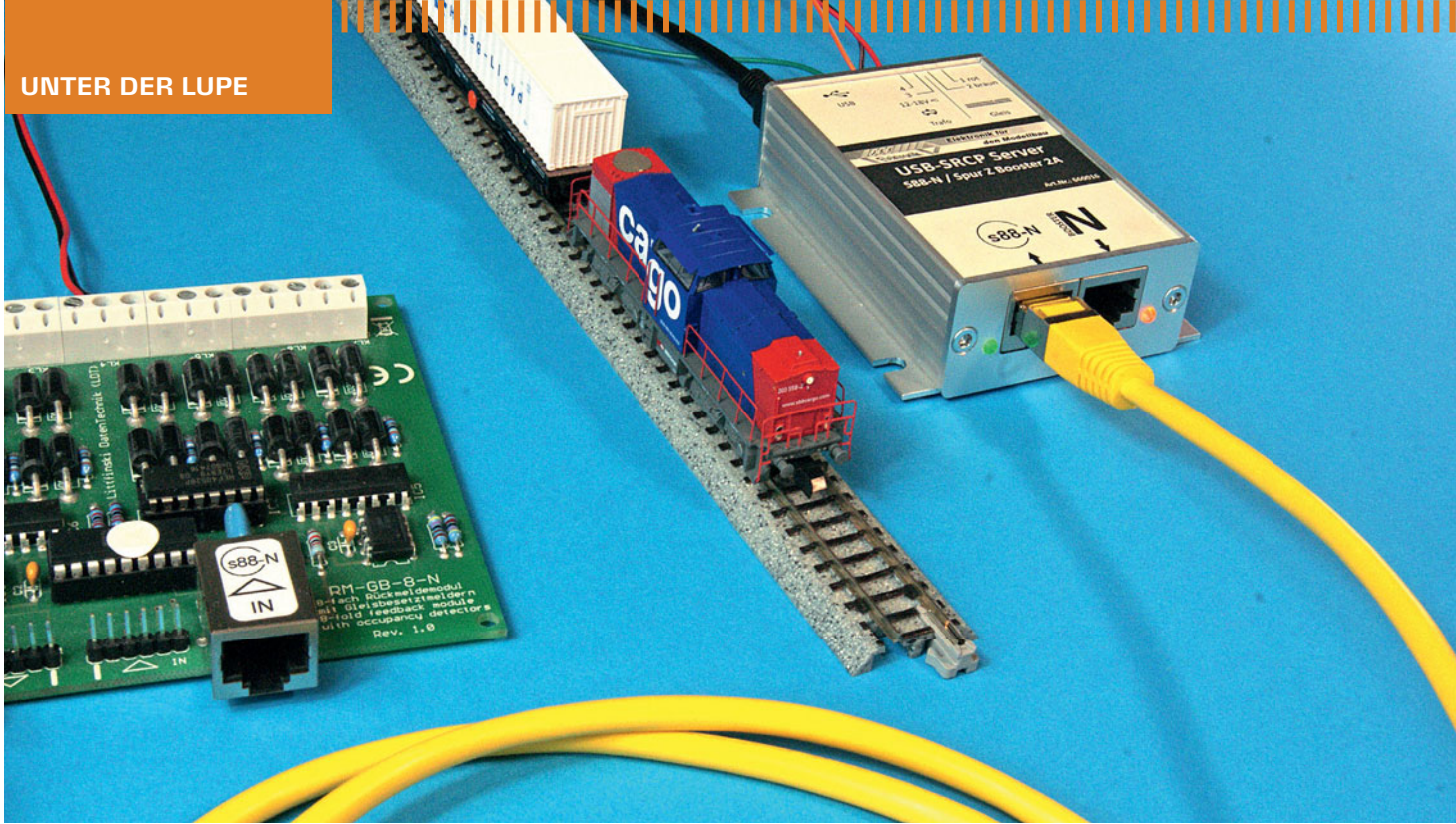
TP

## VARIANTEN UND PREISE

H0-Modell der BR 160 der DB, Epoche IV von Fleischmann

Art.-Nr.	technische Ausführung	Gleissystem	Schnittstelle	Decoder	Kupplungssystem	Preis
436003	analog	„Zweileiter“	PluX22	ohne	Fleischmann-Profi	249,- €
436073	digital, Sound, fernst. Kupplungen	„Zweileiter“	ohne	integriert	Fleischmann-Profi	339,- €
436076	digital, Sound, fernst. Kupplungen	„Zweileiter“	ohne	integriert	Roco-Universal	339,- €
396073	digital, Sound, fernst. Kupplungen	Mittelleiter	PluX22	ZIMO MX645	Roco-Universal	339,- €



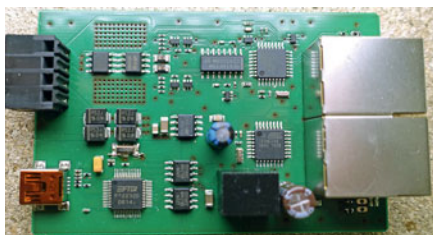


USB-SRCP-Server von JSS-Elektronik

# CONVENIENCE FOOD



Der USB-SRCP Server richtet sich vor allem an Z-Bahner mit Digitalambitionen. Links ist der Anschluss für Rückmelder mit s88-N-Verbindung, rechts können weitere Booster von JSS-Elektronik angeschlossen werden.



Der USB-SRCP-Server aufgeschraubt: Unten links befindet sich der FTDI-Chip für die USB-Verbindung. Rechts sind zwei ATmega8 zu sehen, die das Gleissignal erzeugen und die Rückmeldungen verarbeiten.

SRCP ist das Simple Railroad Command Protocol. Dabei handelt es sich um ein Netzwerkprotokoll zur Übertragung von modellbahnspezifischen Nachrichten. Entstanden ist das Ganze aus dem Wunsch, eine möglichst kostengünstige Zentrale zu bekommen. SRCP ist heute ein Open-Source-Protokoll und wird weiter von aktiven Modellbahnern auf der Entwicklerplattform Sourceforge gepflegt. JSS-Elektronik will den Einstieg mit seinem Hardware-USB-SRCP-Server einfach machen.

**B**ei Convenience Food handelt es sich in der Regel um vorbereitete oder schon fertige Mahlzeiten. Bei dem USB-SRCP-Server von JSS-Elektronik musste ich irgendwie daran denken, hat es mir doch der JSS-Server ermöglicht, ohne lange Basteleien direkt das SRCP-„Gericht“ zu genießen. Bei meinen ersten digitalen Gehversuchen vor rund 15 Jahren habe ich mir die SRCP-Zentrale noch selbst zusammengebastelt. Vom Gebrauchthändler

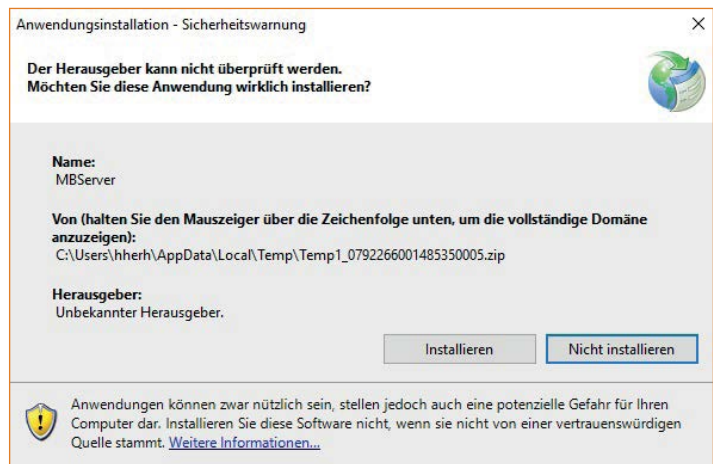
besorgte ich mir damals dafür extra ein Märklin-Delta-Steuergerät. Mit einem selbstgebasteten Kabel konnte ich das mit der seriellen Schnittstelle des PCs verbinden und dann tatsächlich digital fahren. Spannend war es und Spaß hat es auch gemacht. Ich habe mich damals dann aber doch für ein DAISY-System von Uhlenbrock entschieden.

In der DIMO 4/2014 habe ich mich anlässlich des Hauptthemas Software-Zentralen mal wieder dem Thema

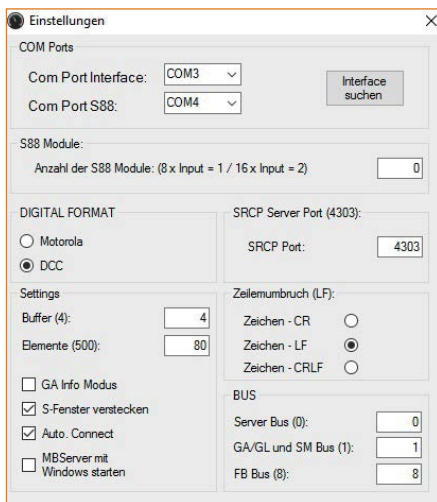




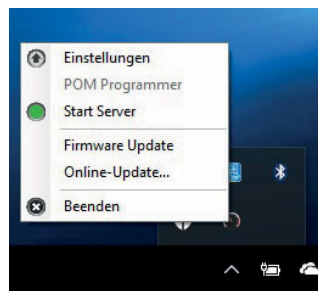
Der MBServer erfordert zusätzliche Dateien. Wenn man eine Internet-Verbindung hat, dann erfolgt die Installation quasi von alleine.



Die Windows-Sicherheitsmechanismen haben zugeschlagen: Wer den MBServer installieren will, der muss hier ja sagen.



Die Einstellungsmaske des MBServers. Mit einem Klick auf „Interface suchen“ werden einem die richtigen Anschlüsse angezeigt. Das Fenster wird mit einem Klick auf das Kreuz oben rechts geschlossen. Der MBServer muss danach neu gestartet werden. Sollte anschließend gar nichts gehen, dann kann man mal die COM-Ports für Interface und S88 tauschen. Bei mir hat es geholfen.

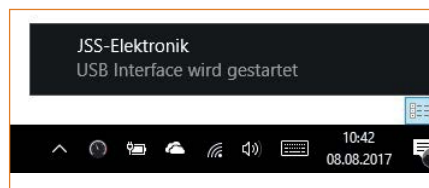


Mit einem Rechtsklick auf das MBS-Server-Symbol kommt man zu den möglichen Einstellungen.



Konfiguration des MBClient: Bei SRCP-Server muss die IP-Adresse des Rechners mit dem MB-Server eingetragen werden. Laufen Client und Server auf dem gleichen Rechner, dann reicht hier die Angabe „localhost“.

SRCP gewidmet. Mir ist es damals problemlos gelungen, auf einem Odroid (das ist ein ähnliches Gerät wie der beliebte Kleincomputer Raspberry Pi) ein SRCP-System aufzusetzen. Die direkte Signalerzeugung ist mir damals auch mittels eines USB-Adapters und einer Motor-Treiberplatine geglückt. Insgesamt war ich angenehm überrascht, dass es SRCP noch gibt und von einigen Freiwilligen gepflegt und weiterentwickelt wird.



Die Treiber-Installation war erfolgreich. Bei Windows 10 muss man sich in den wenigsten Fällen Gedanken über die richtigen USB-Treiber machen. Sie werden automatisch installiert.

## LINKS

[1] <http://srcpd.sourceforge.net/srcp/srcp-082.pdf>



```
C:\Users\hherh>ipconfig

Windows-IP-Konfiguration

Drahtlos-LAN-Adapter LAN-Verbindung* 2:

    Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
Drahtlos-LAN-Adapter Wifi:

    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
    Verbindungslokale IPv6-Adresse . . : fe80::34e0:a7f3:783b:2bc1%12
    IPv4-Adresse . . . . . : 192.168.0.103
    Subnetzmaske . . . . . : 255.255.255.0
    Standardgateway . . . . . : 192.168.0.1

Ethernet-Adapter Bluetooth-Netzwerkverbindung:
```

Bestimmung der IP-Adresse auf dem Rechner mit dem MBServer: In der Kommandozeile gibt man einfach ipconfig ein. Dieser Rechner hat die IP-Adresse 192.168.0.103

```
heikoh@HHerDebE330:~$ telnet 192.168.0.103 4303
Trying 192.168.0.103...
Connected to 192.168.0.103.
Escape character is '^J'.
MBS5 ModellBahnServer DCC 1.5.6.11; SRCP 0.8.2;
set connectionmode srcp info
0000006036.046 202 OK CONNECTIONMODE
go
0000006131.687 200 OK GO 1
0000006131.687 100 INFO 1 POWER ON
0000006147.703 100 INFO 8 FB 1 0
0000006162.343 100 INFO 8 FB 1 1
0000006207.015 100 INFO 1 GL 13 1 0 28 1 0 0 0 0
0000006223.359 100 INFO 1 GL 3 1 0 126 1 0 0 0 0
0000006278.062 100 INFO 1 GL 3 1 0 126 0 0 0 0 0
0000006280.312 100 INFO 1 GL 3 1 0 126 1 0 0 0 0
0000006310.187 100 INFO 1 GL 3 1 0 126 0
0000006326.625 100 INFO 1 GL 3 1 6 126 1
0000006372.921 100 INFO 1 GL 3 0 0 126 1
0000006416.312 100 INFO 1 GL 3 1 0 126
0000006462.078 100 INFO 1 GL 3 0 0 126 1 1 1 1 1 1
0000006497.625 100 INFO 1 GL 3 0 0 126 0
```

## USB-SRCP-SERVER

Zurück zum Convenience Food: Vor einiger Zeit landete eine kleines Alu-Gehäuse mit dem Aufdruck USB-SRCP-Server auf meinem Tisch. Die Freude war groß: SRCP benutzen können und nicht mehr löten, basteln und kryptische Libraries installieren müssen. Die Installation war ganz einfach: Der USB-SRCP-Server wird mit dem mitgelieferten USB-Kabel an den PC angeschlossen. Windows 10 sucht sich dann schnell selbst ein paar Treiber. An die beiden rechten Klemmen der vierpoligen Klemmleiste der Zentrale wird eine Spannungsversorgung von 12 bis 18 V angeschlossen. An die beiden linken Klemmen kommt der Gleisanschluss. Von der Homepage von JSS-Elektronik muss man jetzt nur noch die Software MBServer herunterladen und installieren und schon kann es losgehen. (Zur Installation des MBServers sollte man in der gepackten Zip-Datei auf setup.exe klicken. Ein vorheriges Entpacken hat bei mir zu Problemen geführt...)

In den Einstellungen des MBServers hat man die Wahl zwischen DCC und

MM als Gleisprotokoll. Ich habe mich für DCC entschieden. Außerdem kann man dort einstellen, wie viele s88-Module angeschlossen sind. Das war es dann auch schon, die anderen Einstellungen kann man erst einmal so belassen, wie sie voreingestellt sind. Der MBServer bietet zusätzlich ein rudimentäres Hauptgleis-Programmier-Programm an. Der USB-SRCP-Server bringt leider keinen Programmiergleis-Anschluss mit, so ist man auf diese Hauptgleisprogrammierung angewiesen.

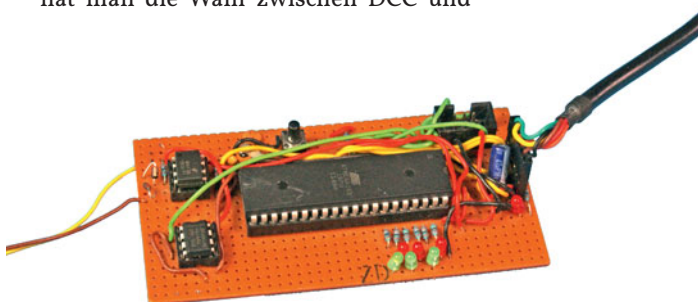
## BELIEBIG VIELE CLIENTS

Mit dem MBServer können sich nahezu beliebig viele SRCP-Clients verbinden. Einen Client braucht man auch, um nun wirklich Züge fahren zu können und Weichen zu schalten. JSS-Elektronik arbeitet bei der Software mit Reimar Barnstorf zusammen. Auf dessen Homepage 7soft.de gibt es den

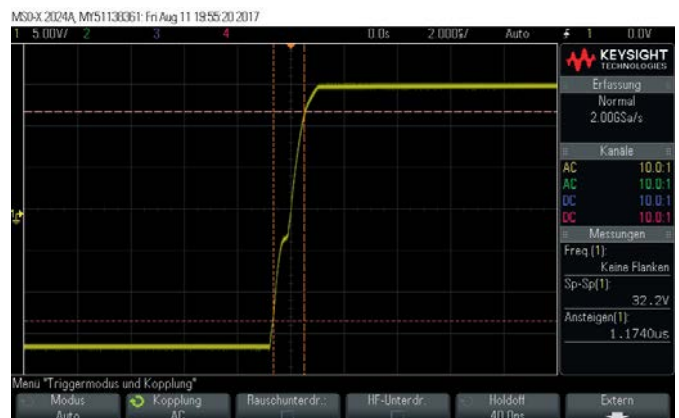
passenden Client für den USB-SRCP-Server zum Download: MBSCClient. Download und Installation sind problemlos verlaufen. Die Software kommt in einer DEMO-Version daher und lässt sich 30 Tage testen. Danach ist die Investition von knapp 30,00 Euro in eine Vollversion nötig.

Wer bereits mit Märklins Zentralen CS2 und CS3 gearbeitet hat, der wird für den MBSCClient keine lange Anleitung benötigen. Zunächst muss man in den Einstellungen den SRCP-Server wählen und dann kann man in der Lokdatenbank und in der Keyboard-Datenbank seine Loks und Weichen anlegen. Hier muss man immer darauf achten, das richtige Protokoll auszuwählen, in meinen Fall war das DCC.

Ich habe sowohl SRCP-Server als auch den MBSCClient auf einem Windows-10 Tablet installiert. Damit kann ich dann auch die auf Touchbedienung optimierte Oberfläche des MBSCClient



Lochraster-Aufbau eines DCC-Sniffers nach dem Schaltplan von Wolfgang Kufer. Die USB-Anbindung auf der rechten Seite übernimmt ein sogenanntes FTDI-Kabel.



Ein kurzer Blick mit dem Oszilloskop auf das Ausgangssignal des SRCP-Servers: Das Signal sieht ziemlich gut aus und hält die von NMRA und RailCommunity geforderten Werte ein.



Wer mag, der kann sich die Infos des SRCP-Servers auch auf der Kommandozeile ansehen. Dazu muss man nur eine Telnet-Verbindung zum SRCP-Server aufbauen. Die Kommandos sind schon fast selbsterklärend: FB steht für Feedback, GL für Generic Loco. Im Bild ist der Rückmelder mit der Adresse 1 am S88-Anschluss des USB-SRCP-Servers einmal belegt und einmal frei. Bei der Lok mit Adresse 3 werden vor allem Funktionen ein- und ausgeschaltet.



Zur Steuerung bietet sich die Software MBSCient an. Wer die Software auf einem Windows-10-Tablet laufen lässt, der bekommt eine nicht ganz unbekannte Bedienoberfläche geboten.



Das SpDrS60-Projekt zur Steuerung der Modellbahn mit einer authentischen Oberfläche.

genauso benutzen wie bei einer modernen Märklin-Zentrale. Meine Freude war groß, als die erste Lok bei mir auf dem Testgleis ein paar Zentimeter zurückgelegt hatte.

Ich habe dann natürlich noch weitere SRCP-Clients ausprobiert. WinDigipet und RocRail gehören zu den bekannteren Programmen, die auch SRCP unterstützen. Das plattformunabhängige Java-Programm JMRI unterstützt es ebenso, allerdings nicht in der vom MBServer verwendeten Version 0.8.2. Mit der ist dort leider keine Verbindung möglich. Mit etwas Mühe ist mir die Installation des SRCP-Clients spdrs60 auf einem Debian-System

geglückt. Wer bereit ist, hier etwas Zeit und Nerven zu investieren, der wird mit einem kostenlosen und vorbildgerechten Spurplan-60-Stellpult belohnt.

Natürlich gibt es auch eine Android-App für SRCP: Den Android SRCP-Client von Michael Blank. Das Programm ist zwar etwas betagt, aber auf meinem Android-7.0-Handy lief es und ich konnte auch mit USB-SRCP-Server Loks steuern.

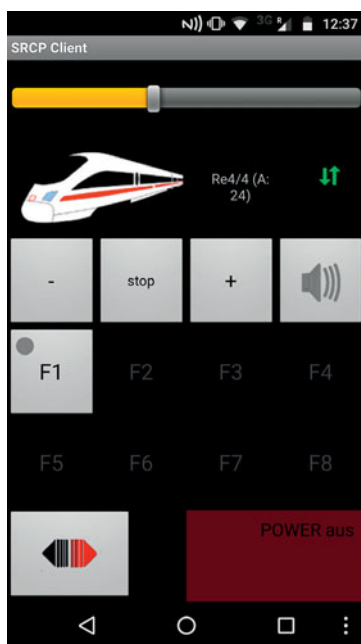
Natürlich habe ich mir auch die Technik der Zentrale angesehen. Im Innern der kleinen Alukiste werkeln zwei ATmega8-Prozessoren. Für die USB-Anbindung ist ein FTDI-Chip vorhanden. Die Ausgangsspannung der integrierten Endstufe hängt von der Eingangsspannung ab, ist also unregelmäßig. Bei etwa 12 V Eingangsspannung habe ich am Gleis Ausgang eine Spannung von ca. 9 – 10 V gemessen. JSS-Elektronik hat als Zielgruppe für die Zentrale vor allem die kleinen Baugrößen und ganz besonders die Z-Spur im Visier. Dazu passt diese vergleichsweise geringe

Ausgangsspannung sehr gut. Maximal 2 A kann der Gleis Ausgang liefern. Das sollte in Spur N für drei bis fünf gleichzeitig fahrende Loks reichen.

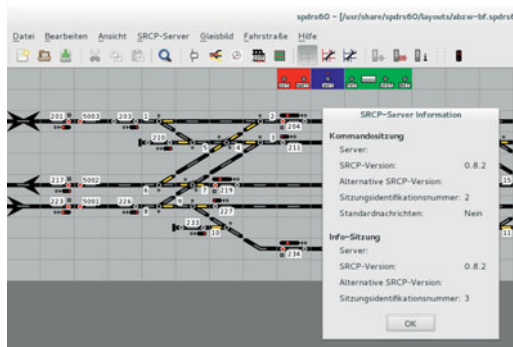
Im DCC-Modus werden 14 Preamble-Bits erzeugt. Das reicht nicht ganz für die Einhaltung der RCN-211, hier sind 17 Bits gefordert. So lange man kein RailCom nutzt, sollte dies aber keine Probleme ergeben. Das unterstützte SRCP-Protokoll hat die Version 0.8.2. Details dazu kann man im Internet bei Sourceforge [1] nachlesen.

Wer keine großen Ansprüche an die Zentrale stellt und seine Fahrzeuge und Bahnhöfe über ein Netzwerk steuern will, der sollte über den USB-SRCP-Server von JSS nachdenken. Durch die kleine Endstufe ist das Gerät natürlich insbesondere für Z- und N-Bahner interessant.

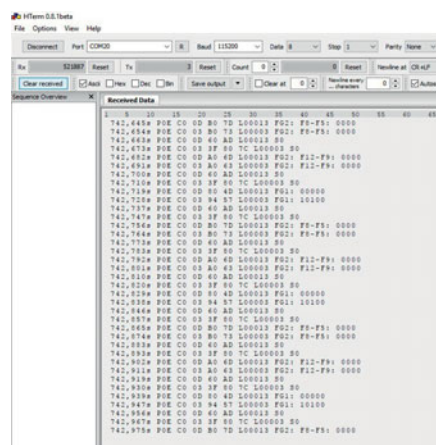
Heiko Herholz



Android-App SRCP-Client von Michael Blank



SpDrS60 zeigt auch ein paar Infos zur SRCP-Verbindung an. Der MBServer unterstützt nur die SRCP-Version 0.8.2. Das ist zwar nicht mehr die ganz neueste Version, alle normalerweise nötigen Funktionen sind aber enthalten.



Das Terminal-Programm HTerm zeigt die mit dem Kufer-Sniffer erkannten DCC-Messages fast im Klartext an.



## PIKO Messwagen in H0

# PRÄZISE MESSEN

Piko zeigte auf der Spielwarenmesse in Nürnberg das Vorabmodell eines Messwagens, der nun in die Auslieferung gekommen ist. Die Liste der Möglichkeiten ist beeindruckend und einem Modellbahner fallen sofort verschiedene Einsatzszenarien ein. Wir wollten wissen, wie verlässlich die gemessenen Daten sind und wie gut die Bedienung des Messwagens funktioniert.

**P**iko steht noch am Beginn der Auslieferung des Messwagens. Daher stand uns die angekündigte „große“ Messsoftware „Analyst“ für den PC noch nicht zur Verfügung. Greifbar waren hingegen die Android-App und das Config-Tool für den PC.

Die Sensoren des Messwagens erfassen folgende Informationen:

- Radumdrehung
- Lage im Raum in Längs- und Querrichtung
- Versorgungswechselspannung
- DCC-Befehle zu wählbarer Decoderadresse

Hieraus errechnet der Wagenprozessor folgende Informationen, die dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden:

- Wegstrecke
- Geschwindigkeit
- Steigung in %
- Querneigung in %
- Digitalspannung am Gleis
- aktuelle Fahrstufe der gewählten Decoderadresse

Die Messbereiche von Strecke und Geschwindigkeit lassen sich vielfältig in metrischen und auch in auf „feet“ und „miles“ basierenden angloamerikanischen System einstellen.

## APP PER WLAN

Die gewonnenen Informationen übermittelt der Wagen derzeit auf zwei Wegen. Neben der Darstellung auf dem grafischen Display in der Wagenseite ist dies der Weg über die Anzeige der Smartphone/Tablet-App. Wenn die Software „Analyst“ verfügbar ist, kommt der PC-Bildschirm hinzu. Zur Nutzung des internen Displays sind naturgemäß keine Vorbereitungen nötig.

Anders bei der App: Hier muss erst ein Android-Smartphone oder Tablet mit der Piko-App versorgt werden. Allerdings wird diese nicht im App-Store (Google Play) vorgehalten. Stattdessen muss man die APK-Datei von der Piko-Internetseite herunterladen und

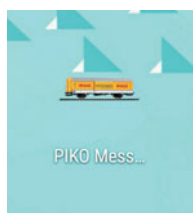
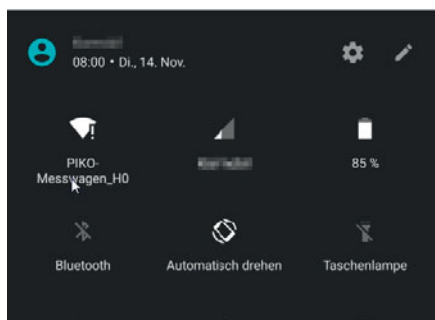
manuell auf seinem Android-Gerät installieren. Hierzu wählt man zuerst in den Einstellungen seines Geräts unter Sicherheit/Unbekannte Herkunft „Installation von Apps aus unbekannten Quellen zulassen“. Ist die Piko-App dann auf dem Gerät installiert, bitte nicht vergessen, das Android-Sicherheitsfeature betreffs der Apps aus unbekannten Quellen wieder zu aktivieren! Eine vergleichbare App für iPhones/iPads gibt es (noch) nicht.

Bevor die App konkrete Messwerte vom Wagen zeigen kann, muss eine Funkverbindung hergestellt werden. Dies geschieht, indem der Wagen zum WLAN-Hotspot wird. Wählt man am Smartphone das Netz „PIKO-Messwagen\_H0“ und ruft die Piko-App auf, zeigt diese kurz darauf die aktuellen Messwerte. Auch die Bedienung des Wagens per App funktioniert nun problemlos. Das im Wagen eingesetzte WLAN-Modul ist recht leistungsfähig. Die Verbindung blieb von einem zum anderen Stockwerk hin konstant; horizontal führten auch 10 m Abstand mit dazwischenliegender Wand nicht zu einem sichtbaren Nachlassen der Empfangsstärke auf Smartphone-Seite. Für die Abdeckung einer Heimanlage sollte diese Leistung ausreichen.

## INSTALLATION

Das „PIKO Messwagen ConfigTool“ dient nicht der Anzeige von Messwerten, sondern, wie der Name sagt, der Einstellung und Konfiguration. Die PC-Software wird von der Piko-Seite heruntergeladen. Wie jede andere Datei aus dem Internet macht auch diese das Windows-Sicherheitssystem misstrauisch. Ob und wie sich welcher Virens Scanner meldet, hängt von der individuellen Situation vor Ort ab. Bei Windows 10 greift der standardmäßig aktive Defender SmartScreen kräftig ein und unterbindet erst einmal die Ausführung des Programms. Erst ein Klick auf „Trotzdem ausführen“ frei. Hat man diesen gedrückt, wird das Programm ausgeführt. Auch frühere Windows-Versionen bremsen den Tatendrang erst einmal: Piko hat der Datei keine Signatur mitgegeben, sodass hier zunächst eine Sicherheitswarnung aufplopppt. Erst ein Klick auf „Ausführen“ überwindet diese





Der Wagen bietet sich als WLAN-Hotspot an. Wählt man diese Verbindung, kann die Messwagen-App Daten vom Wagen abrufen.



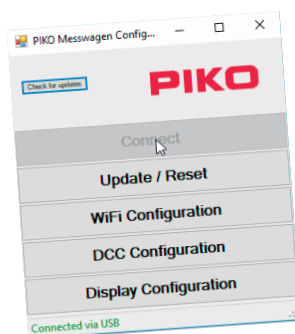
Der Wegeaufnehmer basiert auf einer Reflexlichtschranke, die von den wechselnden Farbflächen auf der Radinnenseite getriggert werden.



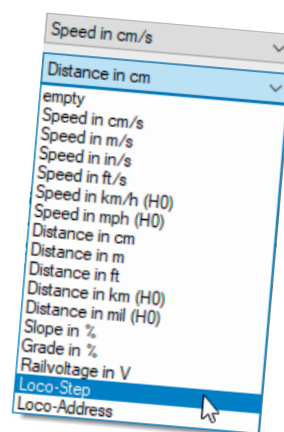
Ein präzises Messergebnis: Eine Steigung von genau 3 cm auf 1 m Strecke wird mit 3,0 % korrekt angezeigt.



Schließt man den Wagen per USB an, kann man per ConfigTool verschiedene Voreinstellungen vornehmen.



Das ConfigTool bietet alle nötigen Einstellungsmöglichkeiten.



Die Messbereiche lassen sich in vielfältiger Weise einstellen.

Hürde. Läuft die Software, fällt ihre unzureichende Lokalisierung auf: alles in Englisch. Die Verbindung zum Wagen wird per USB-Kabel hergestellt.

Die Bedienung des ConfigTools ist selbsterklärend. Vom Check auf eine neue Programmversion über die Einstellung der WLAN-Hotspot-Parameter bis hin zur Auswahl, was man auf dem Wagensdisplay sieht, und wenn, wie groß, können hier alle denkbaren Einstellungen erfolgen. Nach ein wenig Probieren kommt man zum Schluss, dass die Piko-Ingenieure bei den Werkseinstellungen einen guten Job gemacht haben und eigentlich keine Änderungen nötig sind.

## TESTMESSUNG

Im Normalfall schaltet sich der Messwagen ein, wenn er auf ein Gleis mit digitaler Spannung gestellt wird. Ab diesem Moment wird auch der eingebaute Akku geladen. (Das geschieht auch, wenn der Wagen per USB angeschlossen ist.) Verbindet man nun sein Smartphone/Tablet mit dem Wagen-WLAN, kann man die Messwerte auch hier ablesen. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, die Anzeige des Wagen-Displays „seitenweise“ umzuschalten, sodass man dort nacheinander alle erfassten Werte ablesen kann.

Im direkten Vergleich mit anderen Messmöglichkeiten zeigen sich die Ergebnisse des Wagens als sehr genau. Es empfiehlt sich, die Messsensoren vor Beginn einer Messsitzung zu kalibrieren. Danach zeigt der Wagen bei einer exakt aufgebauten 30-mm-Steigung über eine 100-cm-Strecke die erwarteten 3,0 % an. Diese Genauigkeit nimmt mit zweistelligen Werten immer mehr ab. Ein auf einer 45°-Rampe stehender Wagen zeigt nicht 100 %. Für die Anlagenpraxis spielt dies jedoch keine Rolle.

Die Messwertaufbereitung und -darstellung ist gut gelungen: Es gibt kein

unnötiges „Zappeln“ der Werte und trotzdem hat man das Gefühl, der Wagen reagiert zügig auf Veränderungen der äußeren Größen. Somit ist er gut für die dynamische Erfassung per Einsatzfahrt gerüstet.

Auch ohne App ist der Wagen einsetzbar. Allerdings ist die Bedienung mit den eingebauten Tasterchen nur eine Notlösung. In jedem Fall muss der Wagen vom Gleis genommen werden, um die kleinen Druckflächen sicher zu betätigen. Auch erscheint die Reaktion auf einen Tastendruck verzögert, es fehlt ein sofortiges Feedback. Beim Ausschalten muss man eine Taste viel zu lange halten, bis das System den Willen des Anwenders erkannt hat. Hier wünscht man sich einen ganz normalen Schiebeschalter mit den Stellungen „an“ und „aus“. Der Hersteller merkt hierzu an, der Power-Taster sei eher für den Notfall gedacht. Prinzipiell schaltet sich der Wagen nach kurzer Zeit selbst aus.

## EINSATZSZENARIEN

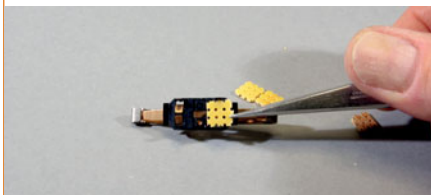
Der Wagen ist für die verschiedensten Untersuchungen gut vorbereitet. So gelingt mit ihm das Finden von elektrischen Schwachstellen auf dem Gleisnetz. Sicher macht ein Spannungsunterschied von 0,1 oder 0,2 V nicht viel aus, solche Schwankungen ergeben sich allein schon aus dem veränderlichen Rad-Schiene-Kontakt. Werden es aber mehr als ein halbes Volt, stimmt etwas nicht. Vielleicht erfolgt die Einspeisung zu selten, vielleicht sind Schienenverbinder oder sonstige Kontakte korrodiert, vielleicht hakt aber auch die Elektronik.

Blieben manche Loks gerne in manchen Steigungsabschnitten hängen, schafft der Wagen Klarheit, ob die Trassierung nicht vielleicht doch etwas steil ausgefallen ist. Umgekehrt sollten natürlich Abstellbereiche in



## EIN SCHLEIFER FÜR DEN MESSWAGEN

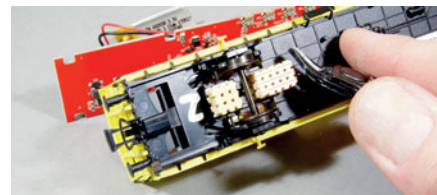
Eine Messwagen- Variante mit Mittelschleifer gibt es bei Piko nicht. Auf Nachfrage sagte man uns, der Wagen funktioniere ja auch so sehr gut auf Mittelleiterschienen. Das stimmt, aber nur für die Entfernungs- und Geschwindigkeitsmessung sowie die Neigungssensoren. Weder das automatische Einschalten noch das Akkuladen, weder die Gleisspannungsmessung noch die Fahrstufenanzeige funktionieren – und das sind durchaus wesentliche Möglichkeiten, die man nicht missen möchte. Zur Abhilfe haben wir einen Messwagen – reversibel – mit einem Schleifer versehen – siehe Bilderfolge. Achtung! Mit dem Umbau erlischt die Piko-Gewährleistung!



Zum Einsatz kommt ein Mittelschleifer, wie er von Märklin im Sechserpack als Ersatzteil unter der Nummer E206370 angeboten wird. Zwischen die Haltenasen des Schleifers passen Stückchen von einer Lochrasterplatine in der gezeigten Weise recht stramm hinein.



Mehrere Platinenstückchen werden zu zwei kleinen Blöcken zusammengeklebt. Einer der Blöcke erhält auf einer Seite ein längeres Platinenstück, bei dem zusätzlich die Kupferseite nach unten genommen wurde.



Die Blöcke werden dicht neben eine der Achsen geklebt. Vorher wurden das Gestänge vom Boden des Wagens abgezogen sowie die Bremsbackenquerverbinder herausgeknippt.



Hier sieht man, wie die innen umgebogenen Laschen der Bronzefeder Kontakt auf den Leiterbahnen des Platinenstückchens finden.



Ist das Kabel angelötet, benötigt man ein Loch im Wagenboden, um es ins Wageninnere führen zu können. Vorher das Dach entfernen und die rote Platine innen ausbauen!



Hat man die Bohrung richtig platziert, landet man in einer vorhandenen Öffnung. Das durchgezogene Kabel wird auch durch die Platine gefädelt.



Der Wagen hat eine Allrad-Stromabnahme, bei der je Achse zwei Kabel nach oben geführt und jeweils auf einem eigenen Pad festgelötet sind. Hier muss man sich für eine Seite entscheiden und das zweite Kabel zum ersten dazulöten.



Am nun freien Pad wird das Schleiferkabel angelötet und auch eine Verbindung zur zweiten Achse. Nach einem ersten Test wird die Platine wieder eingebaut und das Dach verschlossen.



Nur einseitig mit den Rädern auf dem Gleis, dafür aber mit dem Schleifer auf den Pukos: Der Wagen kann nun alle seine Stärken auch auf Mittelleiterschienen ausspielen.

Schatten- und auch durchgestalteten Bahnhöfen waagerecht sein. Das lässt sich zwar mit einer Wasserwaage ganz gut feststellen, mit dem Wagen erfolgt die Prüfung aber leichter bis in den hintersten Winkel. Beim Neubau von Modellbahnanlagen zeigt Pikos Wagen, ob Planungstheorie und Baupraxis zusammenpassen, sowohl elektrisch als auch mechanisch. Gerade hier kann er zum unentbehrlichen Begleiter werden, so wie es Winkelmaß und Meterstab schon sind. Für Digitalfahrer sind

die Fahrstufen- und Geschwindigkeitsanzeigen interessant. Mit der Kombination der Werte kann man aktuelle Decodereinstellungen einschätzen und sich Stück für Stück an bestmögliche

Kennlinien für ein Triebfahrzeug heranarbeiten. Dies gelingt per POM (programming on main) natürlich am besten.

Tobias Pütz

### PREISE

55050	H0 Expert plus Messwagen	159,99 €
55051	Software „Analyst“ (ab Qu. 1/18)	19,99 €

<http://www.piko.de/DE/index.php/de/news/867-h0-expert-plus-messwagen-55050.html>



## Schritt für Schritt zur Traumanlage



### Ihr kosmetisches Jahresprogramm

Der Wochenend-Modellbahner ist wieder da! Horst Meier liefert, wie in einem Wochenplaner für Modellbahner, 52 neue Anregungen für Wochenend-Basteleien – eine Einjahres-Kur, mit der Ihre Anlage jede Woche interessanter und raffinierter wird. Der Themenbogen deckt alle Bereiche der Anlagengestaltung ab – seien es nun Fahrzeuge oder Gebäude, Landschaft, Figuren und viele andere Details auf der Modellbahn. Die kleinen Bastelprojekte entstehen Schritt für Schritt, ohne großen zeitlichen und finanziellen Aufwand, quasi am Küchentisch. Ein kosmetisches Jahresprogramm, das mit wenig Arbeit viel Mehrwert erzeugt!

**116 Seiten im DIN-A4-Format,  
Klammerbindung, über 280 Abbildungen**

**Best.-Nr. 15086002 | € 12,-**



### MEB-Spezial 23: Am Schienenstrang

Im neuen MEB-Spezial 23 zeigen wir die Besonderheiten links und rechts der Gleise, die es ermöglichen, Szenen einzuordnen in Regionen und Zeiträume. In Werkstatt-Beiträgen erfahren Sie, wie man auf der heimischen Modellbahn Emotionen schafft.

**92 Seiten im Großformat 22,5 x 30,0 cm, Klebebindung, über 150 Abbildungen, mit DVD „Dampfdreh-scheibe Lobenstein“**

**Best.-Nr. 941701 | € 12,50**

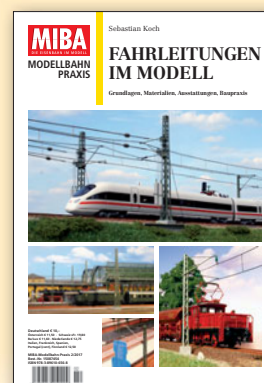


### Auf dem Lande

Ländliche Szenen sind ein immer wiederkehrendes Thema beim Anlagenbau. Wie sie gestaltet werden, zeigt Thomas Maurer in der neuesten EJ-Sonderausgabe. Die Themenspanne reicht dabei von Bauernhöfen, Ställen und Schuppen über Trafo- und Backhäuser bis hin zu Gärten und Feldern, Bäumen und Bachläufen. Eigene Kapitel befassen sich mit ländlichem Zubehör und Ausstattungsdetails.

**100 Seiten im DIN-A4-Format, Klebebindung, über 250 Abbildungen**

**Best.-Nr. 681704 | € 15,-**



### Fahrleitungen im Modell

In diesem MIBA-Praxisband zeigt Sebastian Koch, wie man Fahrleitungsanlagen einfach ins Modell umsetzt. Die Systematik und Bauformen von Oberleitungsanlagen werden hier genauso erläutert wie Ausstattungen und Funktionsweise. Der Autor stellt die unterschiedlichen Systeme im Modell vor und gibt nützliche Tipps für den Aufbau.

**84 Seiten im DIN-A4-Format, Klammerheftung, über 250 Abbildungen**

**Best.-Nr. 15087454 | € 10,-**



*MD-Electronics fertigt seine Gehäuse in einem preiswerten 3D-Druckverfahren. Funktional muss es sein, der letzte Zehntelmillimeter Präzision spielt hingegen an dieser Stelle keine Rolle.*

### mXion Kehrschleifenmodul KSM von MD Electronics

# HOCHSTROMIG

Marius Dege aus Paderborn bietet mit seiner Firma MD Electronics unter dem Markennamen mXion elektronisches Zubehör für Gartenbahnen an. Zu seiner Produktlinie gehören verschiedene Funktionsdecoder für digitale Anlagen. MD Electronics hat eine offizielle NMRA Firmenidentifikationsnummer und stellt seine Produkte kompatibel zum weit verbreiteten DCC Protokoll her. Dadurch lassen sich die mXion Decoder an viele vorhandene Digitalzentralen unterschiedlicher Hersteller betreiben.

**S**eine Herkunft als Gartenbahner kann Marius Dege, Inhaber von MD Electronics, nicht verleugnen. Dies spiegelt sich in seinen Produkten wieder, die häufig so ausgelegt sind, dass sie auch die hohen Ströme der Gartenbahner vertragen. Dazu gehört ebenso das neue Kehrschleifenmodul mXion-KSM. Das KSM ermöglicht es, Kehrschleifen im DCC-Betrieb zu errichten. Dabei kann das Modul mit Stromstärken bis zu 15 A betrieben werden. Das reicht sowohl für Gartenbahner als auch für sehr große Modellbahnanlagen der kleineren Spuren (wobei hier eine Versorgung mit mehreren kleineren Einheiten zu bevorzugen wäre).

Das Gehäuse des mXion KSM wird im 3D-Druck gefertigt und ist funktionell aufgebaut. Da es nur die Elektronik schützen muss und in der Regel sowieso in der Anlage versteckt wird, verwendet MD Electronics hier eine grobe Rasterstufe. Allerdings ist das Gehäuse nicht wetterfest, sodass es im Außenbetrieb entsprechend geschützt werden muss. Das Modul braucht zur Kommunikation mit der Außenwelt

nur vier stabile Schraubklemmen. Zwei Klemmen werden mit dem Hauptgleis verbunden, die beiden anderen kommen an das innere Gleis der Kehrschleife.

Das Kehrschleifenmodul mXion KSM kommt ohne Sensorgleise aus. MD Electronics wirbt mit dem Hinweis, das Modul arbeite kurzschlussfrei. Die Funktion beschreibt MD Electronics so: „Der interne Mikroprozessor des Moduls überwacht dauerhaft seinen Ausgang. Rollt die erste Achse eines Zugs über die Eingangstrennstelle, schaltet der Mikroprozessor innerhalb von 1000stel Millisekunde auf die richtige Polarität um.“ Es ist in der Tat vorstellbar, dass ein  $\mu\text{C}$  in 1  $\mu\text{s}$  umschaltet. Die Relais, die eingebaut sind, haben jedoch Schaltzeiten im Bereich von mehreren Millisekunden, Zeiten, in denen erhebliche Fehlströme entstehen können.

Im Gespräch erläutert Marius Dege dazu, dass es sich dabei aus seiner Sicht trotzdem nicht um einen Kurzschluss handle, sondern nur um eine Lasterhöhung, sofern die Zentrale mehr Strom zur Verfügung stellen könne als im KSM



eingestellt sei. Nur wenn die Zentrale den erhöhten Strom nicht zur Verfügung stelle, so Marius Dege, würde er dies als Kurzschluss werten.

## EINSTELLUNGSSACHE

Die Konfiguration des Moduls erfolgt über die CV-Programmierung. Neben dem normalen Lesen oder Schreiben von CVs kann das mXion KSM auch bitweise oder über das Register programmiert werden. Beim mXion KSM lassen sich der Erkennungsstrom, die Erkennungsrate und die Samplebreite per CV-Programmierung einstellen. Benötigt eine Lokomotive in der Kehrschleife mehr als 3,5 A, muss die Werkseinstellung des Erkennungsstroms angepasst werden (die Schaltschwelle ist ab Werk auf 3,5 A eingestellt).

Auf Nachfrage der DiMo erklärte Marius Dege, dass die Erkennungsrate immer auf 0 eingestellt sein muss. Da die Samplebreite abhängig von der Geschwindigkeit der Kurzschlusserkennung der jeweiligen Digitalzentrale sei, ließe sich hierzu keine allgemeingültige Aussage treffen. „In der Regel muss dieser Wert nicht geändert werden.“ hieß es. Und weiter: „Falls doch, wird der Wert meistens verringert.“

Durch die Anpassung des Umschalt- bzw. Erkennungsstroms wird nach Aussage von der Marius Dege die Anpassung der Samplebreite nicht nötig. Jedoch muss unter Umständen die Kurzschlussreaktionszeit der Zentrale angepasst werden. Daher funktioniert das mXion KSM nur gut und sicher mit Digitalzentralen, die eine softwareseitige

Kurzschlusserkennung besitzen. Das ist bei vielen modernen Zentralen der Fall. Das mXion KSM Kehrschleifenmodul ist für alle Modellbahner interessant, die einen hohen Strom in ihrer Kehrschleife benötigen. Wie oben beschrieben, müssen aber ab 3,5 A die Werkseinstellungen umprogrammiert werden. Da wäre es schön, wenn das auf der Homepage kostenlos verfügbare Handbuch des KSM Moduls genauere Angaben machen würde, welche Werte bei hohen Stromstärken wo eingetragen werden sollten.

Am Ende bleibt beim mXion KSM die Frage „Kurzschluss oder Lasterhöhung“? Jeder, der seinen Booster mit einer Stromreserve ausgestattet hat, kann sich überlegen, ob er auf ein Kehrschleifenmodul mit einem schnellen Mikroprozessor wie dem mXion KSM setzen möchte. Dies vereinfacht den Verkabelungsaufwand enorm. Andernfalls muss er auf eine Kehrschleife mit Sensorgleisen ausweichen.

Auf seiner Homepage hat MD Electronics mittlerweile einen Hinweis zum Vertrieb eingebaut. Man kann Bestellungen entweder per E-Mail direkt an MD Electronics schicken oder den neuen eBay-Shop von Marius Dege nutzen.

Thorsten Bresges

### PREISE

mXion KSM Kehrschleifenmodul www.md-electronics.de	40,00 €
---	---------



**Bremsmodule für**

- Märklin digital
- Märklin mfx
- DCC

» Einfach anzuschließen  
» Mit vielen Signalen kombinierbar

Mehr Infos unter [www.bogobit.de/dimo](http://www.bogobit.de/dimo) • E-Mail: [anfrage@bogobit.de](mailto:anfrage@bogobit.de)  
bogobit - Siegfried Grob - Burgstr. 8 - 89192 Rammingen - Tel. 07345-2381685

Signal rot

hier soll der Zug halten

Sanftes Abbremsen

in Gegenrichtung durchfahren



WinTrack Version 13.0 - Die Software für die 2D- und 3D-Planung

[www.WINTRACK.de](http://www.WINTRACK.de)

Neue Version



**S**  
**MODELL**  
[WWW.SD-MODELL.DE](http://WWW.SD-MODELL.DE)

SPUR N



**SPUR N**  
SD-Digitalkupplung 1601  
für Kupplungsaufnahme  
NEM 355 und NEM 358 sowie  
Kupplungskopf NEM 356

SPUR TT



**SPUR TT**  
SD-Digitalkupplung 1501  
für Kupplungsaufnahme nach  
NEM 358 und Kupplungen  
nach NEM 359



## Anlagen- und Netzverkabelung beim FREMO

# HERAUSFORDERUNG STROMFÜHRUNG

Das Thema Anlagenverkabelung betrifft Modulanlagen in gleicher Weise wie alle anderen Modellbahnanlagen. Modulanlagen sind Anlagen, die für einen begrenzten Zeitraum aus einzelnen Teilen mit genormten Übergangskonturen zusammengesetzt werden. Damit solche Aufbauten betriebssicher gelingen, muss die Verkabelung verschiedene Dinge leisten: Sie muss robust, dabei einfach auf- und abzubauen und verwechselungssicher sein. Sie muss darüberhinaus für einen Modellbahner für jedes einzelne seiner Module leicht nachzubauen sein.

In den 1980er-Jahren war mein Stamm-Modellbahnhändler ein Radio- und Fernsehändler. Heutzutage kaum vorstellbar, aber das war damals eine oft anzutreffende Kombination aus Unterhaltungselektronik und Modellbahn.

Die Eigentümer solcher Läden waren damals auch sehr oft noch gelernte Nachrichtentechniker und konnten nicht nur Radios und Fernseher reparieren, sondern auch den Modellbahnern hilfreiche Tipps für die Anlagenverkabelung geben. Als junger Schüler bin ich oft zu diesem Laden gelaufen, manchmal um die neue MIBA zu kaufen und manchmal auch einfach nur, um mir die Nase an den Schaufensterscheiben platt zu drücken. 1985 war es dann soweit, die Nase wurde noch plat-

ter: Im Schaufenster stand der Schneewittchensarg, so der Spitzname der von Märklin zur Einführung des Digitalsystems an viele Händler verkauften Vorführanlage.

### MÄRKLINS VERSPRECHEN: NUR ZWEI KABEL!

Eine unabhängige Mehrzugsteuerung, bei der nur „zwei Drähte“ benötigt werden, war „einfach geil“. Leider für mich damals jedoch unbezahlbar. Außerdem war ich N-Bahner.

Der FREMO ist ähnlich alt wie Märklins Digitalbahn. Es dauerte jedoch noch fast eineinhalb Jahrzehnte, bis beim FREMO digital gefahren wurde. Das lag nicht zuletzt auch daran, dass eine für alle Teilnehmer an einem Tref-

fen geeignete Absprache über Datenformate und Kabelverbindungen zu treffen war. Das brauchte Zeit und Erfahrungen mit der neuen Technik (siehe hierzu den Beitrag von Armin Mühl auf Seite 34 „20 Jahre DCC“)

Hier soll es nun um die Kabeltechnik gehen, mit der beim FREMO immer wieder zig Module der verschiedensten Teilnehmer betriebssicher miteinander verbunden werden. Mit nur „zwei Drähten“ zum Gleis, genau das machen wir im FREMO tatsächlich. Dies ergibt sich aus dem Grundprinzip, das alle FREMO-Gruppierungen verfolgen: Die Trennung von Fahren und Schalten.

Zentral aufgebaut (und mit zwei Kabeln ans Gleis angeschlossen) wird nur das, was für den Fahrbetrieb nötig ist. Für das Schalten von Weichen und



Blick in die Halle: So sieht ein FREMO-Treffen in einer sogenannten 3-Feld-Turnhalle aus.



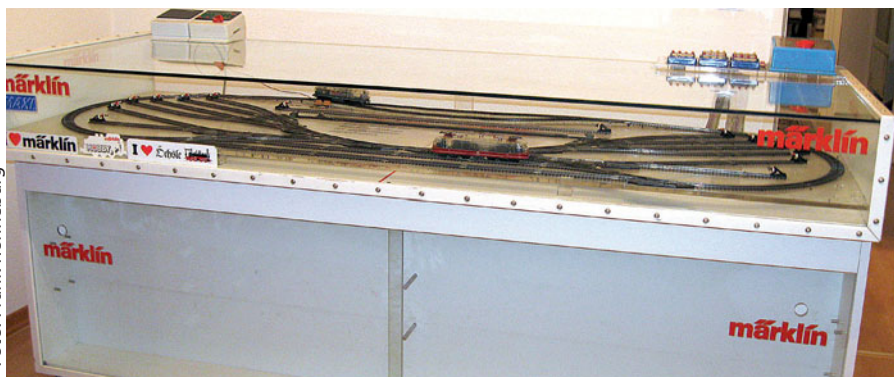
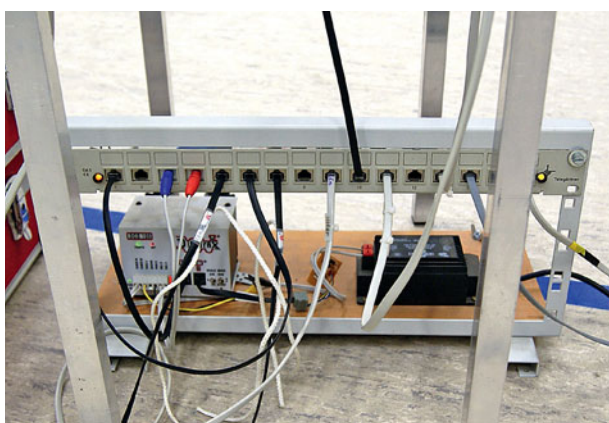


Foto: Frank Ronneburg

„Schneewittchensarg“ nannte man scherzhaft die ersten Vorführanlagen für Märklins neues Digitalsystem in den 1980ern.

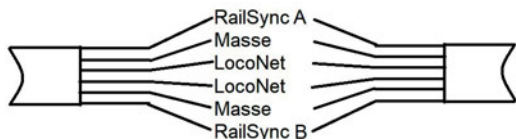


Typischer Digitalaufbau auf einem größeren FREMO-Treffen. Als DCC-Zentrale wird hier ein Digitrax-Chief verwendet. Das Patchpanel aus der EDV-Technik wurde mit ein paar Widerständen zu einem RSCLD umgebaut. Zwischen Trafo und Chief befindet sich noch eine kleine Platine: Ein LocoNet-Pullup verbessert die Signalqualität im LocoNet.

Signalen ist jeder Bahnhofsbesitzer eigenständig verantwortlich. Soll digital geschaltet werden, dann muss der Besitzer für den Bahnhof ein eigenes Digitalsystem installieren. Eine Verbindung zwischen dem System zum Fahren und dem lokalen Digitalsystem zum Schalten ist nicht zulässig. Bei Verwendung von Gleisbesetzmeldern wird eine galvanische Trennung zwischen dem Fahrstrom und der Stellwerkstechnik gefordert.

In der Realität ist es leider nicht so einfach mit zwei Kabeln getan, wie damals von Märklin behauptet. Immerhin ist die Technik inzwischen so weit entwickelt, dass es quasi keine Einschränkungen mehr bei der Anlagengröße gibt. Auf FREMO-Treffen wurden auch schon rund 1000 Meter





*Aufteilung der Adern im LocoNet-Kabel: Die Adern für LocoNet und Masse sind jeweils doppelt vorhanden. Beim RailSync ist das DCC-Signal in der zweiten Ader invertiert zur ersten Ader. Das RailSync dient zur Versorgung der Booster mit dem DCC-Signal und zur Stromversorgung der Handregler.*

Strecke in Form von Modulen zusammengesteckt und betrieben.

Grundsätzlich besteht ein FREMO-Digitalaufbau heute aus

- Digitalzentrale
- RailSync-Booster
- LocoNet-Kabeln
- LocoNet-Boxen
- DCC-Boostern
- Handreglern FRED

Werfen wir zunächst einen Blick auf den Gesamtaufbau. Wie bei einer digitalen Modellbahn üblich, steht die Digitalzentrale im Zentrum des Ganzen. Sie erzeugt die Daten für das Gleis und stellt die Verknüpfung zum Handregler-Bus her, hier also zum LocoNet.

Im FREMO wird der Zentrale ein Gerät nachgeschaltet, das zur Stromversorgung der Handregler dient. Es wird RailSync-Booster genannt. Diese beiden stehen im Zentrum des sternförmigen Netzes, das von hier mit mehreren

LocoNet-Strängen in alle Richtungen aufgespannt wird. Die verwendeten LocoNet-Kabel haben typisch 3 oder 5 m Länge. Zur Überbrückung größerer Strecken müssen mehrere solcher Kabel hintereinandergesteckt werden.

Zur Verbindung der Kabel dienen LocoNet-Boxen, kleine Kästchen mit seitlichen Buchsen für die LocoNet-Netzverkabelung und zwei weiteren Buchsen auf der Vorderseite zum Anschließen von Handreglern. Damit sie für die Mitspieler gut zugänglich sind, werden diese Boxen mit Schraubzwingen an die Modulseitenwände geklemmt. Ebenfalls an diese Verkabelung werden die DCC-Booster angeschlossen. Wer dieses Grundkonzept verstanden hat, der kann auch den Digitalaufbau bei einem FREMO-Treffen durchführen.

## DIE KOMPONENTEN IM DETAIL

- Digitalzentrale

Grundsätzlich kann jede Digitalzentrale verwendet werden, die DCC und LocoNet „kann“. Der Unterschied liegt wie so oft im Detail. 1997 wurde als erste DCC-Zentrale im FREMO ein Digitrax-Chief eingesetzt. Grundsätzlich kann dieser 97er-Chief bis heute verwendet werden, allerdings ist er mit nur fünf Lokfunktionen nicht mehr zeitgemäß. Unter der gleichen Produkt-Bezeich-

nung hat Digitrax in späteren Jahren aktualisierte Geräte, die mehr Funktionen unterstützen, vertrieben. Ende der 90er Jahre lieferte Uhlenbrock die ersten Intelliboxen aus. Diese können ohne Einschränkung bis heute verwendet werden.

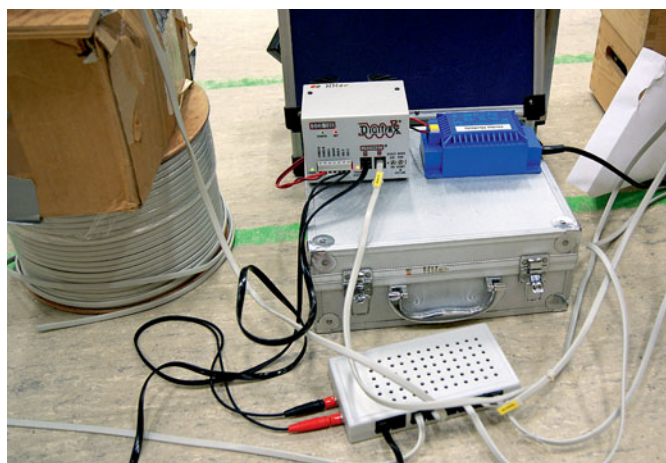
Inzwischen gibt es viele verschiedene Zentralen mit einem LocoNet-Anschluss. Grundsätzlich erprobt und für den FREMO einsatzbar sind folgende Modelle:

- Digitrax: Zephyr DCS50, Chief DCS100, DB150
- Uhlenbrock: Intellibox, Intellibox-IR, Intellibox-Basic, Intellibox-COM, Intellibox-II
- Piko Power-Box, Fleischmann Twin-Center
- Modelleisenbahn GmbH: Roco Z21 (schwarzes Gehäuse)
- ESU: ECoS mit L.Net-Adapter

Weitere Zentralen sind aus verschiedenen Gründen für FREMO-Treffen nicht geeignet (Uhlenbrock Daisy-System, Fleischmann Profi-Boss) oder bisher nicht ausreichend erprobt (Digikeijs DR5000). Am häufigsten kommen auf FREMO-Treffen Intelliboxen (I oder II) und Digitrax Chief DCS100 zum Einsatz.

- RailSync-Booster

Ein LocoNet-Kabel weist sechs Adern auf. Die beiden inneren Verbindungen transportieren das eigentliche Loco-

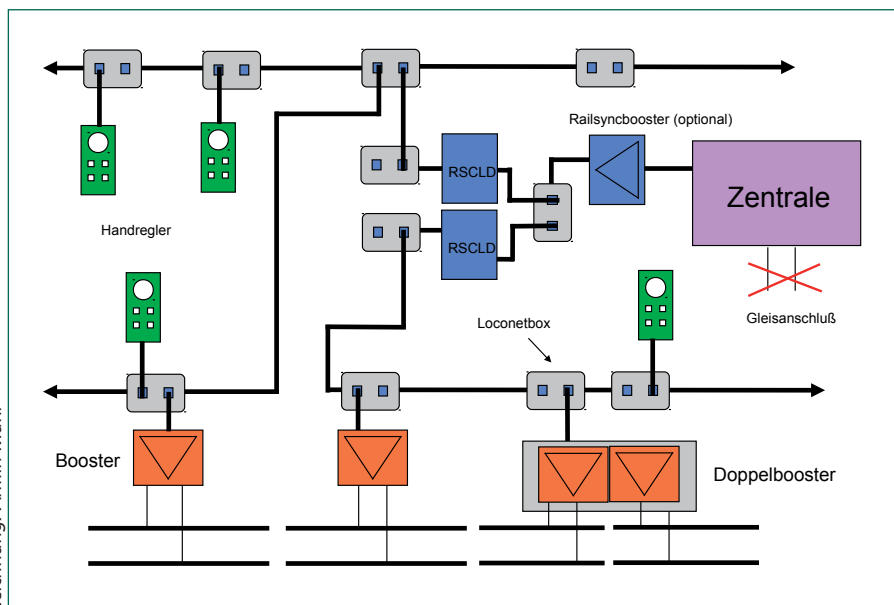


Ein typischer Digitalaufbau: In dem weißen Kästchen mit den vielen Löchern befindet sich ein RSCLD. Die Löcher dienen der Wärmeabfuhr. Transportiert werden Chief, Trafo und RSCLD in dem kleinen Schminkköffchen. Links im Bild ist noch eine 200m Rolle mit LocoNet-Kabeln in AWG-26-Qualität.



Eine ECoS als DCC-Zentrale im FREMO. Das LocoNet wird vom L.Net-Adapter aufgespannt. Zusätzlich sind hier noch DAISY-II-Funkadapter von Uhlenbrock und eine multiZentralePro von ROCO angeschlossen.





Nach diesem Schema erfolgt die Verkabelung bei einem Fremo-Treffen, wenn dort DCC-digital gefahren wird.

## DER FREMO

Der Freundeskreis europäischer Modellbahner e.V., kurz FREMO, wurde 1981 gegründet. Satzungsgemäße Ziele sind unter anderem die Abhaltung überregionaler Tagungen und die Herausgabe einer Vereinszeitschrift. Der FREMO hat sich sehr dem Betriebsgedanken verschrieben. Es existieren eine Reihe von Modulnormen für verschiedene Spurweiten und Themen. Regelmäßig treffen sich Mitglieder mit Modulen gleicher Norm zu Fahrtagen. So besteht die Möglichkeit für die Teilnehmer, die Modellbahn auf einem Streckennetz zu erleben, wie es ein Einzelnr kaum zuhause aufbauen könnte.

Jedes Jahr finden rund 80 FREMO-Treffen statt, auf denen dann auch streng nach Fahrplan gefahren wird. Hierfür erstellen die Teilnehmer vorab Aufbaupläne für die Module und sehr detaillierte Fahrplan-Unterlagen. Oftmals werden sogar konkrete Vorbildsituationen und Vorbildfahrpläne nachgespielt. Gefahren wird mit einer Modellzeituhr mit einer Zeitverkürzung zwischen 1:3 und 1:8.

Auf jedem Treffen werden mehrere Fahrplantage durchgespielt. Die Bahnhöfe sind in der Regel mit Fahrdienstleitern besetzt, die Züge werden von Triebfahrzeugführern entsprechend der mitgeführten Buchfahrplan-Unterlagen über das Arrangement gefahren. Der Triebfahrzeugführer bleibt bei seinem Zug und läuft mit. Dabei gilt es mitunter, einiges an Kilometern zurückzulegen. Entgegen dem Branchentrend wächst der FREMO kontinuierlich weiter und hat heute knapp 2000 Mitglieder.

## WAS EINE FREMO-ZENTRALE KÖNNEN MUSS

Bei LocoNet-Zentralen werden die gleichzeitig fahrenden Loks in einer Tabelle in einzelnen „Slots“ verwaltet. Im LocoNet-Protokoll sind dafür bis zu 120 dieser Slots vorgesehen, also sind im LocoNet maximal 120 gleichzeitig adressierte Loks möglich. Viele Einsteiger-Loconet-Zentralen verfügen nur über 8, 16 oder 32 Slots. Mit solch einer Zentrale kann man sicherlich ein kleineres Modultreffen betreiben, bei größeren Treffen wird es aber schnell eng.

Für den FREMO-Betrieb ist auch das „Purging“ sehr wichtig: Dabei werden Loks, die seit mindestens 2 min stehen (also

Fahrstufe 0 haben) aus der Slot-Tabelle gelöscht und es werden für diese Loks keine DCC-Kommandos mehr ausgesendet.

Der Handregler FRED muss voll unterstützt werden. Etliche der älteren FRED-Handregler erwarten, dass das LocoNet-Timing präzise entsprechend der Spezifikation eingehalten wird. Hier hat es in der jüngeren Vergangenheit mit ein paar neuen Zentralen Probleme gegeben. Für die FRED-Unterstützung ist auch ein Speichern der sogenannten FRED-ID in der Slot-Tabelle wichtig. Dies machen einige der Einsteiger-Systeme nicht.

Net-Signal. In beide Richtungen benachbart ist jeweils ein Masse-Kabel. Nach außen schließt sich beidseitig je eine RailSync-Ader an.

Über dieses Adernpaar wird das Gleissignal an die Fahrbooster weiterverteilt. Bei einer Intellibox liefert die mit LocoNet-B (für Booster) beschriftete Buchse RailSync. Auch im FREMO verwenden wir die RailSync-Leitungen (für „Synchronisation des Gleis-(engl.: rail)-Signals“) zur Verteilung des Gleissignals über den gesamten Aufbau hinweg. Damit das Gleissignal auch über eine längere Verkabelung hinweg sauber und kräftig bleibt, muss es verstärkt werden. Das macht der direkt nach der Zentrale angeordnete RailSync-Booster. Er dient gleichzeitig

als Netzverteiler für mehrere Stränge. Leider hat es auch nach 20 Jahren LocoNet im FREMO noch kein RailSync-Booster zur Serienreife geschafft. Das ist allerdings kein großes Problem: Man kann einfach einen ganz normalen DCC-Booster verwenden. Teilweise ist auch der in der Zentrale eingebaute verwendbar, so beim Chief, der Z21 und der ECoS. Bei der Intellibox und ihren nahen Verwandten ist immer der Einsatz eines externen Boosters nötig. Hier eignen sich vor allem Geräte von Lenz oder die Tams B4.

### • RSCLD

Der RailSync-Booster ist also in der Lage, einiges an Strom zu liefern. Damit das vergleichsweise dünne LocoNet-

Kabel bei einem Kurzschluss nicht abbrennt, werden zur Strombegrenzung Widerstände eingefügt. Dieses Widerstandsarray trägt den Namen „RailSync Current Limiting Device“. Bei diesem Gerät bietet es sich an, es auch gleich als LocoNet-Nabe aufzubauen. Somit erfolgt von hier aus die sternförmige Verteilung der LocoNet-Stränge.

### • LocoNet-Kabel

Digitrax empfiehlt in der LocoNet-Spezifikation Kabel mit der Qualität AWG-26. Im FREMO wurden jahrelang bei Elektronik-Versendern Kabel aus dem Telefonbereich gekauft. Leider ist in den letzten Jahren bei diesen Kabeln der Kupferanteil so weit gesunken, dass sie bestenfalls AWG-32 entsprechen.

Damit war ein sicherer Betrieb nicht mehr möglich, da die Spannungsverluste im Kabel zu groß wurden. Im Rahmen einer Sammelbestellung wurden dann knapp 50 km AWG-26-Kabel beschafft und im FREMO verteilt. Die Stecker werden aufgecrimpt, und zwar so, dass die Kabel ungedreht sind: Wenn man ein kurzes Kabel flach auf den Tisch legt, dann muss die Rastnase des einen Steckers nach oben und die Rastnase des anderen Steckers nach unten zeigen. Bei Verwendung ungedrehter Kabel bleibt die Polarität des DCC-Signals immer gleich. Das erleichtert den Aufbau des Systems.

- LocoNet-Boxen

Diese Anschluss- und Kupplungsboxen sind 1997 spontan entstanden. Seitdem wurden sie zu Tausenden gebaut. Die Platine im Inneren ist einfach gehalten: Alle Kontakte sind 1:1 mitei-

könnten. Damit die Loks in allen Teilen des Arrangements gleich schnell fahren, wird eine Ausgangsspannung von 14 V gefordert. Für den FREMO-Betrieb gut geeignete Modelle sind die Booster LV101 und LV102 von Lenz sowie der Tams B4. Lange Zeit wurden im FREMO Selbstbauboaoster, sogenannte Spaxbooster eingesetzt. Bei diesen wird als Endstufe ein Motor-Treiber verwendet, was leider bis heute immer wieder zu Problemen mit einigen Decodern führt.

- Handregler FRED

Der LocoNet-Handregler FRED ist eine FREMO-Eigenentwicklung. In etwas abgewandelter Form war der FRED auch lange Zeit von Uhlenbrock erhältlich. Die aktuelle Variante des Handreglers nennt sich FREDi, wobei das i für Inkremental-Regler steht. Der Name ergab sich, da bei der neuen Ver-

an einer anderen LocoNet-Zentrale mit der gespeicherten Adresse anmelden. Viele FREMO-Mitglieder haben zu jeder ihrer Loks einen Handregler, in dem jeweils die Adresse der Lok gespeichert ist. So kann man die Lok aufs Gleis stellen und mit dem zugehörigen Handregler sofort losfahren.

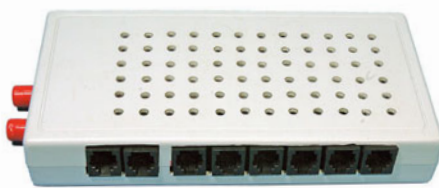
## AUFBAUTEN FÜR GANZ GROSSE TREFFEN

DCC ist von der Übertragungsrate her betrachtet recht langsam. Machen wir mal eine kleine Rechnung: Im FREMO wird in der Regel mit langen DCC-Adressen gefahren.

Damit dauert die Übermittlung einer DCC-Nachricht inklusive Preamble ca. 7 ms. Je Lok werden mehrere Nachrichten übertragen: eine für die Fahrstufen-Information, eine für die Fahrtrichtung inklusive der Funktionen bis F4 und



*Eine LocoNet-Box dient zum Anschluss von Handregler und als Verbindung zweier LocoNet-Kabel. LocoNet-Boxen werden meistens im Abstand von 3 bis 5 m an den Modulaußenwänden mit einer Schraubzwinge befestigt. Die Seitenwand des Moduls hier könnte mal einen neuen Anstrich vertragen...*



*Dieser RSCLD hat ein Gehäuse bekommen. Der Boosteranschluss links ist in Form von zwei 4-mm-Bananenbuchsen ausgeführt. Hier erkennt man die Trennung von LocoNet-in (links 2x) und LocoNet-out (rechts 6x) sehr schön. Die Löcher im Gehäuse dienen der Wärmeabfuhr der Widerstände.*



*Ein RSCLD: Links an den Kabeln wird ein Booster oder der Gleis Ausgang einer geeigneten Zentrale angeschlossen. An den beiden linken LocoNet-Buchsen wird das LocoNet aus der Zentrale angeschlossen, an den 6 rechten Buchsen wird das LocoNet sternförmig in das FREMO-Arrangement verteilt. Die dicken Widerstände dienen zur Strombegrenzung.*

inander verbunden. Damit eignen sich die Boxen auch für XPressNet oder den Maus-Bus.

- DCC-Booster (Fahr-Booster)

Im FREMO-Betrieb müssen DCC-Booster ein paar Voraussetzungen erfüllen, damit alles gut funktioniert: Sie müssen auf der Eingangsseite, also zum Beispiel am CDE-Eingang, eine galvanische Trennung besitzen. Andernfalls könnte es zu unschönen Masse-Ausgleichsströmen kommen, die unter Umständen sogar ein LocoNet-Kabel zum Schmelzen bringen

sion des FREDs anstelle des Potis ein Endlos-Drehregler (Inkrementalgeber) vorgesehen war. Diese Technik konnte sich im FREMO jedoch nicht durchsetzen. Man ist zum Poti zurückgekehrt, hat den Namen aber beibehalten. Der FREDi unterstützt in der aktuellen Version bis zu 13 Lok-Funktionen.

Betrieben wird ein FRED im Dispatch-Modus. Dabei wird dem Handregler von einer Digitalzentrale einmalig die zu steuernde DCC-Adresse zugewiesen. Diese Adresse behält der FRED in seinem Speicher auch über längere Zeit. So kann sich der FRED

eine für die Funktionen bis F8. Das sind zusammen 21 ms.

Diese drei grundlegenden Nachrichten werden von der DCC-Zentrale dauerhaft wiederholt. Je nach Design der Zentrale wiederholt sie auch Nachrichten zu Funktionen oberhalb von F8, womit die Übertragungsdauer auf fast 30 ms steigt. Für etwas mehr als 30 gleichzeitig fahrende Loks dauert die Übertragung dann schon fast eine Sekunde. Je nach Konzept der Zentrale werden Änderungen von Fahrstufen entweder spontan gesendet, dann verzögert sich die Gesamtschleife, oder sie



werden starr in den nächsten Schleifendurchlauf eingefügt. Beides bringt Probleme, wenn man von Hand mit vielen Handreglern fährt: Es kommt relativ schnell zu deutlich wahrnehmbaren Verzögerungen, bis eine Lok auf dem Gleis auf die Handregler-Interaktion reagiert. So macht der Betrieb keinen Spaß mehr!

Im FREMO setzen wir daher ab geplanten 30 gleichzeitig fahrenden Loks eine zweite Zentrale ein. Im Übergangsbereich zwischen den Zentralen wird etwas Technik benötigt. Die ersten Versionen dieser Zentralen-Umschaltungen waren eher simple Konstruktionen, bei denen ein Übergabegleis zwischen den beiden Zentralen mit einem Schalter mal der einen, mal der anderen Zentrale zugeordnet wurde. Inzwischen gibt es eine elegante Konstruktion, bei der man ohne Halt durch den Übergabebereich durchfahren kann.

Diese Konstruktion besteht aus zwei Elementen, dem LocoNet-Gateway und der Gleisumschaltung.

- Gleisumschaltung

Fangen wir bei der Gleisumschaltung an: Hier gibt es zwar eine FREMO-Entwicklung, in der letzten Zeit kommen aber fast nur noch die Booster-Trennstellenmodule von Littfinski zum Einsatz. Der Aufbau passiert entsprechend der Littfinski-Anleitung. Man benötigt drei aufeinanderfolgende Abschnitte, die sich dank der Modulbauweise recht einfach trennen lassen. Der mittlere Abschnitt muss so lang sein wie der längste Zug, also im FREMO bei H0 durchaus auch mal 4 m oder mehr. Davor und dahinter müssen sich Sensor-Abschnitte befinden. Im FREMO wird dafür einfach immer ein ganzes Modul genommen. Wenn man eine zweigleisige Strecke hat, dann muss für jedes

Gleis ein Littfinski-Modul verwendet werden.

- LocoNet-Gateway

Die zweite Komponente für die Verbindung von zwei Zentralen ist das LocoNet-Gateway. Das Gateway weist drei als „Slave“ bezeichnete Anschlüsse auf. Hier werden die zu koppelnden Zentralen per LocoNet angeschlossen. Weiterhin gibt es Anschlüsse für LocoNet-Boxen im Umschaltbereich, in die wiederum die FREDs eingesteckt werden. Es muss sichergestellt sein, dass jeder FRED beim Passieren der Grenze zwischen den Zentralen einen (kurzen) Zwischenstopp im Umschaltbereich einlegt und dazu (kurz) in eine der speziellen LocoNet-Boxen dieses Bereichs eingestöpselt wird. Hier muss man beim Aufbau aufpassen, dass die Buchsen des Umschaltbereichs gut und gerne erreichbar sind. In der Praxis funk-

## HILFSMITTEL FÜR DEN AUFBAU

- Polei

Bei FREMO-Arrangements stoßen die Boostergrenzen immer direkt stumpf aneinander. Damit es beim Überfahren der Trennstelle mit einem Triebfahrzeug keine Kurzschlüsse gibt, muss das DCC-Signal an der Boostergrenze die gleiche Phasenlage haben. Das kann man zum Beispiel mit einem Oszilloskop überprüfen. Es reicht aber auch ein simples Prüfgerät mit ein paar LEDs: das Polei. Das Polei hat auf der Unterseite zwei Kontaktpaare für die Schienen und wird genau auf die Trennstelle gestellt. Eine rot blinkende LED zeigt eine Verpolung an. Man muss dann nur die Gleiseinspeisung eines der beiden Booster umpolen. Das ist schnell gemacht.

- LocoNet-Pegeltester

Der LocoNet-Pegeltester ist ein vergleichsweise einfaches Gerät, bei dem man über vier LEDs die Zustände auf dem LocoNet und dem RailSync ablesen kann. Das hilft bei Störungen zur schnellen Diagnose. Die häufigsten Störungen werden übrigens von kaputten LocoNet-Kabeln oder Dosen verursacht.

- LocoNet-Kabel-Tester

Der Kabel-Tester dient zur schnellen Überprüfung von LocoNet-Kabeln. Wenn die grüne LED angeht, dann ist alles in Ordnung.

- LocoNet PullUp

Das LocoNet (also die beiden inneren Adern im LocoNet-Kabel) hat im Ruhezustand einen High-Pegel von 12 bis 14 V. In der Regel erzeugt der LocoNet-Master, also die Digitalzentrale, diesen Pegel. Ein am LocoNet angeschlossenes Gerät zieht den Pegel zur Datenübertragung über einen Sende-Transistor nach Masse. Ein Empfänger erkennt den fallenden Pegel und wertet die Information entsprechend aus.

Bei großen LocoNet-Installationen ist der High-Pegel unter Umständen schon im Ruhezustand so weit abgesunken, dass eine zuverlässige Datenübertragung nicht mehr möglich ist. Als Gegenmaßnahme gibt es den LocoNet-PullUp, der als zusätzliche Stromquelle dient. Der PullUp wird einfach an beliebiger Stelle an das LocoNet gesteckt. Seine Energie bezieht er aus dem RailSync-Signal. Achtung: Es darf immer nur ein PullUp angeschlossen sein. Schon bei zwei PullUps besteht die Gefahr der Zerstörung von Sende-Transistoren in angeschlossenen Geräten!



Foto: Armin Mühl

Test-Equipment für das LocoNet: Vorne ein Polei, in der Mitte von links nach rechts ein LocoNet-Kabeltester, ein LocoNet-Pegeltester, ein DCC-Voltmeter von AMW, zwei USB-Interfaces (Locobuffer in grün und darauf liegend eines von Uhlenbrock). Hinten ein Adapter „LocoNet auf 4-mm-Buchsen“ sowie ein Adapter „LocoNet auf BNC-Buchsen für Oszilloskopanwendungen“



Miniland  
heißt bald  
**Blue Brix**



**Neueröffnung am  
2. Februar 2018**



Unsere neue  
Immobilie mit  
4,500 qm



Der Umzug  
geht voran



**[www.BlueBrix.de](http://www.BlueBrix.de)**

Blue Brix GmbH  
Geiselhöringer-Straße 23c  
94315 Straubing  
Email: [info@BlueBrix.de](mailto:info@BlueBrix.de)

Was erwartet Sie im Blue Brix:

- Mehr als 750 qm Modelleisenbahn
- Ein toller Spielbereich für unsere kleinen Besucher
- Ein gemütliches Bistro zum Erfrischen und Ausspannen
- Ein großer Eventbereich zum Feiern
- Einen Shop für große und kleine Modellbahnfreunde
- und noch viel mehr Attraktionen



# DIE FILM-WORKSHOPS VON MIBA

## Modellbahn-Praxis von A bis Z



In der Werkstatt von Mike Lorbeer konnten unsere Filmteams weitere Schritte bei der Entstehung eines H0-Anlagenteilstücks dokumentieren. Mike Lorbeer zeigt, wie das Gelände zunächst geformt und anschließend modelliert und eingefärbt wird, bevor es auch an die farbliche Nachbehandlung des Gleisoberbaus geht.

Weitere Filmbeiträge dieser Ausgabe der „Modellbahn-Werkstatt“:

- Eine Gartenbahn im Aufbau: Mörtel- und Steinarbeiten
- Betriebsspuren an Modellfahrzeugen
- „Taurus“ gesupert: Dachrüstung und Führerstand
- Wie eine Eigenbau-Weiche für die LGB entsteht

Nachvollziehbar und Schritt für Schritt zeigen die instruktiven Filmbeiträge die einzelnen Bau- und Bastelprojekte.



Laufzeit 59 Minuten

Best.-Nr. 15285026 | € 19,95



Modellbahn-Werkstatt, Folge 1:

**Praxistipps für die Praxis**

Laufzeit 58 Minuten

Best.-Nr. 15285023

€ 19,95



Modellbahn-Werkstatt, Folge 2:

**Anlagen gestalten und Fahrzeuge verbessern**

Laufzeit 60 Minuten

Best.-Nr. 15285024

€ 19,95



Modellbahn-Werkstatt, Folge 3:

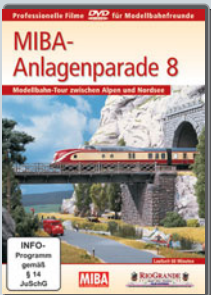
**Dioramenbau mit Mike Lorbeer**

Laufzeit 62 Minuten

Best.-Nr. 15285025

€ 19,95

Kennen Sie schon diese Modellbahn-Filme von MIBA?



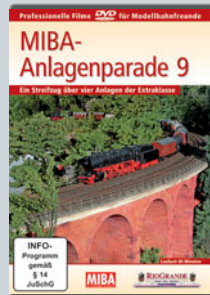
MIBA-Anlagenparade 8  
Best.-Nr. 15285018  
€ 19,95



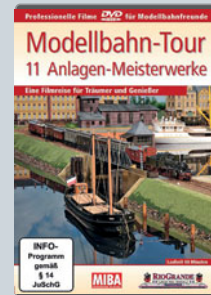
Modellbahn-Zauber,  
Miniland und mehr  
Best.-Nr. 15285019  
€ 19,95



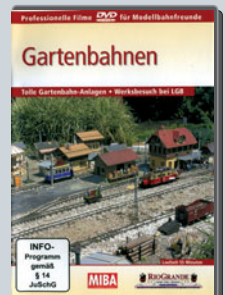
Modellbahn auf  
der Königsspur  
Best.-Nr. 15285020  
€ 19,95



MIBA-Anlagenparade 9  
Best.-Nr. 15285021  
€ 19,95



Modellbahn-Tour  
11 Anlagen-Meisterwerke  
Best.-Nr. 15285022  
€ 19,95



Gartenbahnen  
Best.-Nr. 15285011  
€ 19,95

## Warum DCC und LocoNet beim FREMO?

# ZWEI JAHRZEHNTE DCC BEI FREMO

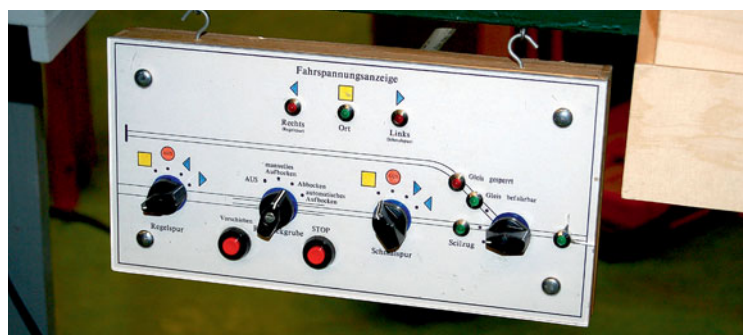
Beim FREMO wird seit nun 35 Jahren auf Modulen Betrieb nach Fahrplan gemacht. Das erfolgt ohne zentrale Steuerung. Jeder Zug wird von einem Lokführer gefahren. Das erfordert im Gegensatz zu einer stationären Anlage deutlich mehr Aufwand.

**D**a die Module nur die zwei Adern für die beiden Schienen besitzen, müssen beim Analogbetrieb für die Zuordnung des Fahrstroms weitere Leitungen verwendet werden, um an vielen Stellen im Modularrangement Handregler anstecken zu können, mit denen man seinen Zug begleiten kann. Deshalb wurde eine Analogelektrik mit folgenden Merkmalen konzipiert: Betrieb mit mehreren Mitspielern, leichte Anpassung an die bei jedem Treffen andere Reihenfolge der Betriebsstellen sowie Möglichkeit zum gleichzeitigen Ein- und Ausfahren aus einem Bahnhof. Man entschied sich für eine Zuordnungsschaltung, bei der verschiedene Regler entsprechend dem Fahrweg auf das Gleis geschaltet werden können.

Anfangs gab es drei Fahrreglerstromkreise, wobei es für jeden Stromkreis einen farblich gekennzeichneten Handregler gab. Der durfte auch nur in die farblich passende DIN-Buchse eingesteckt werden. Für die Ortsrangierlok konnten in jedem Bahnhof ein oder zwei weitere Stromkreise zugeschaltet werden. Die drei Stromkreise waren auf der ganzen Länge der Ringleitung verfügbar. Man konnte seinen Handregler an beliebiger Stelle einstecken und den Zug steuern. In den Bahnhöfen hatte jedes Hauptgleis und jeder Bahnhofskopf einen Tastensatz, mit dem der jeweilige Bereich einem Reglerstromkreis zugeordnet werden konnte. Damit war die Forderung nach gleichzeitigen Fahrten in einer Betriebsstelle erfüllt. Mitte der 80er-Jahre erfolgte eine Erweiterung der Ringleitung auf fünf Reglerstromkreise. Auch wurde eine Doppelader für den Uhrentakt integriert, da der Fahrplanbetrieb mit verkürzter Zeit erfolgt, die von üblichen Nebenuhren angezeigt wird. Mit zunehmend größer werdenden Arrangements wurde das Ringleitungssystem ausgebaut. Es wurden für einfache Bahnhöfe ohne Ringleitungstechnik Kästen mit Tastensätzen (Black Box genannt) gebaut. Damit konnte man den ganzen Bahnhof auf eine Reglerfarbe zuschalten. Auch kamen Stöpselboxen für die freie Strecke hinzu.

Diese sogenannte Ringleitung wurde als flexible Leitung mit 18 x 1,5 mm<sup>2</sup> ausgeführt und hatte damit ungefähr die Dicke eines Wasserschlauches. Die dazu gehörenden Stecker nach DIN 41622 sind auch heutzutage im Industriebereich noch üblich, beispielsweise in den älteren Blinklichtanlagen der Deutschen Bundesbahn.

Diese recht unhandliche Ringleitung wurde vom Verein beschafft und dezentral gelagert. So verteilten sich Pflege und Transport auf mehr Leute, aber eine so dezentrale Ver-



*H0e-Analogstelpult der Rollbockgrube von Uwe Stehr:  
Über die Drehschalter kann man zwischen dem im örtlichen  
Bahnhof eingesteckten Regler (gelbes Quadrat) oder dem im  
linken, bzw. rechten benachbarten Bahnhof eingesteckten  
Regler auswählen. Der rote Punkt bedeutet ausgeschaltet.*

sorgung wie heute bei den Digitalkomponenten gab es noch nicht. Die Ringleitungskoffer hatten ein großes Transportvolumen und das Gewicht war wegen der dicken Leitungen sehr hoch. Anfang der 90er Jahre wurden die Arrangements bei H0-Europa immer größer, was das Ringleitungskonzept an seine Grenzen brachte. Zum Teil wurde ein sechster Reglerstromkreis eingeführt. Bei sehr großen Treffen gab es sogar zwei Stränge der Ringleitung. Das ab 1995 genutzte Bildfahrplanprogramm zeigte sogar an, welche Reglerfarben gleichzeitig in Benutzung waren, um keine Konflikte zu bekommen. Bei den immer größeren Treffen, die sich von der Größe eines Gaststättenhinterzimmers eher in Richtung Turnhallen vergrößerten, wurde es mangels mehr Reglerfarben schwierig dichte Fahrpläne zu erstellen.

Für die geplanten zweigleisigen Strecken und Bahnhöfe sollte die Ringleitung dann doppelt und mit mehr Stromkreisen geführt werden. Machbar wäre das aus elektrischer Sicht gewesen, aber ganz sicher schwer zu bedienen und in den Stellpulten wäre ein Tastensatz mit 2x5 Farben und mehreren Ortsreglern pro Gleis und Bahnhofskopf auch unpraktisch geworden.

Da bei den Schmalspurbahnen H0e und H0m ohnehin nur wenige bis gar keine durchfahrenden Züge üblich sind, wurde hier ein anderer Weg gegangen. Die sogenannte H0e-Elektrik sollte möglichst einfach werden und ohne Ringleitung auskommen. Es wurden insgesamt vier Leitungen unter den



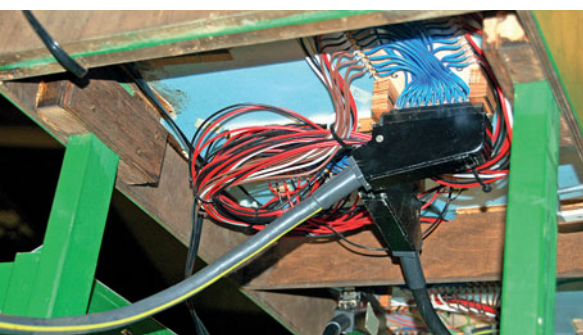
Modulen verlegt. Neben den beiden mit dem Gleis verbundenen Adern war das eine zweipolige Blindleitung. In der Mitte zwischen den beiden Betriebsstellen war eine Trennung und dort wurden die beiden Adernpaare über Kreuz verbunden. Dieses einfache Prinzip mit der Blindleitung hat sich bewährt und wurde bis zur Einführung des Digitalbetriebs von fast allen anderen Baugrößen im FREMO übernommen.

## ERSTE ÜBERLEGUNGEN ZUM DIGITALBETRIEB

Anfang der 1980er-Jahre waren Digitalsysteme noch in der Entwicklungsphase. Mitte bis Ende der 1980er Jahre kam das Thema Digitalsteuerungen mehr in den Fokus der Modellbahner. Allerdings gab es noch keine genormten Systeme.

naturgemäß nicht, da die Leitungslängen schon eine sichere Kurzschlussabschaltung nicht zulassen. Auch sind die Störeinflüsse der lose verlegten Busleitungen ganz anders. Nach dem wenig erfolgreichen Test war das Thema Digitalisierung beim FREMO eher ein Reizthema.

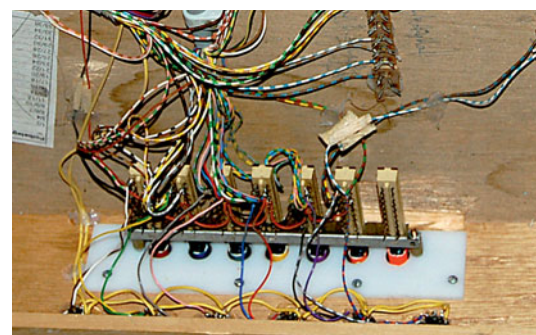
Trotzdem gab es Mitglieder, die das Thema Digitalsteuerung verfolgten und auch zu Hause Digitalsteuerungen nutzten. So gab es immer wieder Diskussionen und als ab 1995 einige Mitglieder auf das Medium E-Mail zugreifen konnten, wurde die Diskussion intensiver. Die ersten Digitalhersteller richteten Internetseiten ein, wo sie ihre Systeme präsentierten. So wurden schon einige Randbedingungen für ein auszuwählendes Digitalsystem erarbeitet: keine Verschlechterung der Fahreigenschaften, da viele Loks damals schon mit



Bei der früheren Analogtechnik entstand regelmäßig ein solcher geordneter „Kabelverhau“. Jeder Fahrabschnitt brauchte seinen eigenen Kabelsatz, um ihn unabhängig einem Regler zuordnen zu können.



Die Farbcodierung machte vieles einfacher. Steckte man seinen Regler z.B. in die blau markierte Buchse und drückte die blaue Taste, konnte man auf dem Modul mit seinem Regler fahren. Allerdings steuerte man auch alle anderen Gleise, die auf „blau“ geschaltet waren.



Von hinten zeigte der links abgebildete Tastensatz mit den Farbmarkierungen die aufwendige Verdrahtung der vielpoligen Umschalter. Die rote Taste ist hier nicht verkabelt und diente als mechanische Löschtaaste.

me, die herstellerübergreifend austauschbare Komponenten besaßen. Seinerzeit waren Märklin-Digital mit dem Motorola-Format, Fleischmann mit FMZ, Selectrix, damals im Exklusivvertrieb durch Trix und Zimo, seinerzeit auch noch mit eigenem Datenformat, in Europa verfügbar. Es folgten dann als DCC-Vorläufer „Märklin-Digital“, was aber schnell wieder verschwand und bei Arnold-Digital weiterlebte. Lenz fing in der Zeit auch mit der Digitalsteuerung an und das gleich mit DCC. DCC hatte damals noch 14 Fahrstufen und 99 Adressen. Das entwickelte sich schnell auf 28 Fahrstufen und zuerst in den USA waren auch lange Adressen verfügbar, während zu der Zeit in Europa weiterhin die kurzen Adressen bis 99 üblich waren. Typisch war seinerzeit bei fast allen Anbietern die zentrale Steuerung der Loks. Handregler waren noch unüblich.

Einen ersten Digitaltest gab 1989 beim Treffen in Nienburg, wo FREMO-Mitglieder, die im örtlichen Modellbahnverein schon länger mit Selectrix fuhren, das auf dem Modularrangement getestet haben. Das war nicht wirklich erfolgreich, wobei das weniger am durchaus zuverlässigen Selectrix-Equipment und den Decodern mit recht guten Fahreigenschaften lag. Eine stationäre Anlage hat doch ganz andere Randbedingungen als ein „Modulwanderzirkus“, der nach vier Tagen alles abbaut und nach einigen Wochen in einer ganz anderen Konfiguration wieder aufbaut. Ein zentraler Booster für ein ganzes Modularrangement funktioniert

Faulhabermotoren nachgerüstet waren, leichter Aufbau und dezentrale Lagerung der Komponenten, das System musste eine ausreichende Menge von Handreglern zulassen und ausbaufähig sein, um die immer größeren Arrangements verkraften zu können. Der wichtigste Punkt allerdings war und ist auch heute noch, sich nicht in Abhängigkeit eines einzigen Anbieters zu geben. Die damaligen Digitalsysteme erfüllten diese Anforderungen zunächst nur unzureichend.

Auf der Modellbahnmesse 1996 in Köln wurden Recherchen vorgenommen, doch nahmen uns die meisten Anbieter offensichtlich nicht ernst. Fragen nach mehr als 100 m Busleitung und über 50 möglichen Handreglern überschritten das Vorstellungsvermögen so einiger Anbieter. Mehr als einmal hörten wir die Frage: „Wer braucht so viele Handregler?“... Nur bei Zimo wurden wir ernst genommen.

Allerdings war damit die Auswahl an in Frage kommenden Systemen doch stark eingeschränkt. Lenz, Selectrix und Zimo erfüllten die Vorgaben teilweise, alle anderen europäischen Systeme dagegen nicht. Bei Lenz war es die Beschränkung auf 32 Busteilnehmer, was kurzfristig ausgereicht hätte, aber schon 1996 gab es auf der analog gefahrenen Jahrestagung bei H0, H0e und H0m um die 30 Handregler. Es war absehbar, dass das System schnell an seine Grenzen kommen könnte. Zudem waren für DCC damals von Lenz und keinem anderen Anbieter Decoder verfügbar, die Glockenankermotoren gut ansteuern konnten. Das Busproto-

koll und natürlich auch das inzwischen von der NMRA genormte DCC-Datenformat waren offengelegt, was wieder für Lenz sprach. Gegen Selectrix sprach eben diese nicht erfolgte Offenlegung. Märklin/Trix untersagten D&H eine entsprechende Veröffentlichung. Auch gegen Zimo sprach die nicht geplante Offenlegung der Standards zum Bussystem und der damit unmögliche Selbstbau von Handreglern.

Bei einer Modellbahnausstellung in Osnabrück im November 1996, wo die FREMModule von Armin Mühl eigentlich nur als Diorama genutzt werden sollten, befand sich nebenan ein Aussteller mit einer bis dahin unbekannten Digitalsteuerung namens Digitrax-Chief aus den USA. Diese Steuerung kannte bis zu 128 Fahrstufen, vierstellige Adressen und die Busverkabelung war mit sechspoligen Kabeln und Westernsteckern denkbar einfach aufgebaut. Mit einigen geliehenen Decodern und einem langen Kabel zur Versorgung wurde auf den Modulen dann ein spontaner Testbetrieb eingerichtet und die Fahreigenschaften waren erstaunlich gut.

## 1997: DER DURCHBRUCH

Nach diesem spontanen und erfolgreichen Test liefen die Internetrecherchen auf Hochtouren, Kontakte zu den US-Anbietern wurden geknüpft, nachdem es sich zeigte, dass dort noch mehr Digitalsysteme auf dem Markt waren, die alle ähnliche Eigenschaften hatten. Die US-Firmen waren dabei sehr kooperativ, als auch sehr in die Tiefe gehende Fragen gestellt wurden. Dort war unser Betriebskonzept mit Fahrplanbetrieb und Handreglern sehr verbreitet, weshalb auch alle US-Systeme schon viele unserer gestellten Anforderungen erfüllten.

In die engere Wahl kamen nach ausgiebiger Prüfung die Firma Digitrax mit der Zentrale namens Chief und die nach dem Tod des Gründers Don Wangrow inzwischen nicht mehr existierende Firma System One. Beide Systeme erfüllten die Anforderungen einer großen Modulanlage und Nutzung des von der NMRA genormten DCC-Protokolls. Gegen System One sprach hauptsächlich, dass in Europa kein Importeur vorhanden war, während mit Case Hobbies für Digitrax ein Importeur verhanden war. Im heutigen Zeitalter weltweiter Geschäfte mag das merkwürdig klingen, aber Ende der 1990er-Jahre war das Internet bei Privatleuten nicht selbstverständlich.

Mehrere FREMO-Mitglieder reisten in den vergangenen Jahren auch zu den NMRA-Conventions in den USA. So nahmen zwei im Jahr 1997 an der NMRA-Convention in Madison teil. Dort wurde ein erster Digitrax-Chief bestellt. In Vorbereitung auf einen Digitalbetrieb wurden Überlegungen angestellt, wie man beim FREMO den Handreglerbus möglichst einfach verkabeln könnte. So entstand Ende August 1997 in einer spontanen Aktion die Loconet-Box, von der inzwischen eine fünfstelligen Menge im Umlauf sein dürfte.

Ende September 1997 verbreitete sich die freudige Nachricht, dass der lang ersehnte Digitrax-Chief und einige DT100-Handregler geliefert worden waren. Einige Digitrax-Decoder waren auch mit im Paket und so konnten einige Fahrzeuge für einen ersten Testbetrieb auf einem Treffen umgerüstet werden. Das Anfang Oktober 1997 in Lilienthal veranstaltete Regionaltreffen sollte für einen ersten Test ge-



*Alle bisher gefertigten FRED-Bauarten auf einem Bild: In der oberen Reihe sieht man von links nach rechts einen FRED V0.2; einen FRED mit Poti mit F0, F1, F2; einen FREDi mit Inkrementalgeber und einen FREDi mit Poti, beide bis F8 sowie einen FREDi mit zwei Shift-Tasten bis F12. Vorne liegt der kommerziell gefertigte Uhlenbrock-FRED.*

nutzt werden. Ein Seitenast (Wentorf – Mühlenrade – Westenhof) wurde am 4. Oktober abends nach Betriebsschluss auf DCC umgebaut. Wentorf wurde zum „Systemwechselbahnhof“, wo von analog auf DCC umgeschaltet wurde. Als alles fertig war, kam der spannende Augenblick: Fast wider Erwarten funktionierte alles und in einem kleinen Bahnhof konnten nun fünf Loks freizügig umherfahren. Es dauerte nicht lange bis zum ersten Beinahezusammenstoß...

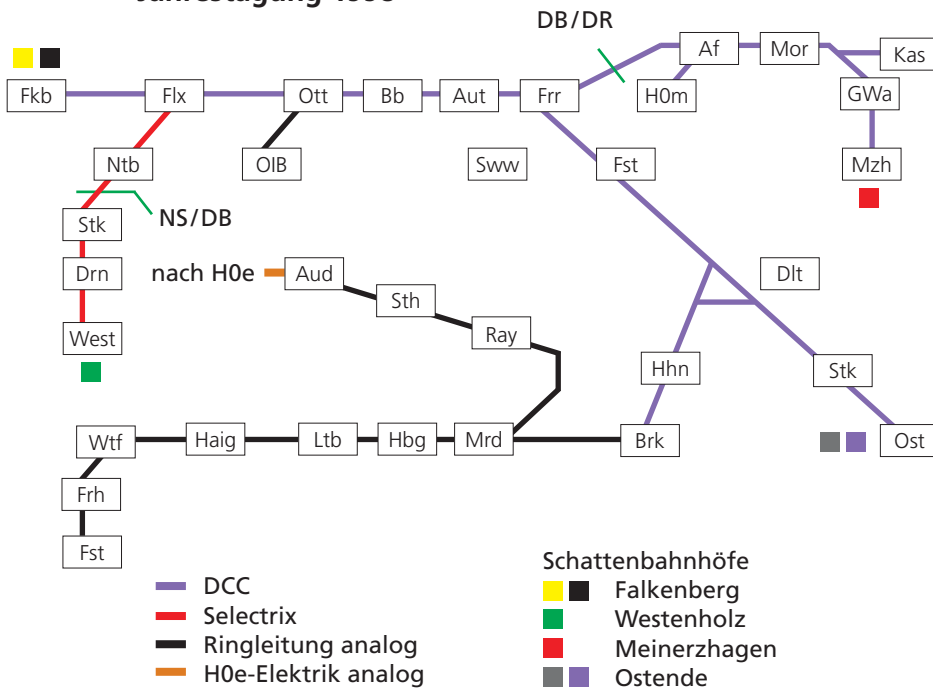
Eigentlich sollten wir nach dem Test alles wieder auf Analogbetrieb umbauen. Aber da es gut lief, ließen wir auch am letzten Tag des Treffens auf diesem Ast den DCC-Betrieb laufen.

Ermutigt durch den funktionierenden Betrieb wurde auf der Modellbahnmesse 1997 in Hannover sowohl bei H0RE als auch bei H0m im Digitalbetrieb gefahren. Der Betrieb lief während der neun Messetage weitgehend problemlos. Auf der Messe ergab sich der Kontakt zu Herrn Dr. Ziegler, dem Inhaber von Zimo-Elektronik. Zimo hatte 1997 den ersten Decoder mit hochfrequenter Motoransteuerung auf den Markt gebracht, der uns für die zahlreichen mit Faulhaber-Motor ausgestatteten Fahrzeuge der FREMOiker noch fehlte. Das von ihm zur Verfügung gestellte Muster wurde auf der Messe in eine Piko-Lok der BR 82 eingebaut und danach von Dr. Ziegler in einer längeren Aktion in den CVs optimiert. Die danach vorhandenen Langsamfahreigenschaften überzeugten auch die letzten Zweifler vom Digitalbetrieb.

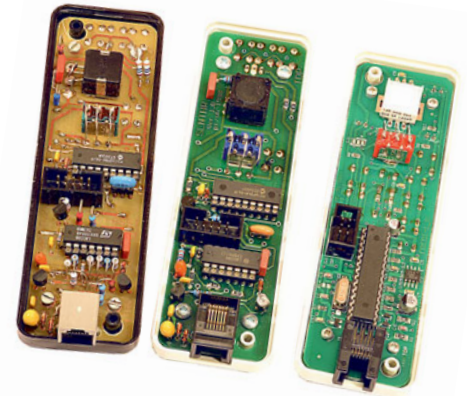
Parallel zu den DCC-Tests gab es auch Aktivitäten in Sachen Selectrix. Zeitgleich mit dem Treffen in Lilienthal gab es ein Treffen in Naumburg bei Kassel, bei dem auf einem Testkreis Selectrix vorgeführt wurde. Es fehlte aber der direkte Vergleich auf einem Treffen, damit sich die Mitglieder eine eigene Meinung bilden konnten. So wurde im Herbst 1997 im niederländischen Lichtenvoorde ein Arrangementteil wechselweise mit Selectrix und Digitrax betrieben. Da noch einige Loconetboxen auf dem Treffen gebaut werden mussten, kam zuerst Selectrix zum Einsatz und im nächsten Fahrplan Digitrax. Der Betrieb lief mit beiden Systemen problemlos. In Bruchköbel wurde ebenfalls im Herbst 1997 ein weiterer



## Jahrestagung 1998



Ein früher Digitalplan von 1998 für das Treffen in Lilienthal. Hier wurden die vier beschriebenen Steuerungsformen Ringleitung analog, H0e-Elektrik analog, DCC digital und Selectrix digital parallel betrieben.



FREDS von innen: Links V0.2 aus der Nullserie mit handgeätzter Platine und ausschließlich bedrahteten Bauteilen von 1997. In der Mitte die Serienversion von 2004, bei der ein paar Widerstände in SMD-Bauform auftauchen. Rechts ein aktueller FREDi von 2016, dessen Bestückung fast nur noch mit SMD-Bausteinen erfolgt.

Test durchgeführt, hier wurde nur mit Selectrix gefahren, bei einem der späteren Fahrpläne wurde Multiprotokoll Selectrix/DCC benutzt. Auch dieser Test funktionierte gut.

In der Folge gab es lebhafte E-Mail-Diskussionen zwischen Befürwortern der beiden Systeme aus dem dann später die vereinsinterne Mailingliste „fremodcc“ entstand. Ein Ergebnis der Diskussion war, dass es zwingend erforderlich ist, dass die Protokolle für Gleis- und Handreglerbus offen gelegt werden. DCC war von der NMRA genormt und damit offengelegt. Digitrax tat das für den privaten Gebrauch auch mit dem Loconet. Damit war der Weg für den Selbstbau von Komponenten innerhalb des FREMO frei. Bei Selectrix, bzw. den Entwicklern Doehler&Haass tat man sich mit der Offenlegung noch immer schwer.

## FREMO-EIGENENTWICKLUNGEN

Bei der Digitrax-Steuerung waren alle notwendigen Komponenten erhältlich, doch war die Bedienung des damals üblichen Handreglers DT100 ungewohnt. Ein Handregler musste her, der so einfach wie der Analoghandregler zu bedienen war. Bedingung war, dass dem Handregler die Lok zugewiesen wurde, während handelsübliche Regler immer die Möglichkeit der Adresseinstellung boten, was aber bei ungeübten Bedienern auch schnell zu falsch ausgewählten Loks führt. Stefan Bormann und Martin Pischky begannen noch im November 1997 die Entwicklung des später als FRED bekannt gewordenen SLNTHR (Simple LocoNet THrottle). Zwischen den Feiertagen zum Jahresende wurden 30 Stück gebaut. Armin Mühl stand den ganzen Vormittag in der Ätzküche des MEC Hannover, um die Platinen herzustellen und danach haben wir dann gemeinsam in einem kleinen Kreis die Handregler zusammengebaut und in Betrieb genommen. Das war noch sehr aufwendig, da jeder Handregler abgeglichen werden musste.

Bis zur Serienreife brauchte der Regler allerdings noch geraume Zeit. Zwar funktionierte der Handregler gut, aber beim Umstöpseln gab es immer wieder Probleme, die zum

Verlust der zugewiesenen Lok führten. Da die Microcontroller seinerzeit noch keine Brownout-Überwachung hatten, gab es Speicherverluste, wenn beim Umstöpseln plötzlich die Spannung weg blieb. Nach kleinen Modifizierungen war auch das Problem im Frühjahr 1998 gelöst. Gleichzeitig wurden auch erste Hilfs- und Prüfmittel entwickelt, da solche Dinge von den Digitalanbietern nicht verfügbar waren.

Zur Spielwarenmesse 1998 kündigte Uhlenbrock die Intelibox an. Als Bussystem war das Loconet vorgesehen. Somit war absehbar, dass es einen weiteren Anbieter von NMRA-DCC-Komponenten und auch Loconet geben sollte.

In Oberwildflecken sollte im Frühjahr 1998 erstmals ein gesamtes Arrangement mit DCC gefahren werden. Inzwischen waren in Franken preisgünstige Booster entwickelt und gebaut worden, es konnten mehrere Boosterbezirke eingerichtet werden. Dieser Test lief erstaunlich gut. Sogar die vom Stern herausgegebene Technik-Zeitschrift Konr@d wurde auf uns aufmerksam und berichtete auf mehreren Seiten von der Digitalisierung des FREMO. Im kleinen Rahmen wurde auch noch auf einer Ausstellung in Lingen digital gefahren. Der von einem niederländischen Fremoikaner auf den Namen FRED (Fremos einfacher Drehregler) getaufte Handregler lief nach Beseitigung der Kinderkrankheiten sehr stabil.

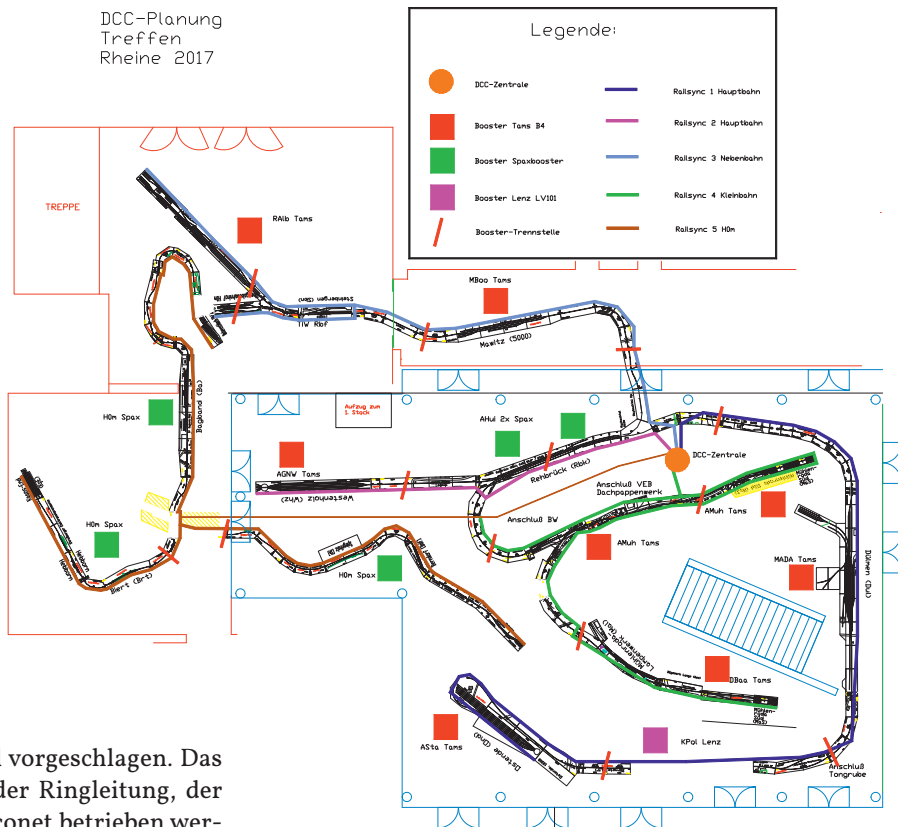
Immer mehr Fremoikaner interessierten sich für die Versuche der beiden Gruppen, deshalb wurde ein Vergleich

Der Digitalplan eines Treffens, in dem Railsync- und Boostergenzen eingezeichnet sind. Die Anlagenseite mit der durchgezogenen bunten Linie ist die Bedienseite, auf der auch die FREDs eingesteckt werden.

Dieser Plan kann auch als PDF heruntergeladen werden:  
[www.vgbahn.de/QR/FJ](http://www.vgbahn.de/QR/FJ)



DCC-Planung  
Treffen  
Rheine 2017



auf der Jahrestagung 1998 in Lilienthal vorgeschlagen. Das große Arrangement sollte analog mit der Ringleitung, der H0e-Elektrik, mit Sx und DCC, bzw. Loconet betrieben werden. Jedem System sollte ein Ast zugewiesen werden, damit möglichst viele Teilnehmer beide Systeme testen konnten. Erwartungsgemäß arbeiteten auch hier wieder beide Systeme gut. Bei DCC gab es noch die erwähnten Verluste der zugewiesenen Lok, für die aber ein Helfer mit der roten Mütze bereitstand, um die Lok sofort wieder dem FRED zuzuweisen. DCC mit Loconet kam immer häufiger auf Treffen zum Einsatz. Rechneten wir anfangs noch mit einer bis zu fünf Jahre dauernden Umstellungsphase, so dauerte es keine zwei Jahre, bis Analogtreffen zur Seltenheit wurden.

Kritischer war in der Folge die Situation bei den Boostern. Jeder Bahnhof sollte seinen Booster bekommen. Die bei den stationären Anlagen übliche komplette Abschaltung aller Booster, wenn in einem Boosterbezirk ein Kurzschluss vorhanden ist, ist bei Modultreffen kontraproduktiv. Auch sollte ein Booster sofort wieder einschalten, wenn der Kurzschluss beseitigt ist. Das steigert die Akzeptanz des Digitalbetriebs, da so kleinere Störungen nur lokale Auswirkungen haben und nicht gleich die Uhr angehalten werden muß.

Kommerzielle Booster waren noch verhältnismäßig teuer, was bei den von uns benötigten Stückzahlen kaum auf Akzeptanz bei den Vereinskollegen stieß. Daher wurde der sogenannte Spaxbooster entwickelt, der einfach mit einigen Spaxschrauben unters Modul geschraubt wird. Diese Selbstbaubooster geben wegen der oft verwendeten Endstufe, die eigentlich ein Treiber für Schrittmotoren ist, nur bedingt normkonforme DCC-Signale heraus. Da zudem damals noch viele Module mit extrem dünnen Leitungen vorhanden waren, verschlechterte sich das DCC-Signal teilweise so weit, dass viele Decoder es nicht mehr verstehen konnten. So setzte sich bei einem Treffen eine Roco BR132 plötzlich in Bewegung und sorgte für einen etwas höheren Adrenalinspiegel beim Schattenbahnhofspersonal, als sie einen ganzen Zug

zusammenschob. Glücklicherweise ist bei diesen Vorfällen nie ernsthaft etwas beschädigt worden. Diese Problematik tritt auf Heimanlagen mit kurzen Leitungen eher selten auf, bei uns war es an der Tagesordnung. Mit Abschaltung des Analogbetriebs im Decoder ist das inzwischen eher selten geworden. Ebenso sind die Decoder deutlich fehlertoleranter geworden. Aber auch bei den Boostern sind die Preise inzwischen durch die großen Stückzahlen gesunken und das Angebot größer geworden.

## ERSTES GROSSTREFFEN MIT ZWEI LOCONET-ZENTRALEN

Das Arrangement zur Jahrestagung 2000 in Kassel sprengte mit fast 500m Modullänge alle bisherigen Grenzen. Hier zeigten sich allerdings die Grenzen der Leistungsfähigkeit einer einzigen Zentrale. Mit wenig Aufwand konnte eine zweite Zentrale genutzt werden. Hier musste noch manuell mittels Taster vom Zugpersonal am Übergang umgeschaltet werden. In der Folge gab es noch einige Treffen, bei denen denen DCC und Sx in getrennten Arrangementteilen zum Einsatz kamen. Trotz der inzwischen verfügbaren DCC/Selectrix-Multiprotokolldecoder war deren Betrieb immer wieder problematisch, weil die multiprotokoll-tauglichen Loks durch Umlauffehler anderswo fuhren und im Systemwechselbahnhof fehlten. Der planerische Aufwand für Arrangement und Fahrplan, um beide Systeme einzusetzen, war groß. So wurde bei der Jahrestagung 2002 in Enschede der bisher letzte Mischbetrieb dieser Art gefahren. Damit war das Thema Selectrix bezüglich der Zentralen abgeschlossen



und auch die Sx-Nutzer stellen auf DCC um. Die sehr guten Decoder von Doehler&Haass sind dagegen im reinen DCC-Betrieb durchaus verbreitet. Eine offizielle Abstimmung zur Einführung einer Digitalsteuerung hat es nie gegeben, es war eher eine Abstimmung mit den Füßen. Auch die anderen Baugrößen im FREMO und die TT-Bahner beim FKTT haben inzwischen überwiegend auf DCC mit Loconet umgestellt. Treffen mit zwei Loconetzentralen gab es in den Folgejahren häufiger, wie überhaupt die Treffengröße immer mehr anstieg. Inzwischen waren Treffen in Dreifeldturnhallen eher der Normalfall geworden. Die nächste Steigerung war das 25-jährigen Jubiläum des FREMO in Alsfeld im Jahr 2006. Dort gab es rund 1000 m H0-Module, mit beiden Schmalspurbahnen und ca. 300 Mitspielern. Unabhängig davon haben noch viele andere Baugrößen und Gruppen mit überwiegend digitalem Betrieb an dem bis dahin größten Treffen teilgenommen. Bei H0 waren sechs Digitrax-Zentralen im Einsatz, wobei an den Übergängen bis zu drei Zentralen über das Loconet-Gateway und die Gleisumschaltung gekoppelt wurden. Damit konnte man problemlos mit Lok und Handregler ohne irgendwelche manuellen Schalthandlungen das gesamte Modularrangement befahren. Bis auf Kleinigkeiten lief der Digitalbetrieb störungsfrei. Bis heute wurde eine solche Arrangementgröße nicht wieder erreicht, das aber nicht wegen der Digitaltechnik, sondern eher da der Aufbau so vieler Module extrem lange dauert.

## WAS HAT ES UNS GEBRACHT?

Die Umstellung auf den Digitalbetrieb hat uns viel gebracht. Vorbildfremde Handlungen, wie die Fahrstromzuschaltung sind entfallen, die Beschränkungen auf wenige gleichzeitig mögliche Fahrten ebenfalls. Erst mit einer Digitalsteuerung wurde es möglich, zweigleisige Strecken und Großbahnhöfe zu betreiben, sowie Fahrpläne zu fahren, die an eine Hauptabfuhrstrecke erinnern. DCC und Loconet haben über den FREMO in Europa eine Verbreitung weit über die deutschen Grenzen hinaus gefunden. Selbst in Ländern wie Polen, Tschechien, der Slowakei oder sogar Bulgarien wird mit diesem System in allen Baugrößen gefahren. Wer hätte das im Dezember 1996 geahnt, als das System erstmals entdeckt wurde?

Aus unseren Entwicklungen für den Eigenbedarf sind schon mehrfach kommerzielle Produkte abgeleitet worden und manch neues Produkt wird auf FREMO-Treffen einem Härtetest unterzogen, denn derartig große Testanlagen kann kein Hersteller vorhalten. Über Reinhard Müller als einen der DCC-Aktiven der ersten Stunden im FREMO ist der FREMO bei der DCC-Working Group der NMRA vertreten und auch bei der Railcommunity sind mit Reinhard Müller und Heiko Herholz zwei sehr aktive DCC-Nutzer aus dem FREMO im Vorstand aktiv.

Armin Mühl



In Alsfeld fand 2006 ein Treffen mit rund 1000 m H0-Modulen und ca. 300 Mitspielern zum 25-jährigen FREMO-Jubiläum statt. Bis heute wurde eine solche Arrangementgröße nicht wieder erreicht, weil der Planungs- und Vorbereitungsanfang immens war. Die Technik funktionierte sehr gut. Sechs Zentralen waren nötig, damit alle Gleisabschnitte ohne manuelle Schalthandlungen befahren werden konnten.



## Fakten zur Anlagenverkabelung

# KABELEIEN

Die Gesetze der Physik stellen uns vor ein grundsätzliches Problem: Jedes Material, durch das ein Strom fließt, hat einen Widerstand. Über jedem Widerstand fällt Spannung ab, die dem Verbraucher nicht zur Verfügung steht. In jedem Widerstand wird Leistung umgesetzt. Dies ist bei Kabeln unerwünscht und geschieht vor allem in Form von Wärme. Will man Probleme vermeiden, ist es also sehr wichtig, die richtigen Kabel mit der richtigen Technik zu verarbeiten.

**J**e größer der Widerstand, desto größer muss die anliegende Spannung sein, um einen bestimmten Strom fließen zu lassen und, im Umkehrschluss, je größer der Strom, desto größer ist die am Widerstand abfallende Spannung. Dieser Zusammenhang wurde von Georg Simon Ohm Anfang des 19. Jahrhunderts untersucht und mathematisch beschrieben; er entwickelte daraus das nach ihm benannte „Ohmsche Gesetz“, der Gleichstromwiderstand eines Leiters heißt „Ohmscher Widerstand“.

Die umgesetzte Leistung ist abhängig von Spannung und Strom und errechnet sich als Produkt aus beiden. Das heißt, je größer der Strom durch einen Widerstand und damit auch die abfallende Spannung, umso größer ist auch die umgesetzte Leistung. Ohmsche Widerstände setzen elektrische Leistung vor allem in Wärme um.

Dies ist der Grund, warum Schmelzsicherungen funktionieren (steigende Erwärmung des dünnen Sicherungsdrahtes mit steigendem Strom) und warum Strom in Hochspannungs- und nicht in Hochstromleitungen von A nach B transportiert wird.

Für uns Modellbahner folgt daraus ganz pauschal: Je dünner das Kabel, desto größer sein Widerstand, damit auch Spannungsabfall, Verlustleistung und Erwärmung.

Abgesehen davon, dass Digitalstrom ein relativ teuer erkaufte Strom ist, wir also alle unnötigen Verluste vermeiden sollten, besteht ein nicht zu

unterschätzendes Unfallrisiko durch Kabelbrand, wenn wir die Leitungen zu schwach wählen und stark belasten.

Nicht vergessen dürfen wir die Weichen, Signale und andere Magnetartikel. Auch diese können digital gestellt werden, belasten also zumindest impulsartig die allgemeine Digitalstromversorgung.

## EIN PAAR ZAHLEN

In Europa werden Kabel über ihre Querschnittsfläche gemessen. Normen legen die Stufungen und den technischen Aufbau fest, auch die maximale Strombelastbarkeit ist z.B. bei DIN VDE 0298 nachlesbar. Grundlage der Maße sind reine Kupferkabel; in der Praxis eingesetzte Legierungen und unterschiedliche Behandlungsmethoden des Metalls resultieren jedoch in unterschiedlichen Leitfähigkeiten verschiedener Kabelmaterialien. Demnach können realer Durchmesser und Querschnitt vom nominellen Wert abweichen, die Belastbarkeit des Kabels entspricht jedoch dem nominellen Wert. Die Tabelle rechts gibt eine Übersicht über die bei uns gebräuchlichen Typen; die angegebenen Drahtdurchmesser sind als Maximalwerte (nach DIN) zu sehen. Beachtenswert sind die Unterschiede zwischen Draht und Litze; Letztere wird als mindestens siebenadrig angenommen.

Amerikaner benennen ihre Kabel nach dem AWG-System (American Wire Gauge): Je kleiner der Durchmes-

ser, desto höher die Kennzahl. Dies ist insofern für uns Modellbahner interessant, als eine ganze Reihe von Digitalprodukten in Amerika entwickelt werden und es immer mehr in Mode kommt, direkt „über den großen Teich“ zu bestellen. Die Anleitungen sind dann natürlich in Englisch und setzen die Kenntnis der amerikanischen Bezeichnungen voraus. Üblicherweise eingesetzt werden AWG 10, 12, 14, 16, 18 und 20, was ungefähr unseren 6,0 mm<sup>2</sup>, 4,0 mm<sup>2</sup>, 2,5 mm<sup>2</sup>, 1,5 mm<sup>2</sup>, 0,75 mm<sup>2</sup> und 0,5 mm<sup>2</sup> entspricht.

Grundsätzlich gilt: eine Verdoppelung des Querschnitts bedeutet eine Halbierung des Widerstandes und damit der Verlustleistung.

## ÜBERGANGSWIDERSTÄNDE UND GEGENMITTEL

Der größte Feind des ungehinderten Stromflusses sind schwer kalkulierbare Übergangswiderstände an Steckverbindungen, Lüsterklemmen, Verschraubungen etc. Ein guter Stromfluss kann an solchen Stellen nur zu Stande kommen, wenn zwei metallisch blanke Leiter miteinander in Kontakt gebracht werden. Kupferkabel haben direkt nach dem Abisolieren einen typischen Glanz. Aber schon nach kurzer Zeit erscheint die blanke Stelle matt und stumpf, die Korrosion hat eingesetzt, der Luftsauerstoff oxidiert die Metalloberfläche. Die entstehende Oxidschicht wirkt als Übergangswiderstand, der um Größenordnungen höher sein kann als die eigentlichen Kabelwiderstände.

Je nach Zweck versprechen verschiedene Maßnahmen Abhilfe. Sollen Kontakte häufig hergestellt oder geöffnet werden, wie zum Beispiel bei Schaltern oder Steckverbindungen, werden die kontaktgebenden Oberflächen mit einem weniger korrosiven Material versiegelt. Nicht alle Metalle reagieren so schnell und stark mit dem Luftsauerstoff wie Kupfer.

Die besten und gegen Korrosion beständigsten Kontaktoberflächen sind hartvergoldet. Dies ist eine teure Lösung und findet ihren Einsatz in hochwertigsten Komponenten, hauptsächlich in Laborgeräten, bei Computerprozessoren oder „high end“-Equipment. Deutlich geringer in den



BENENNUNG	DURCHMESSER		BELASTBARKEIT	WIDERSTAND	SPANNUNGSABFALL
Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Draht in mm	Litze in mm	Strom in A	in $\Omega$ /m	in V/m bei 1 A
0,5 mm <sup>2</sup>	0,9 mm	1,1 mm	3 A	0,0365 $\Omega$ /m	0,0365 V/m
0,75 mm <sup>2</sup>	1,0 mm	1,3 mm	6 A	0,0245 $\Omega$ /m	0,0245 V/m
1,0 mm <sup>2</sup>	1,2 mm	1,5 mm	10 A	0,0181 $\Omega$ /m	0,0181 V/m
1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm	1,8 mm	16 A	0,0121 $\Omega$ /m	0,0121 V/m
2,5 mm <sup>2</sup>	1,9 mm	2,3 mm	25 A	0,0074 $\Omega$ /m	0,0074 V/m
4,0 mm <sup>2</sup>	2,4 mm	2,9 mm	32 A	0,0046 $\Omega$ /m	0,0046 V/m
6,0 mm <sup>2</sup>	2,9 mm	3,9 mm	40 A	0,0031 $\Omega$ /m	0,0031 V/m
10,0 mm <sup>2</sup>	3,7 mm	5,1 mm	63 A	0,0018 $\Omega$ /m	0,0018 V/m

Grundlage der Maße sind reine Kupferkabel. In der Praxis eingesetzte Legierungen und unterschiedliche Behandlungsmethoden des Metalls resultieren jedoch in unterschiedlichen Leitfähigkeiten verschiedener Kabelmaterialien. Demnach können realer Durchmesser und Querschnitt vom nominellen Wert abweichen. Die Belastbarkeit des Kabels entspricht jedoch dem nominellen Wert. Weitere Informationen unter [https://www.vis.bayern.de/produktsicherheit/produktgruppen/computer\\_elektrowaren/leitungsquerschnitt.htm](https://www.vis.bayern.de/produktsicherheit/produktgruppen/computer_elektrowaren/leitungsquerschnitt.htm) oder bei Kabelherstellern, z.B.: <https://www.lappkabel.de/produkte/online-kataloge-shop/anhalt/technische-tabellen.html>

Materialkosten und weit verbreitet sind dagegen Kontaktoberflächen aus Nickel-Legierungen, wie sie uns zum Beispiel täglich an den silbrig glänzenden Steckern für das 230-V-Netz begegnen.

Feste Kontakte, die nicht mehr gelöst werden sollen, werden am besten gelötet. Das Lot legiert mit den zu verbindenden Metallen; es entsteht eine feste, dichte und korrosionsbeständige Verbindung.

Sollen Verbindungen fest, aus Wartungsgründen aber trotzdem lösbar sein, werden meist Schraubkontakte eingesetzt. Diese begegnen uns in Form von Lüsterklemmen, den Kabelöffnungen von Steckern, als Anschlussblöcke an Geräten etc. Wird ein metallisch blanker Draht in einem solchen Kontakt festgeschraubt, verformt er sich durch den mechanischen Druck der Schraube und passt sich deren Oberflächenform optimal an. Es besteht eine direkte Metall-zu-Metall-Verbindung, die so dicht ist, dass keine Umgebungsluft dazwischen gelangen kann. Die Verbindung ist „gasdicht“, eine Oxidation der Kontaktflächen damit ausgeschlossen. Auch das Aufquetschen von Aderendhülsen, Kabelschuhen etc. sorgt für eine gasdichte Verbindung zwischen blankem Kabel und aufge„crimptem“ Blechteil. Der Schraubanschluss der Kabelschuhe wird dann am besten mit Hilfe einer untergelegten Fächer- oder Zahnscheibe hergestellt – die spitzen Zähne der Scheibe durchdringen eine eventuelle Korrosionsschicht der Kontaktflächen und stellen ihrerseits eine

gasdichte Verbindungen her. Ähnlich funktioniert auch die Schneid-Klemmtechnik für die Montage von Steckern und Kabelverbindern. Scharfe Kontaktkanten innerhalb des Steckers ritzen die eingepresste Drahtoberfläche an und durchstoßen so eine eventuelle Korrosionsschicht. Problematisch können Schraubverbindungen werden, sobald sie einmal gelöst wurden. Es ist nahezu ausgeschlossen, dass die Kontakte beim Wiederanschrauben in absolut identischer Weise zueinander liegen. Oxidschichten auf Schraube, Kabel und Gehäuse sorgen dann für einen nennenswerten Übergangswiderstand.

## LITZE ODER DRAHT?

Alle Messungen zeigen, dass, was die Leitfähigkeit betrifft, im Bereich der Modellbahn kein Unterschied zwischen Litze und Draht gemacht werden muss. Kupferner Draht hat den Vorteil, einmal gebogen in der richtigen Form zu bleiben. Bei bewegten bzw. mechanisch wechselnd belasteten Verbindungen besteht jedoch immer die Gefahr des Bruchs. Der Anschluss von Draht ist einfach vorzunehmen, insbesondere die Schneid-Klemmtechnik kann ihre Stärken hier ausspielen.

Litze setzt sich aus vielen dünnen Einzeldrähten zusammen und hat den Vorteil, flexibel und beweglich zu sein. Verglichen mit normalem Draht, ist der Aufwand zur Herstellung widerstandsarmer Verbindungen jedoch hö-

her. Bei der unbewehrten Montage in Schraubverbindungen besteht immer die Gefahr, dass einzelne Drähtchen zerquetscht werden und abbrechen oder aber gar nicht in dem Bereich, der von der Schraube erfasst wird, zum Liegen kommen. Herausstehende Drähtchen können Brücken zu Nachbarkontakten bilden – schwer zu findende Fehler, insbesondere, wenn sie unregelmäßig auftreten. Daher ist es in jedem Fall sinnvoll, vor dem Verschrauben Aderendhülsen aufzuquetschen. Diese fassen alle Litzenelemente mechanisch zusammen und bilden die beste Voraussetzung für einwandfreie Anschlüsse. Das Verlöten des Litzenendes vor der Verschraubung ist keine Alternative, birgt im Gegenteil sogar Gefahren in sich. Lötzinn kann zwischen den dünnen Drähtchen bis in den nicht abisolierten Kabelbereich aufsteigen und diesen versteifen. Wie bei normalem Draht besteht jetzt eine gesteigerte Bruchwahrscheinlichkeit bei mechanischer Belastung.

Lötzinn ist relativ weich und beginnt unter dem hohen Druck der Verschraubung zu fließen. Die Verbindung ist in kürzester Zeit wieder locker. Bei nicht korrekt durchgeführter Verzinnung des Kabelendes können Flussmittelrückstände entstehen, die zusammen mit der Luftfeuchtigkeit stark korrosiv insbesondere auf Kupfer wirken. Der betroffene Abschnitt des Kabels wird immer hochohmiger.

Tobias Pütz



**F**ür eine sehr kleine Heimanlage reichen ein klassischer Trafo oder das digitale Steuergerät aus einer Startpackung sowie handgestellte Weichen, um viel Freude mit der Eisenbahn haben zu können. Bei größeren Anlagen sind hingegen fallweise echte Herausforderungen zu bewältigen. Dies gelingt nur mit vernünftiger Planung und passender Technik. Leider gibt es kein Stück für Stück abarbeitbares allgemeines Rezept hierzu, denn jede Anlage hat ihre eigenen und spezifischen Anforderungen.

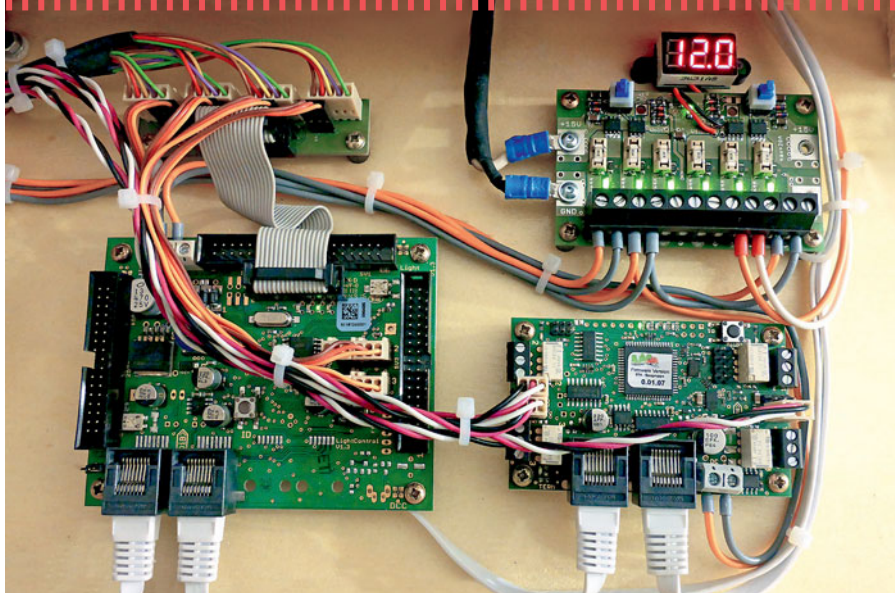
Es gibt jedoch ein paar physikalische Größen, die bei jedem Anlagenbau gleich sind und die beachtet werden sollten. Um die sich daraus ergebenden allgemeinen Regeln (oder technisch bezeichnet: „Das Pflichtenheft der digitalen Modellbahn“) soll es im Folgenden gehen:

## ABSCHNITTE BILDEN

Der erste Schritt bei der technischen Planung (wenn also der Gleisplan und das Betriebskonzept etc. feststehen) sollte darin bestehen, die Anlage in Leistungsabschnitte aufzuteilen, die von jeweils einem eigenen Booster (mit eigenem Netzteil!) versorgt werden. Moderne Fahrstrombooster haben ein internes Booster-Management und melden die Betriebsdaten (Spannung, Strom und Temperatur) an ein steuern-des PC-System.

Damit kann eine dort installierte Software einen Boosterausfall, einen Kurzschluss oder eine drohende Überlastung des Boosterkreises erkennen, Maßnahmen einleiten und somit eine Gesamtabstaltung wegen Überlastung vermeiden. Eine solche Software schickt, wenn dort die Leistungsgrenze erreicht ist, keinen weiteren Zug in den betroffenen Boosterabschnitt, sondern hält ihn vorher an. Es geht natürlich noch einen Schritt intelligenter: Hat das Steuerungsprogramm eine Ausweichroute z.B. über eine Nebenbahn gefunden, kann die Nutzung dieser Umfahrung den Anlagenstillstand verhindern.

Für dieses intelligente Booster-Management ist natürlich ein geschicktes Trennen und Aufteilen von Boosterkreisen die Voraussetzung. Hier kann



## EMV-gerechte Anlagenverkabelung

# SAFETY FIRST!

Wenn man eine neue Modellbahnanlage bauen will, reicht es nicht, Gleispläne und Landschaftskonzepte zu entwickeln. Auch auf technischer Seite gehört eine gut durchdachte (u.a.) Elektrik-Planung dazu, um einen sicheren und störungsfreien Anlagenbetrieb zu erreichen. Christoph Schörner ist einer der Väter von BiDiB, entwickelt professionelle Modellbahn-Elektronik und beschreibt hier aus seiner Praxis heraus, welche Aspekte man bei der Verkabelung besonders beachten sollte, insbesondere wenn man Digital fahren will.

man gut nach dem Standardkonzept „Hauptbahn, Nebenbahn“ oder „rechtes Hauptbahngleis, linkes Hauptbahngleis, Nebenbahn“ vorgehen. Liegt ein Bahnhof oder Schattenbahnhof in der Strecke, sollte man diesen auch nach Ausfall eines Boosters durchfahren können.

Entweder zieht man die Streckenbooster durch den Bahnhof hindurch oder zwei zusätzliche Booster versorgen den Bereich.

Bei der Aufteilung in Boosterabschnitte muss man auch den benötigten Strom betrachten. Dieser ist vom fahrenden Material abhängig, wobei Spurweite, Rauchgeneratoren, Sounddecoder oder beleuchtete Wagen etc. zur Rechnung beitragen. Die Stromentnahme aus einem Booster sollte bei voller Auslastung auf ca. 75% seines Maximalstroms ausgelegt werden. Die restlichen 25% sind Reserve, falls doch

einmal ein Zug mehr in den versorgten Abschnitt gefahren wird.

Grundsätzlich ist immer ein Overhead notwendig, da es beim Überfahren von Boostergrenzen zu einem Lastausgleich zwischen dem bisherigen und dem neuen Booster kommt.

## BLÖCKE WIE BEIM VORBILD

Sind die Boostergrenzen definiert und ist auch die beidseitige Schienentrennung im Gleisplan vermerkt, kann mit dem Aufteilen in Streckenblöcke begonnen werden.

Jeder Block besteht aus mindestens einem Fahr- und einem Halteabschnitt mit je einem eigenen Belegtmelder. Für einen sicheren automatischen Betrieb heißt das: Je Block und Fahrtrichtung sind zwei Belegtmelder nötig.

In zahlreichen Foren und Beiträgen wird häufig von einem Einmelderbe-



trieb berichtet. Das ist zwar technisch machbar und es funktioniert im Betrieb mit einer guten Weg-Zeit-Berechnung auch. Aber: Nur ein Melder je Block ist – gerade auch in Situationen, in denen der reguläre Betrieb unterbrochen war – nicht betriebssicher. Im sichtbaren Bereich ist zusätzlich ein Bremsabschnitt mit eigenem Melder einzuplanen. Dieser dritte Melder ermöglicht ein sicheres Zielbremsen auf den gewünschten Punkt auch nach Störungen im Betrieb.

Erfahrungen aus dem Anlagenbau (Spurweite H0) haben gezeigt, dass ein Haltmelder 30 cm vor dem Signal platziert werden sollte. Bei langen Blöcken (z.B. Paradegeleise) sollte eine Trennung etwa 150 cm vor dem Signal erfolgen und ein extra Belegtmelder zur Bremsenleitung vorgesehen werden. Große Streckenabschnitte, die länger als 600 cm sind, sollten besser in zwei Blöcke bzw. einen Block mit mehreren Meldeabschnitten aufgeteilt werden. Diese größere Auflösung an Positionsmeldungen verbessert die Fehlerkorrektur in der Weg-Zeit-Berechnung des PC-Steuerprogramms und fördert das punktgenaue Anhalten am Signal erheblich.

Weichen sollten bis über das Grenzzeichen hinaus („bis zum Radsatz“) aus den Blöcken herausgenommen und mit einem eigenen Melder ausgerüstet werden. Dies ist sinnvoll, da die Weiche so als betrieblich eigenständige Einheit betrachtet werden kann. Wird ihre Belegung getrennt erfasst, ist ihre Befahrbarkeit nicht von einem (vielleicht sehr langen) daranhängenden Abschnitt abhängig. Stattet man auf der anderen Seite einzelne Weichen oder gar ganze Weichenfelder nicht mit einem Melder aus, fährt ein Zug dort in ein schwarzes Loch. Je nach verwendetem PC-Steuerprogramm kann dies zu unkontrollierten Ereignissen führen. Für eine Beleg- und RailCom-Meldung ist es wichtig, dass alle Gleisabschnitte den gleichen Spannungsabfall haben. Sonst kommt es bei der Überfahrt von einem zum anderen Abschnitt zu Nachrichtenverlusten. Hieraus folgt, dass es beim Einsatz von RailCom keine ungemeldeten Abschnitte geben darf.

Zusätzliche Meldeabschnitte ziehen allerdings ein Mehr an Meldern nach

sich und erhöhen den finanziellen Aufwand für die Elektronik. Eine spätere Einbringen der Abschnitttrennungen und z.B. ein Nachverkabeln der Weichen ist jedoch meist schwierig. Es ist daher sinnvoll, die „Vollausstattung“ zumindest durchzuplanen. In der ersten Ausbaustufe werden dann manche Abschnitte auf der Kabelseite sinnvoll zusammengefasst. So kann man auch testen, wie weit die eigene Toleranz geht: Gelegentliche Blocksperrungen, weil ein durchgerutschter Zug den Ablauf beeinträchtigt? Oder doch ein automatischer Anlagenbetrieb, bei dem nur selten ein Eingreifen notwendig ist?

## ES FUNKT ÜBERALL

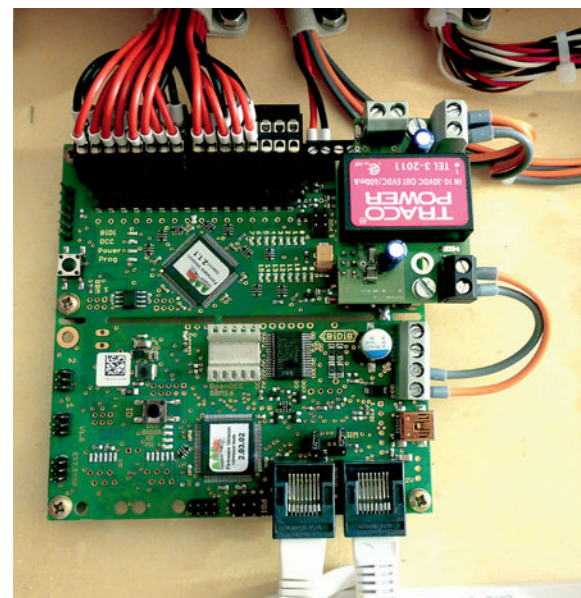
Bei Ausstellungsanlagen muss man mit Zuschauern rechnen. Die haben fast alle ein Handy dabei. Das hat zur Folge, dass in Ausstellungsräumen ein ziemliches Mobilfunkaufkommen herrscht. Hier werden viele Leser denken: „Ich baue keine Ausstellungsanlage und befinde mich alleine in meinem Modellbahnraum.“

Aber ist das wirklich so? Mit dem Aufkommen der ständigen Vernetzung unterhalten sich inzwischen viele Medien über Bluetooth, WLAN oder andere Nahfeld-Kommunikationen. Das wirkt sich im privaten Hobbyraum genauso aus wie im Vereinsheim bei der Großanlage. Eine EMV-sichere Verkabelung vom Gleis ausgehend bis zum angrenzenden Bussystem kann deshalb modellbahnlebensnotwendig sein.

Ein Gleis- bzw. Meldeabschnitt sollte mehrfach eingespeist werden und dies mindestens an beiden Enden des Meldeabschnitts mit verdrehten Kabeln. Ich wurde schon häufig gefragt, warum ich diesen großen Aufwand empfehle. Der Grund ist, dass Neusilber (das Material der Schienen) eine relativ schlechte Leitfähigkeit hat, die sich als Spannungsverlust (ohmscher Verbraucher) bemerkbar macht. Die Schienenverbinder, die Gleisstücke untereinander verbinden, sind weitere Schwachstellen, die zudem erst mit zunehmendem Alter zum Vorschein kommen. Deswegen sollte der Fahrstrom mindestens alle 1,5 m von einer unter dem Gleis parallel laufenden Leitung eingespeist werden. Alle DCC-Leitungen sind als verdrehte

## KEHRSCHEIFEN

Man findet auf dem Markt Kehrschleifenmodule, die bei einem Micro-Kurzschluss umschalten und Module, die nach dem Sensor-Prinzip arbeiten. Im digitalen Betrieb sollten Kehrschleifen kurzschlussfrei durchfahren werden. Auch ein Micro-Kurzschluss ist eine ständige und wiederholte Belastung für Schiene, Radkontakte und elektrisches Material. Je nach Kurzschlussdauer und Reaktionszeit des Boosters führt ein Micro-Kurzschluss auch zu dessen Abschalten. Diese Unsicherheit und die unnötige Materialbelastung haben auf einer betriebssicheren Modellbahnanlage nichts zu suchen.



Ein OpenDCC-Gleisbelegtmelder besteht aus einem Leistungsteil mit Boosterfunktion für die RailCom-Detektion und dem Sensorteil für die Belegungserkennung. Oben werden bis zu 16 verdrehte Adernpaare für bis zu 16 Gleisanschlüsse montiert.

Die mit „Traco Power“ beschriftete Schaltregler-Platine erzeugt eine lokale 5-V-Spannung aus der höheren allgemeinen Versorgungsspannung (orange-grau).

Leitung zu verlegen, auch die Leitungen vom Melder zum Gleis. Der Sternpunkt für das gemeinsame „Gleis-DCC“ ist beim Melder zu platzieren. Mit diesem Vorgehen vermeidet man Störüberlagerungen bei den Hin- bzw. Rückströmen.

Der Spannungsabfall am Gleis soll die Funktion der Fahrzeuge nicht beeinflussen. Hier spielt auch der Querschnitt des Leiters eine entscheidende



de Rolle. Für die Spurgröße H0 ist ein Spannungsabfall von 0,5 V bei 1 A als tolerierbar eingestuft, deshalb ist ein empfohlener Querschnitt für die Leitungspaare vom Rückmelder zum Gleis 0,8 mm<sup>2</sup>. Für diese Größe sind die Anschlussklemmen der meisten Gleisbelegtmelder vorkonfektioniert.

Die korrekte Verkabelung endet jedoch nicht bei den Gleisbelegtmeldern, sondern setzt sich mit der Wahl des richtigen Bussystems fort. Die gesammelten Informationen von den Belegtmeldern und die Steuerbefehle von der Zentrale müssen sicher an ihren Zielen ankommen. Die am Markt verfügbaren Steuer- und Meldebusse sind unterschiedlich auf Funktion und Sicherheit ausgerichtet. Hat man noch die Wahl, sollte man sich für ein Bussystem entscheiden, das auf einer industriereproben und störresistenten Technik, z.B. RS485, basiert. Genau dies hat uns unter anderem dazu bewegt, den Modellbahnbus „BiDiB“ zu entwickeln.

## STROMVERSORGUNG DER ANLAGE

Dieses sehr heikle Thema, bei dem man als Nichttechniker viel falsch machen kann, würde ich in zwei Kategorien aufteilen: einfach und schwierig.

Einfache Version: Handelt es sich um eine kleine Tischanlage und möchte man kein technisches Risiko eingehen, verwendet man am besten Steckernetzteile mit einer maximalen Leistung von 60 W. Diese Netzteile können kleinen Versorgungsbereichen zugeteilt und jeweils direkt mit den Baugruppen verbunden werden. Bei einer 12-V-Gleichspannung liefert ein solches Netzteil einen maximalen Strom von 5 A. Dieser Strom ist im Netzteil mit einer internen Kurzschlussüberwachung abgesichert. Die Baugruppen werden mit einem Querschnitt von 1,2 mm<sup>2</sup> verbunden. Bei einem Kurzschluss verkraften die Kabel dann die anfallende Verlustleistung. Die Richtlinien für eine Brandsicherung sind somit erfüllt.

Schwieriger wird es, wenn eine größere Anlage versorgt werden soll. Hier sind nach dem beschriebenen Konzept eine ganze Reihe solcher 60-W-Schaltnetzteile im Einsatz und meist parallel mit der gleichen Steckdose verbunden. Jedes Schaltnetzteil produziert beim Einschalten kurzzeitig einen hohen Anlaufstrom auf

der 230-V-AC-Seite. Je nach Ausgangsleistung kann das ein Impuls von über 70 A sein. Starten nun mehrere Schaltnetzteile gleichzeitig, lösen die Leitungsschutzschalter (Sicherung in der Hausverteilung) aus.

Bei einer Großanlage kann das Problem des Anlaufstroms durch Verwendung von größeren Schaltnetzteilen mit

mischen Überbelastung von Leitungen führen, was im schlimmsten Fall in einen Anlagenbrand mündet: Ein Kabel könnte heiß werden und entflammbares Material in der Umgebung mehr und mehr erwärmen, bis sich dieses – am besten spät nachts in einer unbeaufsichtigten Stunde – entzündet und es so zum offenen Feuer auf der Anlage kommt. Man sollte dem

### WIE VIELE SCHALTNETZTEILE AN EINER SICHERUNG?

Mit einer einfachen Formel lässt sich die Anzahl der Schaltnetzteile berechnen, die maximal an einem Leitungsschutzschalter (Sicherung) anliegen dürfen:

$$\text{Anzahl der Netzteile} = (I_{\text{nom}} * M * k) / (I_{\text{max}})$$

- $I_{\text{nom}}$  = Nominalstrom der Sicherung. Zum Beispiel bei einer Sicherung B16 ist der  $I_{\text{nom}} = 16\text{A}$ .
- $M$  = Multiplikationsfaktor in Abhängigkeit der Schaltcharakteristik der Sicherungskategorie (für B-Klassen ist es der Faktor 3, für C-Klassen 5 und für D-Klassen 10).
- $k$  = Sicherheitsfaktor, der in Abhängigkeit des Schaltverhaltens der Sicherung und des Einschaltstromimpulses von den Herstellern der Sicherungen und Leitungsschutzschalter angegeben ist. Dieser Faktor ist in den Datenblättern des Sicherungsherstellers enthalten.

Für ein Beispiel nehmen wir einen Einschaltstromimpuls von 600 µs und einen sich daraus ergebenden k-Faktor von 4,2 an. Der  $I_{\text{max}}$ , der beim Einschalten entsteht, lässt sich messen. In der Regel ist der Wert auch dem Datenblatt des Herstellers des Schaltnetzteils zu entnehmen. Für das Beispiel gilt der Wert  $I_{\text{max}} = 30\text{ A}$ .

Somit ergibt sich folgende Rechnung:

$$\text{Anzahl der Netzteile} = (16 * 3 * 4,2) / 30 = 6,72$$

Das bedeutet, dass man maximal sechs Schaltnetzteile mit einem Einschaltstrom von  $I_{\text{max}} = 30\text{ A}$  und einer Impulsdauer von 600 µs an eine Sicherung der Klasse B16 anschließen darf, um ein Auslösen der Sicherung beim Einschalten der Netzteile zu vermeiden.

Eine Möglichkeit, die Anzahl der Schaltnetzteile zu erhöhen, besteht unter anderem in der Auswahl einer anderen Sicherungskategorie (beispielsweise Klasse C oder D). Das geht aber nur, wenn der Gesamtplan der Stromverteilung dieses auch zulässt. Einfacher ist es hingegen, die Netzteile auf weitere Sicherungsautomaten zu verteilen oder getrennt voneinander (nacheinander) einzuschalten.

einem höheren Ausgangsstrom reduziert werden. Das scheint im ersten Moment widersinnig, ist es aber nicht, denn der Anlaufstrom hängt nur in geringerem Maße von der Ausgangsleistung eines Netzteils ab, sondern primär von der verwendeten Schaltungstechnik. Hochwertige Schaltnetzteile verfügen z.B. über eine Leistungsfaktorkorrektur (PFC), die das störende Verhalten verringert. In Summe heißt das: Weniger Netzteile verwenden, diese dafür hochwertig und leistungsstark.

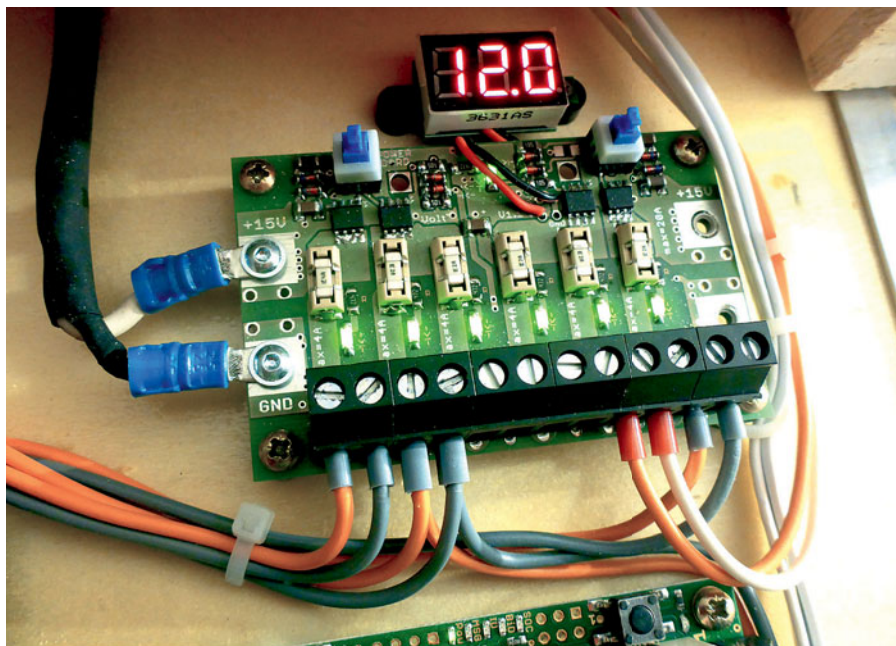
Solche Netzteile weisen oftmals keine geeignete Absicherung gegen den Kurzschlussfall auf. Ein solcher Fehlerfall muss vom Anwender getrennt abgesichert werden, was etwas Verständnis der Technik erfordert. Eine Missachtung der Absicherungsmaßnahmen kann zu einer ther-

Thema „Kurzschlusssicherung“ also mit einer gewissen Achtung begegnen. In unserem OpenDCC-Arbeitskreis wurde ein Powerboard entwickelt, das als Stromverteiler für Gleichspannungen im Modellbahnbereich eingesetzt werden kann. Es können damit mehrere Baugruppen (z.B. GBM oder LightControls) aus einem gemeinsamen, leistungsstarken Schaltnetzteil versorgt werden, ohne dabei Probleme mit thermischen Lasten, wie sie besonders im Kurzschlussfall auftreten, zu bekommen. Das Powerboard kann bis zu sechs Ausgänge bereitstellen, die über vier MOSFET-Schalter in zwei Gruppen geschaltet werden können. Jeder Ausgang ist einzeln abgesichert und kann dabei je nach verwendeter Sicherung zwischen 0,25 A und 4 A Dauerstrom bereitstellen.



Der maximale Eingangsstrom beträgt 20 A. Das Powerboard verteilt Gleichspannungen zwischen 12 und 24 V. Durch das Softstartverhalten werden die Ausgänge zeitlich verzögert zugeschaltet, sodass Baugruppen mit einer großen Eingangskapazität keine zusätzlichen Stromspitzen hinterlassen. Die Versorgungs- und Masseleitungen zu den einzelnen Verbrauchern sollten entsprechend dem jeweils über die Sicherung eingestellten Strom dimensioniert sein und in allen Bereichen denselben Querschnitt aufweisen.

Unabhängig vom Powerboard ist es empfehlenswert, bei einer größeren Anzahl von Steckernetzteilen (Großanlage/Vereinsanlage), einen gemeinsamen sekundärseitigen Masseanschluss aller Netzteile mit einem Querschnitt 2,5 mm<sup>2</sup> separat mit dem Haus-Erder zu verbinden. Dadurch werden die Leckströme der Entstörkondensatoren in den Schaltnetzteilen abgeleitet und führen nicht zum



Das Powerboard verteilt den Strom von einer kräftigen Quelle auf bis zu sechs einzeln und unterschiedlich abgesicherte Verbraucher. (<https://www.fichtelbahn.de/powerboard.html>)

## WARUM VERDRILLEN?

Ist das Verdrillen wirklich erforderlich? Die Antwort lautet: „Technisch nein, es geht auch ohne. Aber wenn man es richtig machen will, dann ja!“ Warum ist das so? Strom fließt immer im Kreis, d.h. jeder Strom hin zu einem Verbraucher (z.B. einer Lok) hat auch irgendwo sein Gegenstück vom Verbraucher zur Stromquelle (in unserem Fall der Booster). Fließender Strom verursacht ein Störfeld, dessen Auswirkungen u.a. von der zwischen Hin- und Rückleiter eingeschlossenen Fläche bestimmt werden. Daher ist es sehr sinnvoll, diese Fläche zu minimieren.

Beispiel: Werden die Gleisabschnitte nur einseitig eingespeist und über die Gegenschiene und einen gemeinsamen Leiter zurück zum Booster verbunden, entspricht die eingeschlossene Fläche einem großen Teil des Boosterbereichs.

Realisiert man eine EMV-gerechte Verkabelung und speist die Gleisanschlüsse beidseitig mit verdrehten Zuleitungen, ist die eingeschlossene Fläche nur der Abstand zwischen den beiden verdrehten Leitungen: Das Störfeld ist minimiert.

Aufbau einer bei Berührung der Anlage merkbaren Spannung. Wenn man die aufgeführten Punkte bei der Anlagenverkabelung beachtet, sollte einem erfolgreichen Hobby mit viel Spaß am sicheren Anlagenbetrieb nichts im Wege stehen.

Christoph Schörner

In der nächsten DiMo setzt Christoph Schörner genau hier an, schreibt über die Funktionen, die technischen Ausführungen und den betriebssicheren Aufbau von Bussystemen und Meldern.

## Unsere Fachhändler im In- und Ausland, geordnet nach Postleitzahlen



Modellbahn-Center • **EUROTRAIN** Idee+Spiel-Fachgeschäft • Spielzeugring-Fachgeschäft

FH = Fachhändler • RW = Reparaturdienst und Werkstätten • H = Hersteller • A = Antiquariat • B = Buchhändler • SA = Schauanlagen

### 10589 Berlin

**MODELLB. am Mierendorffplatz GmbH**  
Mierendorffplatz 16  
Direkt an der U7 / Märklin-Shop-Berlin  
Tel.: 030 / 3449367 • Fax: 030 / 3456509  
[www.Modellbahnen-Berlin.de](http://www.Modellbahnen-Berlin.de)  
**FH EUROTRAIN**

### 42289 Wuppertal

**MODELLBAHN APITZ GMBH**  
Heckinghauser Str. 218  
Tel.: 0202 / 626457 • Fax: 0202 / 629263  
[www.modellbahn-apitz.de](http://www.modellbahn-apitz.de)  
**FH**

### 58135 Hagen-Haspe

**LOKSCHUPPEN HAGEN HASPE**  
Vogelsanger Str. 36-40  
Tel.: 02331 / 404453 Fax: 02331 / 404451  
[www.lokschuppenhagenhaspe.de](http://www.lokschuppenhagenhaspe.de)  
office@lokschuppenhagenhaspe.de  
**FH/RW**

### 71720 Oberstenfeld

**SYSTEM COM 99**  
**Modellbahn-Zentrum-Bottwartal**  
Schulstr. 46  
Tel.: 07062 / 9788811  
[www.Modellbahn-Zentrum-Bottwartal.de](http://www.Modellbahn-Zentrum-Bottwartal.de)  
**FH/RW EUROTRAIN**

### 40217 Düsseldorf

**MENZELS LOKSCHUPPEN**  
**TÖFF-TÖFF GMBH**  
Friedrichstr. 6 • LVA-Passage  
Tel.: 0211 / 373328  
[www.menzels-lokschuppen.de](http://www.menzels-lokschuppen.de)  
**FH/RW EUROTRAIN**

**Erfolgreich werben  
und trotzdem sparen:**



**Tel.: 081 41/53481-153**

### 67146 Deidesheim

**moba-tech**  
**der modelleisenbahnladen**  
Bahnhofstr. 3  
Tel.: 06326 / 7013171 • Fax: 06326 / 7013169  
[www.moba-tech.de](http://www.moba-tech.de) • info@moba-tech.de  
**FH/RW**

### 75339 Höfen

**DIETZ MODELLBAHNTECHNIK**  
**+ ELEKTRONIK**  
Hindenburgstr. 31  
Tel.: 07081 / 6757  
[www.d-i-e-t-z.de](http://www.d-i-e-t-z.de) • info@d-i-e-t-z.de  
**FH/RW/H**



Vereinsmodule praxisgerecht verkabelt

# DURCHGÄNGIGES FARBKONZEPT

Nachdem ich (nachgerechnet) seit neun Jahren Modulrohbauten im Keller hatte, beschloss ich, die einstmals begonnene Baustelle endlich fertigzustellen. Da diese Module später im Verein eingesetzt werden sollten, war mit Transportreplern sowie einer starken Beanspruchung durch zahlreiches Auf- und Abbauen zu rechnen. Entsprechend robust mussten die Module und auch ihre Elektrik ausfallen.

**E**inige der Module besitzen mehrere Meldeabschnitte zur Belegterkennung. Außerdem speise ich pro Schiene zweimal ein, um einen Komplettausfall der Stromversorgung durch Abreißen der Lötstellen (bedingt durch Ausdehnung der Schienenstücke bei wechselnden klimatischen Bedingungen) möglichst zu vermeiden. Zusammen sorgen diese Maßnahmen natürlich für eine Menge Adern unter den Modulen, schon ohne die zusätzliche Verkabelung für andere Verbraucher wie Straßenlaternen, Blinklichter etc. zu berücksichtigen. Einer meiner Ansprüche an die Elektrik ist daher, einen systematischen und übersichtlichen Aufbau zu haben, der eine Fehlersuche oder das Einbringen von Änderungen erleichtert.

Zentral unter den Modulen habe ich jeweils einen zweireihigen Block mit je zwölf durchverbundenen Klemmen angeschraubt. Die ersten beiden Pole dienen der Weiterleitung des DCC-Signals zu den Modulenden. Hier hatte ich etwas Probleme, die von mir bei den Kabeln vorgesehenen großen Querschnitte in die Klemmen zu bekommen. Diese sind für 2,5-mm<sup>2</sup>-Adern eigentlich schon etwas zu klein. Aderendhülsen vergrößern den Durchmesser eher noch zusätzlich.

Auf dünnere DCC-Kabel konnte und wollte ich nicht ausweichen, denn mein Verein hatte die großen Querschnitte festgelegt. Auch war der Einsatz einer

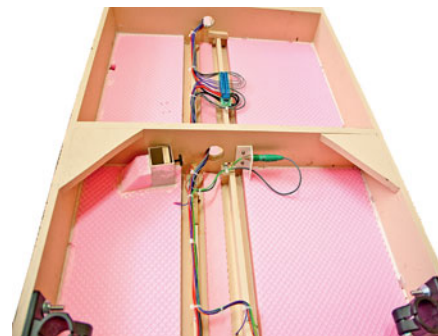
Lötleiste statt der Klemmen keine Option: Eine Verteilung mit Schraubklemmen oder push-in-Technik hat den Vorteil, dass weder unter der Anlage über Kopf gelötet werden muss noch etwas zerstört wird beim zeitweiligen Abklemmen einer Ader zur Fehlersuche.

Da mir die rückseitigen Leiterbahnen der Klemmenblöcke vergleichsweise dünn vorkamen, habe ich die Leiterbahnen der ersten beiden Kontakte jeweils mit einem aufgelöteten Stück 1,5-mm<sup>2</sup>-Kupferdraht verstärkt. Somit ist die Hauptleitung durchgehend von großem Querschnitt.

## FARBCODE

Der Farbcode der Einzeladern ist nicht genormt, aber ich wollte zumindest bei meinen Modulen eine durchgängige Systematik haben. Die verwendeten Farben Violett (rechte Schiene), Grau (linke Schiene), Gelb (Herzstücke) und Grün (Meldeabschnitte) richteten sich nach Vohandensein und Verfügbarkeit in meinem Kabelvorrat. Die DCC Hauptleitungen sind abweichend rot und schwarz statt violett und grau.

Die Zuleitungen zu den Gleisen habe ich zuerst mit 0,5-mm<sup>2</sup>-Adern hergestellt. Dies hat sich aber als nicht praktikabel erwiesen. Die Adern sind etwas zu steif und zu dick, lassen sich darum schlechter biegen und benötigen größere Löcher im Trassenbrett. Auch las-



Die zentrale Kabelführung direkt unter den Gleisen (bei der EDV hieße das „backbone“) lässt rechts und links der Trasse viel Raum für Einbauten, hier z.B. ein Signalschacht an der Abzweigweiche.

sen sie sich schlecht zwischen Schiene und Trassenbrett halten, wenn man die Kabel von unten an die Schienen löten möchte. Weiterhin wird der Kabelstrang durch die große Anzahl an Zu-

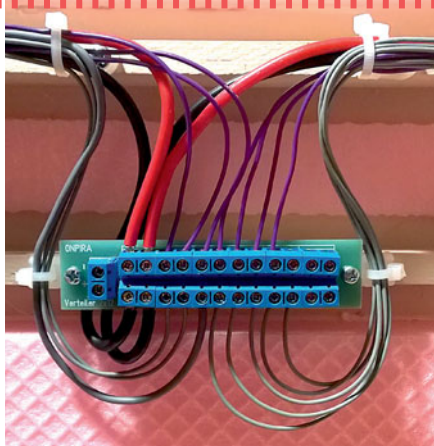
## DER FARBCODE

Violett	rechte Schienen
Grau	linke Schienen
Gelb	Herzstücke
Grün	Meldeabschnitte
Rot	DCC
Schwarz	DCC

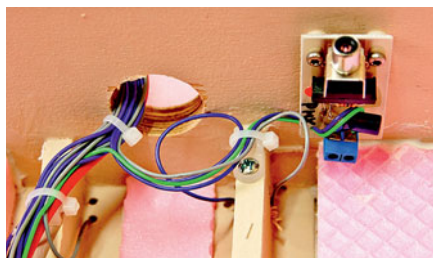


Am Verstärkungsbrett in der Mitte ist ein Winkel montiert, der eine grüne Buchse-Kabel-Stecker-Kombination für wahlfrei einzuschleifende Meldeabschnitte enthält.

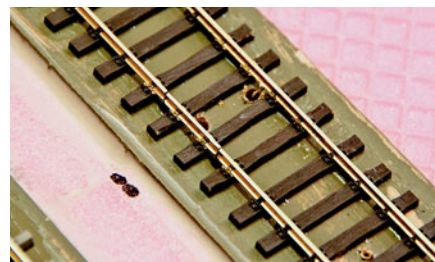




Ein zentraler Klemmenblock nimmt die Kabel auf. Links erkennt man die DCC-Speiseleitung in Form des dicken roten und schwarzen 2,5-mm<sup>2</sup>-Kabels.



Saubere Kabelführung innerhalb eines Moduls: Rechts erkennt man eine Cinch-Buchse, die dem Anschluss fest eingebauter Gleiskontakte dient.



Ein kurzer Meldeabschnitt („Schnippelkontakt“) über zwei Schwellen hinweg wurde mit einer 0,14-mm<sup>2</sup>-Ader angeschlossen.

leitungen dicker und damit auch wieder unhandlicher bei der Montage.

Bei späteren Modulen habe ich zu 0,14-mm<sup>2</sup>-Adern gewechselt, die wesentlich leichter zu handhaben sind. Bei den kurzen Leitungslängen, die hier verbaut werden, erwarte ich keine relevanten Verluste, erst recht nicht bei doppelter Einspeisung. Die einzelnen Adern wurden zum Schluss passend abgelängt, im Klemmenblock an die richtige Klemme geschraubt, mit Kabelbindern gebündelt und an Kabelhaltern fixiert.

Die Module sind untereinander mittels 4-mm-Büchelsteckern und -Buchsen verbunden. Damit die DCC-Leitungen an den Modulenden von Druck und Zug entkoppelt sind, habe ich diese an passend abgelängten und mit Bohrungen versehenen L-Winkeln befestigt. Die Bohrungen habe ich in ca. 3 cm

Abstand angebracht, damit einerseits genug Raum zum Stecken bleibt, andererseits der Winkel das Zusammenschrauben der Module mit Flügelmuttern nicht behindert.

Bei fest eingebauten Gleiskontakten (sogenannte Schnippelkontakte, <http://fremo-block.sourceforge.net/Schnippi/>) habe ich die Platine für leichteres Einstecken des Cinch-Signalkabels seitlich schräg an den Verstärkungsbrettern angeschraubt. Bei nicht fest eingebauten Meldeabschnitten habe ich eine trennbare Zuleitung verwendet, hier kann bei Bedarf ein Stromsensor ([http://dcc-mueller.de/wire4dcc/sensor\\_d.htm](http://dcc-mueller.de/wire4dcc/sensor_d.htm)) eingeschleift werden. Auch hier habe ich, meinem Farbcode entsprechend, grüne Büchelstecker, grüne Buchsen und grüne Adern verwendet. Wieder schraubte ich die L-Winkel zur Halterung der Buchse schräg an. Der Aufbau der Ver-

kabelung dauert bei meinem Vorgehen natürlich wesentlich länger als bei einer fliegenden Verdrahtung mit Lüsterklemmen. Ich bin mir aber sicher, dass ein systematischer und ordentlicher Aufbau erstens weniger fehleranfällig ist und zweitens – wenn doch nötig – für eine weniger zeitaufwendige Fehlersuche sorgt.

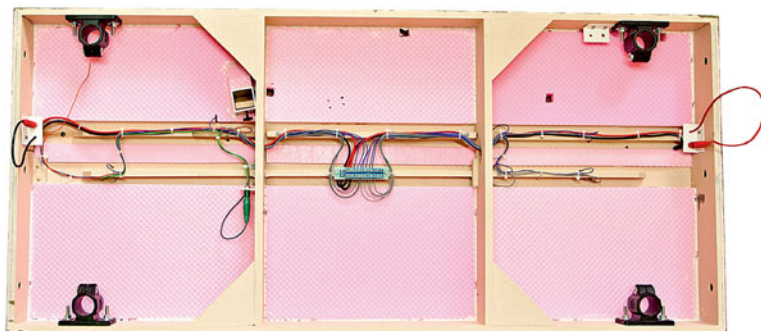
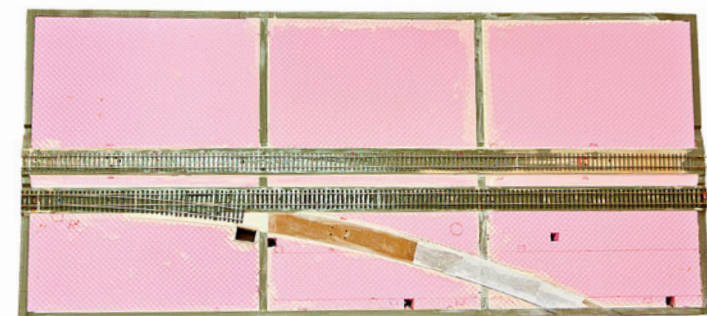
Der Aufbau mit dem mittig geführten Kabelstrang lässt viel Platz für weitere Einbauten, wie zum Beispiel Signalschächte, Weichenantriebe und sonstige elektrische Verbraucher.

## FAZIT

Es gibt sicher viele richtige Wege, seine Anlage, Segmente oder Module zu verkabeln. Hier muss jeder selbst seine Entscheidungen treffen. Ich bin aber überzeugt, dass ein durchgängiges Farbkonzept der verwendeten Adern äußerst wichtig ist. Auch sollte man „vernünftige“ Löt-, Schraub- und Klemmverbindungen statt billiger 2-mm-Bananensteckerchen oder klobiger Lüsterklemmen einsetzen und die Kabel nicht fliegend, frei hängend verwenden, sondern die Adern fest verlegen. Bei aufwendigen Schaltungen oder einer größeren Anzahl an Bauteilen (GBM, Signalbausteine, Weichen- und Servodecoder ...) ist neben dem übersichtlichen Aufbau und einer geplanten Kabelführung auch eine komplette und aktuelle Dokumentation ein Muss.

Wer schon an fremden Modulen Fehlersuche betrieben hat, weiß alle diese Punkte zu schätzen ...

Philipp Kotter



Ein Modul flach von oben und von unten gesehen. Hier wird die effiziente Kabelführung in Relation zur Gleislage deutlich.



SBB 460 von Märklin mit ESU-Decoder und Perfect-Light-Platine aktualisiert

# DIE SBB UND IHRE LICHTER

Davon, dass die Lokbeleuchtungen in der Schweiz nach anderen Regeln als in Deutschland oder Österreich verwendet werden, hört und liest man immer mal wieder. Aber nur in seltenen Fällen ist ein Modell ab Werk so voreingestellt, dass es diesen „Schweizer Lichtwechsel“ zeigt. Dabei ist der gar nicht so schwierig einzustellen. Unsere Märklin-460 soll nicht nur einen neuen Motor und einen neuen Decoder bekommen, sondern natürlich auch ihre Lampen in schweizerischer Manier an- und ausmachen können. Eine hilfreiche Basis dafür ist eine Platine von „Perfect Lights“, die die Lampenansteuerung passend organisiert.

**D**en regelmäßigen Lesern der DiMo sind meine Umbauten älterer Lokomotiven aus dem Hause Märklin bekannt. Meist sind dies Modelle aus meiner Jugendzeit, die meinen Wünschen in Sachen Fahreigenschaften und Funktionen heute nicht mehr entsprechen. Auch auf das Märklin-Modell 34614 trifft das zu. Es wurde als Jubiläumsmodell anlässlich „100 Jahre TCS“ vertrieben; ich hatte es vor vielen Jahren als Geburtstagsgeschenk von meiner Frau bekommen.

Von Haus aus ist die Lok mit einer Universalelektronik für das Märklin Delta- und Digitalsystem in Verbindung mit dem klassischen dreipoligen Allstrommotor ausgerüstet. Zunächst steht der Umbau des Antriebes an. Nach dem Öffnen des Lokgehäuses werden alle Einzelteile des alten Motors und die alte Steuerelektronik komplett entfernt. Auch die mittlere Platine mit den Dioden an der Unterseite für die bisherige Ansteuerung der Beleuchtung sowie die kleine Pla-

tine mit dem Schalter und dem Oberleitungskontakt müssen weichen. Zum Umbau des alten Motors auf den neuen Hochleistungsantrieb benutzte ich den originalen Umbausatz von Märklin mit der Artikelnummer 60941. Darin sind neben einem neuen fünfpoligen Anker auch ein neues Motorschild und alle notwendigen Kleinteile enthalten. Für den eigentlichen Motorumbau war es empfehlenswert, das komplette Drehgestell aus dem Lokrahmen zu entfernen.

Nach Lösen der Senkkopfschraube unter dem Drehgestell und Abschrauben der Kupplungsführung ließ sich die Antriebseinheit bequem nach oben herausnehmen. Der anschließende Tausch der Motorenteile war schnell erledigt. Bei einem solch betagten Modell konnte an dieser Stelle eine Reinigung mit anschließender Neuschmierung der beweglichen Motorteile nicht schaden. Nach dem Einsetzen der beiden Graphitbürsten (wobei unbedingt auf deren richtigen



Sitz zu achten war) konnte ich das Antriebsdrehgestell wieder in den Lokrahmen einbauen.

Besonders zu erwähnen ist, dass die beiden mitgelieferten Entstördrosseln aus dem Märklin-Hochleistungsmotor-Nachrüstset nicht verwendet werden dürfen. Eine Entstörlösung ist auf der Perfect-Light-Platine vorhanden.

Als Nächstes ersetzte ich die beiden Kupplungen der Lokomotive durch stromführende Varianten. Die Firma Märklin bietet im Ersatzteilsegment eine praktische stromführende zweipolige Kupplung an, welche sich bei meinen fest gekuppelten Zuggarnituren schon mehrfach bewährt hat. Das vorverkabelte Kupplungspaar trägt die Ersatzteilnummern E219446/E219447 und passt in den NEM-Normschacht. Nach Einstecken der Kupplungen führte ich die dünnen Leitungen ins Lokgehäuse und verband sie mit der Stromversorgung (Schleifer und Lokrahmen).

## NEUE PLATINE

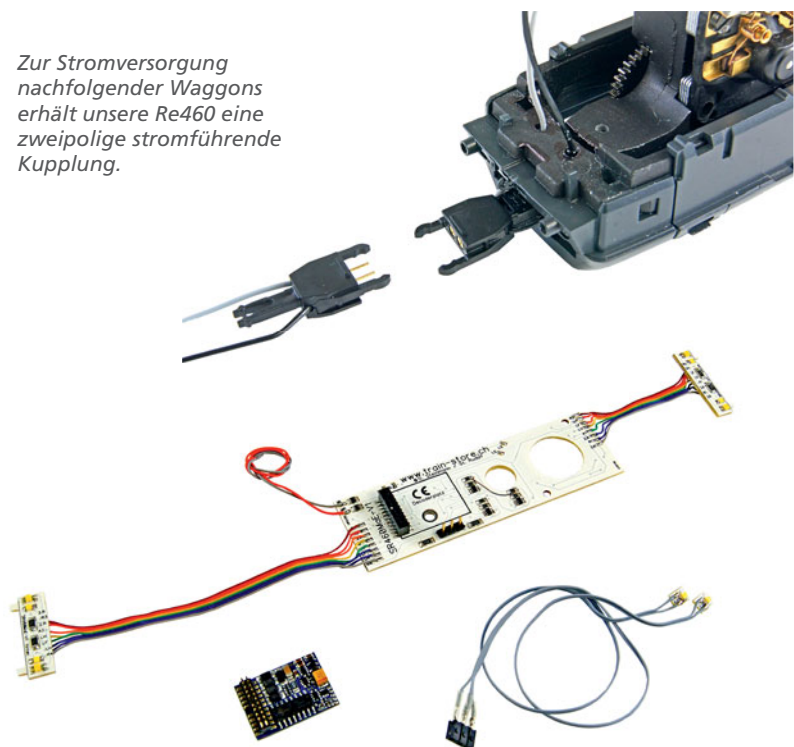
Das Herz der neuen Digitalsteuerung ist die Schnittstellen- und Beleuchtungsplatine SR460Ma-E. Sie besitzt bereits fix und fertig angelötete Beleuchtungsplatinen für die komplexen Fahrlichter auf den Stirnseiten der Lokomotive. Zwei zusätzliche kleine LED-Platinen für eine Führerstandsbeleuchtung, welche an der Hauptplatine aufgesteckt werden, sind auch enthalten. Die Schnittstellenplatine bietet eine Steckerleiste nach PluX22-Standard und erlaubt das direkte Einstecken eines Lok- oder Sounddecoders.

Auf der im Lieferumfang enthaltenen Einbau- und Bedienungsanleitung ist jeder Arbeitsschritt sehr detailliert beschrieben – das gefällt! Aufgrund der vielen Fotos bleiben keine Fragen offen. Ich entschied mich für einen Lokpilot V4.0 DCC von ESU (54617). Lokpiloten werden auch vom Hersteller der Basisplatine empfohlen. Bei Herrn Rudolf im Train Store sind passend fertig programmierte Decoder erhältlich. Doch dazu später mehr.

Zum Einbau der Führerstandsbeleuchtung entfernte ich zunächst die vier Schrauben vom Dach und legte dieses zur Seite. Die beiden Führerstände ließen sich nun aus dem Gehäuse entnehmen. Mit je einem Tropfen Sekundenkleber konnte ich die beiden kleinen LED-Platinen anschließend auf den Sockeln im Lokgehäuse aufkleben. Die Platinen durften dabei nicht überstehen. Die Führerstandsrückwände erhielten je einen kleinen Schlitz zur Durchführung der Anschlussleitungen. Nun konnte ich die Führerstände wieder einbauen. Der gemeinsame Anschlussstecker der beiden LED-Platinchen wurde später auf der Basisplatine eingesteckt. Hätte ich die Führerstände von „vorne“ und „hinten“ vertauscht gehabt, hätte ich den dreipoligen Stecker einfach umdrehen können.

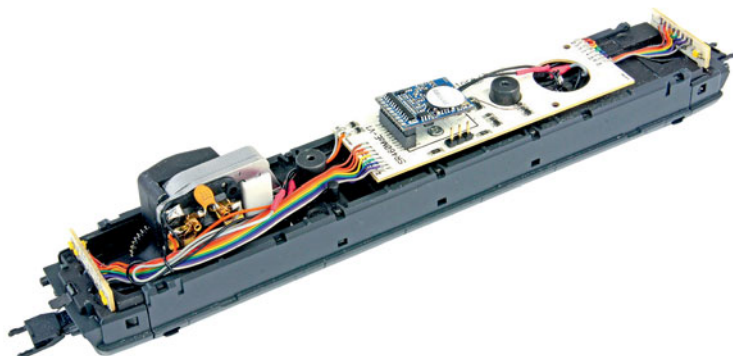
Als Nächstes war die große Schnittstellenplatine auf dem Lokrahmen zu montieren. Durchdachtes Befestigungsmaterial und passendes Zubehör waren im Lieferumfang der Platine enthalten, was eine einfache und gleichzeitig fachgerechte Befestigung der Komponenten sicherstellte. Die beiden neuen Beleuchtungsplatinen für die unteren Stirnlampen der Lokomotiven fanden in den originalen Aussparungen Platz und waren mit einem Tropfen Sekundenkleber leicht zu sichern.

Zur Stromversorgung nachfolgender Waggon erhält unsere Re460 eine zweipolige stromführende Kupplung.

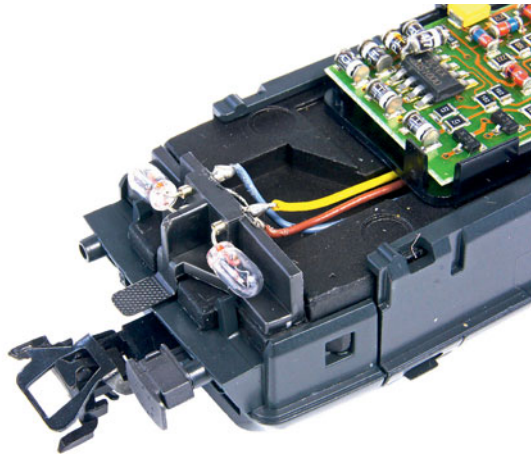


Die Schnittstellen- und Beleuchtungsplatine SR460Ma-E besitzt eine PluX22 Schnittstelle für einen Digitaldecoder. Die Beleuchtungsträger sind fest angelötet. Auch zwei LED-Platinchen für die Führerstandsbeleuchtung sind mit dabei. Der Decoder im Bild (ein Lokpilot V4.0 DCC von ESU) ist nicht im Lieferumfang der Platine enthalten, kann aber beim Train Store mitbestellt werden (auch fix und fertig programmiert).

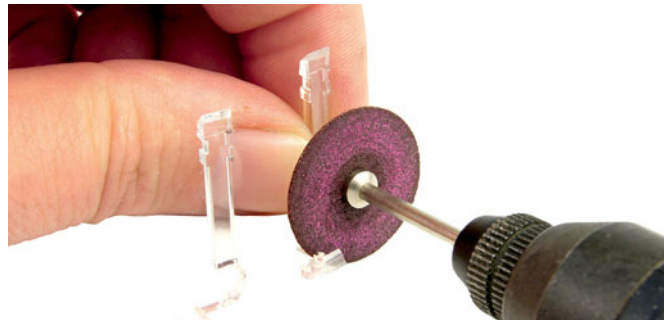
Zur Montage der Führerstandsbeleuchtung müssen die Führerstände ausgebaut werden. Die kleinen Platinen mit den LEDs werden auf die Sockel am Lokgehäuse aufgeklebt.



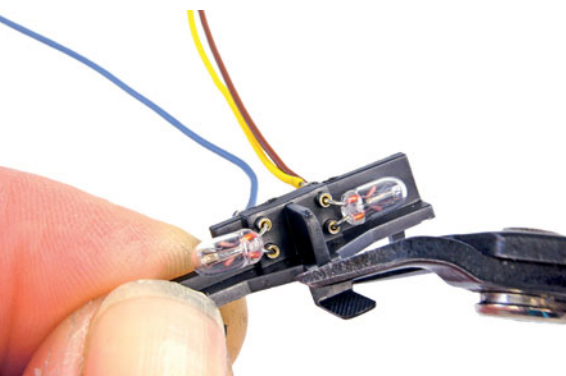
Der neue Hochleistungsmotor mit dem Permanentmagneten ist montiert und auch die Platinen von Perfect Light sind eingebaut sowie der PluX-Decoder eingesteckt. Das Modell ist damit fertig zum Einstellen der Funktionen.



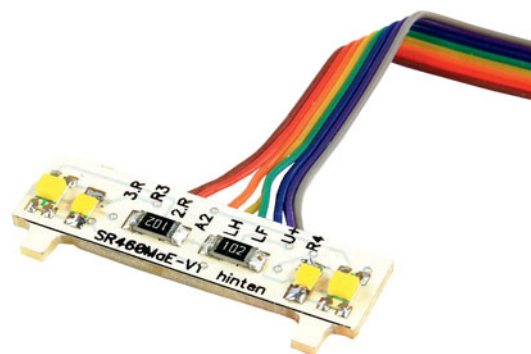
Die alten Beleuchtungseinbauten mit den Glühlampen entfallen. Sie werden durch LED-Beleuchtungsplatinen ersetzt.



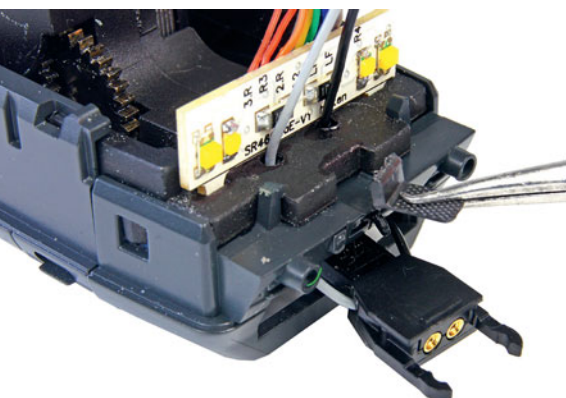
Das obere Spitzenlicht an den Stirnseiten wird mittels eines Lichtleiters beleuchtet. Dieser muss vor der Montage der Beleuchtungsplatinen um 2-3 mm gekürzt werden. Sonst brechen die hinteren SMD-LEDs beim Aufsetzen des Lokomotivgehäuses schnell ab.



Lediglich die an den Lampenhalterungen mit angespritzten Trittbretter werden mit einem Seitenschneider abgetrennt.



Einzelne Beleuchtungsplatinen von Perfect Light können für eigene Anwendungen erworben werden. Dank Duo-LEDs in SMD-Bauweise sind damit nahezu alle Lichtfunktionen des Schweizer Lichtwechsels möglich. Auch 3 x Rot in Fahrtrichtung als Warn- und Störungsanzeige ist schaltbar.



Wenn die neuen Beleuchtungsplatinen montiert sind, können auch die Trittbretter an ihren Platz geklebt werden.

Die rückwärtigen LEDs sitzen dabei bei meinem Modell auf beiden Seiten sehr nah am Lokchassis und sollten ein wenig mehr „Isolationsabstand“ zur Fahrzeugmasse bekommen. Ein kleiner Streifen Isolierband sorgt für zusätzliche Sicherheit. Da die von außen sichtbaren Trittbretter an den komplett entfernten Glühlampenfassungen von Märklin mitangespritzt wurden, trennte ich diese mit einem Seitenschneider ab und klebte sie mit Sekundenkleber an ihre Position am Rahmen.

Vor dem Aufsetzen des Lokomotivgehäuses (auch nur zu Testzwecken) musste ich, wie in der Anleitung beschrieben, unbedingt die beiden Lichtleiter des oberen Spitzenlichts um 2-3 mm kürzen. Hätte ich das nicht getan, hätte ich beim Aufdrücken des Gehäuses riskiert, die hinteren SMD-LEDs der kleinen Beleuchtungsplatinen abzusprengen.

An die vorbereiteten Löt pads auf der Basisplatine musste ich nun nur noch die Motor- und Stromabnahmeleitungen (Schleifer und Lokrahmenmasse sowie Drehgestellmasse vom Antriebsmotor) und parallel dazu die stromführenden Kupplungen anlöten. Die mechanischen Umbauarbeiten hatte ich damit erledigt. Es blieb noch, den Lokdecoder in die Basisplatine einzustecken und anschließend zu programmieren. Als später alle Tests gut gelaufen waren, konnte ich die Lok wieder zusammenbauen.

## EINSTELLUNGSSACHE

Da ich fast alle meine Lokomotiven mit Lokpilot- oder Loksounddecodern aus dem Hause ESU ausrüste, habe ich mir vor einiger Zeit den separaten ESU-Lokprogrammer (53451) zugelegt. Er erlaubt ein einfaches übersichtliches Konfigurieren und Programmieren selbst komplexester Zusammenhänge. Für unseren Schweizer Lichtwechsel stehen für den Lokprogrammer fertige Programmierdaten zu den ESU Decodern zur Verfügung. Sie können im Downloadbereich unter [www.perfect-light.ch](http://www.perfect-light.ch) heruntergeladen werden und gestatten damit eine einfache Inbetriebnahme des gesamten Projektes. Wie erwähnt können alternativ auch fix und fertig vorprogrammierte ESU Decoder zusammen mit der Schnittstellenplatine beim Train Store bezogen werden. So gelingt der Einbau garantiert und der Fahrspaß kann schneller beginnen.

Maik Möritz



>>> In der nächsten Ausgabe der „Digitalen Modellbahn“ setzen wir den Umbau der SBB-460 fort. Neben dem Zusammenspiel der einzelnen Funktionen und der Zuweisung der verschiedenen Lichtbilder beim Schweizer Lichtwechsel nach BAV R300.2 kommt auch die Praxis nicht zu kurz: Die passenden Wagen zu unserer Re460 erhalten eine LED-Innenbeleuchtung, einen Funktionsdecoder sowie weiteren Sonderfunktionen



#### BEZUGSQUELLEN

Hauptplatine  
Train Store Wellig GmbH  
www.train-store.ch  
Wintersingerstrasse 22  
4464 Maisprach

Kupplungen über  
Märklin-Kundendienst  
E219446 und E219447

#### SCHWEIZER LICHTWECHSEL – BASICS

Die Beleuchtung der Lokomotiven und Züge bei der SBB ist in der Betriebsvorschrift BAV R300.2\* geregelt. Dabei gibt es Regeln zu beachten, welche auch bei der Vorbildorientierten Modelleisenbahn Anwendung finden sollten. Eine erste Übersicht einiger typischer Schaltkombinationen der SBB zeigt die Grafik. Selbstverständlich sind alle hier vorgestellten Funktionen bei unserer 460 vorgesehen und im DCC-Format über die Funktionstasten einzeln digital schaltbar.

In Fahrtrichtung vorne	In Fahrtrichtung hinten	
		Normalzug mit Einfachtraktion
		Pendelzug Lok schiebt Wagen
		Lokfahrt einzeln Schlusslicht einflammig
		Lokfahrt einzeln Schlusslicht zweiflammig
		Mehrfachtraktion vor Zug Erste Lokomotive
		Mehrfachtraktion vor Zug Letzte Lokomotive
		Warnung für entgegenkommende Züge

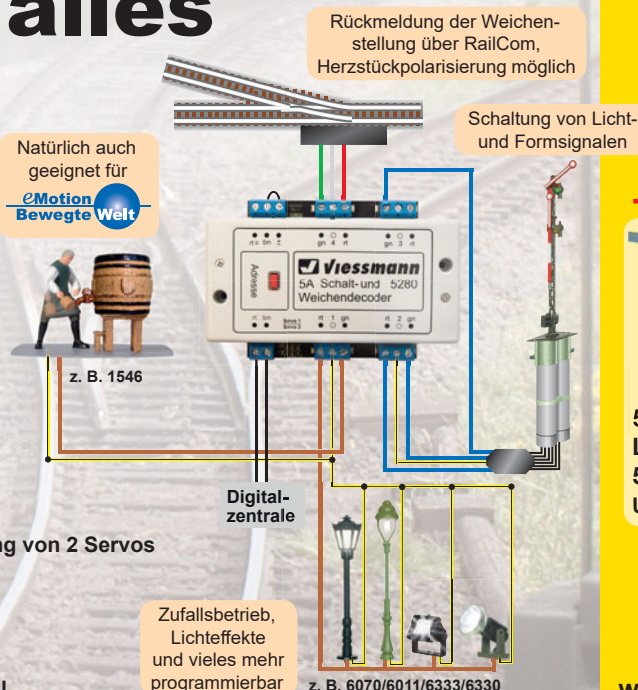
\* (Bundesamt für Verkehr; Reglement 300.2; „Signale“ ...)

## Einer für alles



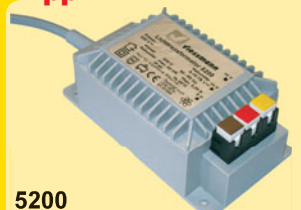
5280   
Multiprotokoll Schalt- und Weichendecoder  
UVP: 34,50 €

- Für DCC und MM
- Für Weichen mit Doppelspulen, zusätzliche Ansteuerung von 2 Servos
- Alle 4 Ausgangspaare können für Sonderfunktionen konfiguriert werden, z. B. Lichteffekte
- Zufallssteuerung
- Schaltstrom bis maximal 5 A pro Ausgang
- Versorgung aus Gleissignal oder über separaten Trafo
- LEDs an den Ausgängen signalisieren den Schaltbefehl



**viessmann**

**Tipp:**



5200  
Lichttransformator 16 V,  
52 VA  
UVP: 76,95 €



www.viessmann-modell.de



## PIKO V15 in H0 mit Speicherkondensatoren digitalisiert

# GUT GEPUFFERT

Zweiachsige Loks sind bei der Stromabnahme immer etwas empfindlich, selbst bei gut gereinigten Gleisen. Eine wirksame Schwungmasse hilft meist, dass die Lok nicht bei jedem kleinen Dreckfleck auf dem Schienenkopf stottert. Allerdings nützt das nur dem Motor. Die Lampen flackern trotzdem und auch der Sound setzt schneller aus, als man es möchte. Als Gegenmaßnahme haben sich Energiespeicher in Form von Kondensatoren bewährt. Anhand der umgebauten Piko V15 in H0 zeigen wir den Einbau, ohne größere Veränderungen am Fahrzeug vorzunehmen.

**E**s gibt fertige Energiespeicherbausteine von den einschlägigen Anbietern. Diese sind meistens mit einer Elektronik ausgestattet, um Kondensatoren mit hoher Energiedichte zu nutzen. Diese oft „Goldcap“ genannten Bauelemente sind aber im Regelfall nur für ca. 5 V verfügbar. Da diese Spannung im Modellbahnbereich zu niedrig ist, setzt ein Schaltregler auf dem Baustein die Spannung beim Laden herab und beim Entladen wieder herauf. Daher sind diese durchaus wirksamen und praktischen Lösungen für kleine Loks meistens zu groß. Zudem sind sie als komplette Baugruppe nicht auf verschiedene Stellen im Fahrzeug, an denen Platz vorhanden ist, aufteilbar.

Daher sind für kleine Loks oft normale Elektrolytkondensatoren (Elkos) besser nutzbar. Klassische bedrahtete Elkos haben eine zylindrische Bauform. Für größere Loks ist das kein Problem, aber in kleinen Rangierloks – gerade die sind auf eine Energiespeichertechnik angewiesen! – ist oft kein Platz vorhanden. Praktischer sind hier die heutzutage gängigen Elkos in SMD-Bauform. Mit den quaderförmigen Gehäusen nutzen diese den knappen Platz meistens deutlich besser aus. Allerdings sind die Abmessungen auch hier wie bei allen Elkos von der Spannungsfestigkeit abhängig.

Bei den oft hohen Ausgangsspannungen der Digitalzentralen und Booster, vor allem älterer Bauarten, sind mindestens 25-V-Elkos, besser noch höher spannungsfeste Typen, nötig.

Sollen Elkos für kleinere Spannungen verwendet werden, muss zwingend eine Schaltung dafür sorgen, dass die zugelassene Maximalspannung nicht überschritten wird.

Falls das doch passiert, quittiert dies ein Kondensator meistens mit einem kräftigen Knall. Bei den großen Elkos spritzt dabei zudem der flüssige Elektrolyt heraus, dessen Verschmutzungen nur schwer zu beseitigen sind.

## LÖSUNGEN

Die aus dem TT-Bereich bekannte Firma Fischer-Modell hat sich seit 2016 mit dem Thema Pufferkondensatoren beschäftigt und einige interessante Produkte zu recht moderaten Preisen auf den Markt gebracht. Die universelle Ladeschaltung (Artikelnummer 20006306, 7,00 €, ab 10 Stk. 6,30 €) ist auf einer nur 15,9 mm x 9 mm x 2,5 mm kleinen Platine aufgebaut. Dort sind schon Löt pads für bis zu fünf SMD-Elkos vorhanden.

Diese können wahlweise oben oder unten bzw. auch beidseitig aufgelötet werden, was einen sehr kompakten Baustein ergibt.

Falls die Kondensatoren aus Platzgründen an anderer Stelle untergebracht werden sollen, ist das auch möglich. In dem Fall kann die Platine an vorbereiteter Stelle einfach abgebrochen werden. Dann beträgt die Länge statt der 15,9 mm sogar nur 7,3 mm.

Durch die Ladeschaltung wird der Ladestrom begrenzt, was wichtig ist,

wenn mehrere Fahrzeuge gleichzeitig ihre Kondensatoren laden, wie z.B. beim Wiedereinschalten des Boosters nach einem Kurzschluss. Hier treten sonst so hohe Ströme auf, dass der Booster Probleme haben kann, wieder einzuschalten. Im Einschaltmoment ist der Ladestrom theoretisch unendlich und nimmt nach einer e-Funktion ab. Inzwischen gibt es hierzu eine Railcommunity-Norm RCN-530, die zum Einschaltverhalten Vorgaben macht.

Die zweite Funktion der Ladeschaltung ist die zuverlässige Begrenzung der Kondensatorspannung, womit 16-V-Kondensatoren verwendet werden können, die deutlich kleiner als die 25-V- oder gar 35-V-Typen sind. Fischer-Modell bietet Kondensatoren mit 220 µF/16 V an. Falls in einer Lok mehr Platz vorhanden sein sollte, sind auch klassische zylindrische Elkos im Angebot.

## DER EINBAU

Die V 15 von Piko in H0 verfügt als recht neue Konstruktion über eine sinnvoll ausgenutzte PluX22-Schnittstelle. So können damit alle gängigen Signalbilder der Vorbildlok sowie die Führerstandsbeleuchtung geschaltet werden. Zudem sind zwei freie Ausgänge vorhanden, von denen einer bei diesem Projekt für die Fahrwerksbeleuchtung genutzt werden soll. Weiterhin ist der Soundeinbau vorbereitet: Im Motorvorbau des Modells ist ein Einbauraum für den Lautsprecher vorhanden.





Bild des fertigen Modells auf dem Modul VEB Dachpappenwerk

Grundsätzlich könnte man einfach einen PluX22-Sounddecoder einstecken und die Lok schnell digitalisieren. Allerdings ist dann kein Platz für die Pufferkondensatoren vorhanden – und um genau die geht es hier!

Statt des PluX22-Decoders wird eine Steckerleiste eingesetzt. An deren offenem Ende werden die Kabel eines kleinen bedrahteten Sounddecoders angelötet. So bleibt genug Platz für die Ladeschaltung und die Pufferkondensatoren.

Allerdings verfügt der kleine Decoder nur über vier Funktionsausgänge, was nicht ausreicht, um die acht Funktionen zu schalten. Daher wird zusätzlich noch ein Schaltmodul an der SUSI-Schnittstelle angeschlossen, welches weitere vier Ausgänge zur Verfügung stellt.

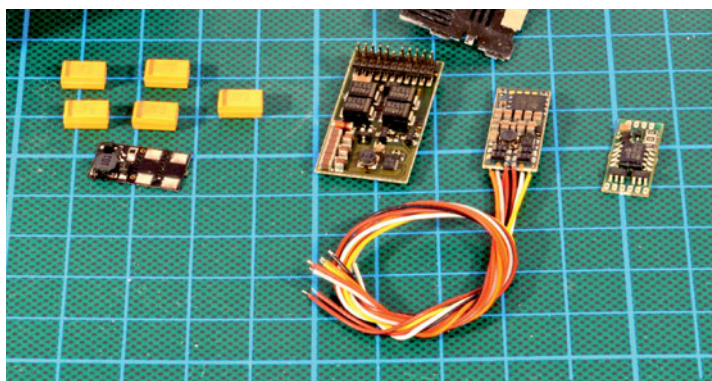
Als Sounddecoder kommt der SD10A von Doehler & Haass zum Einsatz, von denen auch das SUSI-Schaltmodul DHZ400 stammt. Dieses hat leider noch keine umfangreichen Einstellmöglichkeiten für Dimmung, Abblenden, usw.. Daher kann es je nach Spannung am Gleis nötig sein, einzelne Vorwiderstände auf der Lokplatine anzupassen, falls die Lampen nicht so hell leuchten sollen. Für die Decoder von Doehler & Haass ist von Modellbau Henning ein sehr gutes Soundprojekt der V 15 lieferbar.

Mit dem Programmer von D & H kann dieses recht einfach über die SUSI-Schnittstelle eingespielt werden, die hier in Form von vier Löt pads vor-

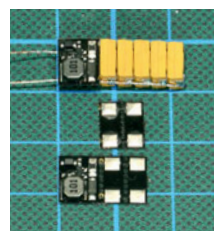
handen ist. Da an der Schnittstelle auch das Schaltmodul angeschlossen wird, empfiehlt es sich, entweder den Sound vor dem Einbau einzuspielen oder ggf. eine kleine vierpolige Steckverbindung einzubauen, um den Programmer ohne mehrfache Lötarbeiten anschließen zu können.

## TESTAUFBAU

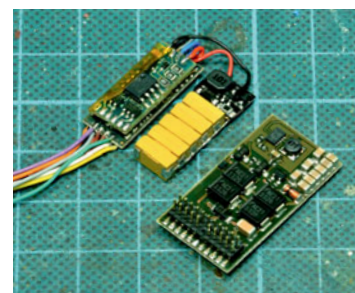
Da jede Kombination aus Decoder, Fahrzeug und Pufferkondensatoren anders reagiert, empfiehlt es sich, einen Testaufbau zu machen, um die Wirksamkeit des Umbaus zu prüfen. Stromsparende Motoren, wie z.B. Glockenankermotoren verhelfen zu längerem Auslauf. Hier wurde aber vorerst der Originalmotor beibehalten, da dieser zu recht guten Fahreigenschaften führt und keinen übermäßig hohen Stromverbrauch hat. Somit reichen fünf parallel geschaltete Elkos mit insgesamt



Komponenten: Stiftleiste, Decoder, Schaltmodul, Kondensatoren, Ladeschaltung mit DHZ400

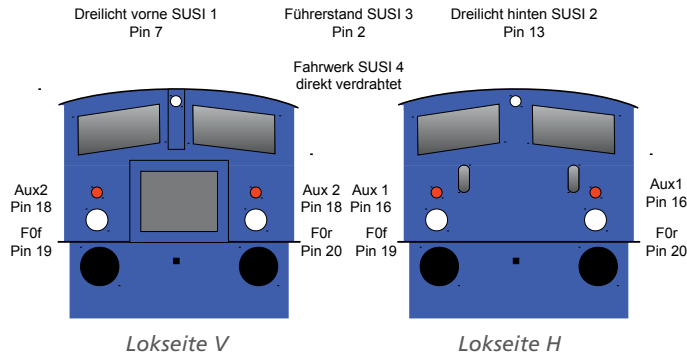


Ladeschaltung mit Kondensatoren



Decoderpack im Vergleich zum PluX22-Decoder von D&H. Der PluX22-Decoder hat ungefähr die gleiche Grundfläche.





So werden die Decoderausgänge den einzelnen Lichtern zugeordnet.

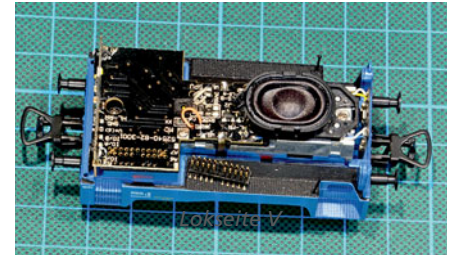
1100 µF aus, um Fahrt und Sound zu puffern. Bei dem Testaufbau sollte man unbedingt darauf achten, keine Kurzschlüsse zu erzeugen. Eine auch nur kurzzeitige Berührung von Teilen der Schaltung mit dem Gleis lässt den „magischen Rauch“ aus Decoder und anderen Teilen entweichen. Das kann keine Schutzschaltung im Decoder abfangen. Im Zweifelsfall sollte man die Testschaltung auf einen angehängten Waggon verladen und gut fixieren.

Zuerst wird der Puffer vorbereitet. Dazu klebt man die Kondensatoren mit wenig Sekundenkleber zu einem Paket zusammen. Wichtig: Polaritätsmarkierung beachten! Der braune Balken auf dem Gehäuse markiert den Pluspol. Alle Kondensatoren sind gleichsinnig anzuordnen. Wenn das Paket mechanisch fertig ist, kann man die Kondensatoren elektrisch verbinden. Das ge-

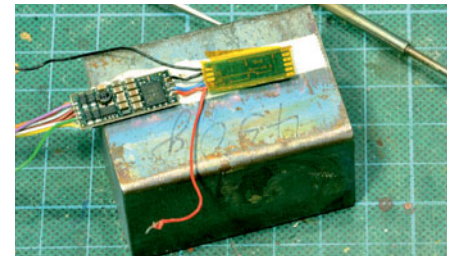
schieht mit möglichst kurzer Lötzeit. Hier wurde das von Fischer-Modell vertriebene Flussmittel verwendet. Damit fließt das Lötzinn sehr gut und die Kondensatoren werden thermisch nicht belastet (was ihre Lebensdauer verkürzen würde).

Danach sollte man die PluX22-Stiftleiste in die Schnittstelle einstecken. Zwar ist die Stiftleiste eigentlich für die Platinenmontage vorgesehen, aber mit ein wenig Übung kann man durchaus auch Drähte auflöten. Nachdem die Pins vorverzinnt wurden, werden zuerst die passend gekürzten Kabel des Sounddecoders aufgelötet. Da die Stiftleiste nur sehr selten wieder herausgezogen wird, reicht die Lötstelle zur Fixierung aus. Nun kann ein erster Test auf dem Programmiergleis erfolgen. (Es wird bewusst das Programmiergleis verwendet, da dieses eine Strombegrenzung hat, die größere Schäden verhindert.) Kann ein beliebiges CV ausgelesen werden, was der Motor mit einigen kurzen Bewegungen quittiert, ist alles in Ordnung. Spätestens jetzt sollte der Sound eingespielt werden, sofern das noch nicht geschehen ist. Das Einspielen der Sounddatei wäre zwar auch später noch möglich, aber nach dem Anlöten des Schaltmoduls und der Ladeschaltung wird es deutlich enger am Decoder zugehen.

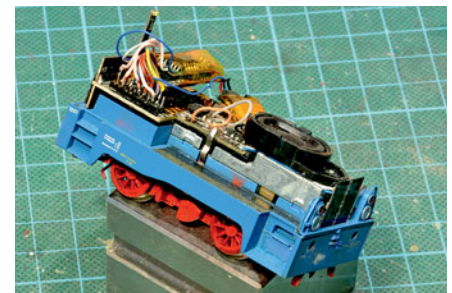
Danach wird die Ladeschaltung mit dem Kondensatorpaket verbunden und diese an den entsprechenden Pins der SUSI-Schnittstelle angelötet. Damit die Ladeschaltung und das Kondensatorpaket keine stromführenden Teile des Decoders berühren, wird zur Isolation das sehr dünne Kapton-Isolierband von 3M auf den Decoder und die Lokplatine aufgeklebt. Dieses extrem



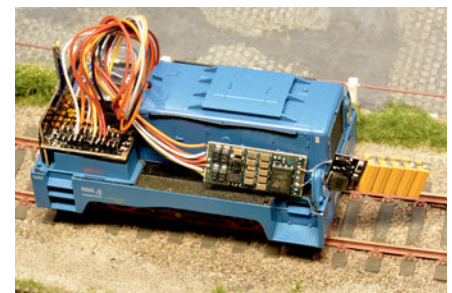
Lok offen mit PluX22-Stiftleiste



Die Kabelverbindung der SUSI-Schnittstelle zwischen Decoder und Schaltmodul wird hergestellt. Einen Stahlklotz bietet festen Halt.



Zum Löten der Schnittstellenpins wird die Lok schräg auf ein Prisma gestellt.



Testfahrt mit provisorisch eingebauten Decoder

## ZUBEHÖR/MATERIAL

Doehler&Haass:  
SD10A      Sounddecoder mit Kabeln  
DHZ400      SUSI-Schaltmodul

Fischer-Modell:  
Ladeschaltung für Pufferkondensatoren  
SMD-Elkos 220 µF/16 V  
Flussmittel  
Steckerleiste PluX22

LED-Baron (Ebay),  
Modellbau Schönwitz  
SMD-LEDs 0603  
warmweiß mit Lackdraht

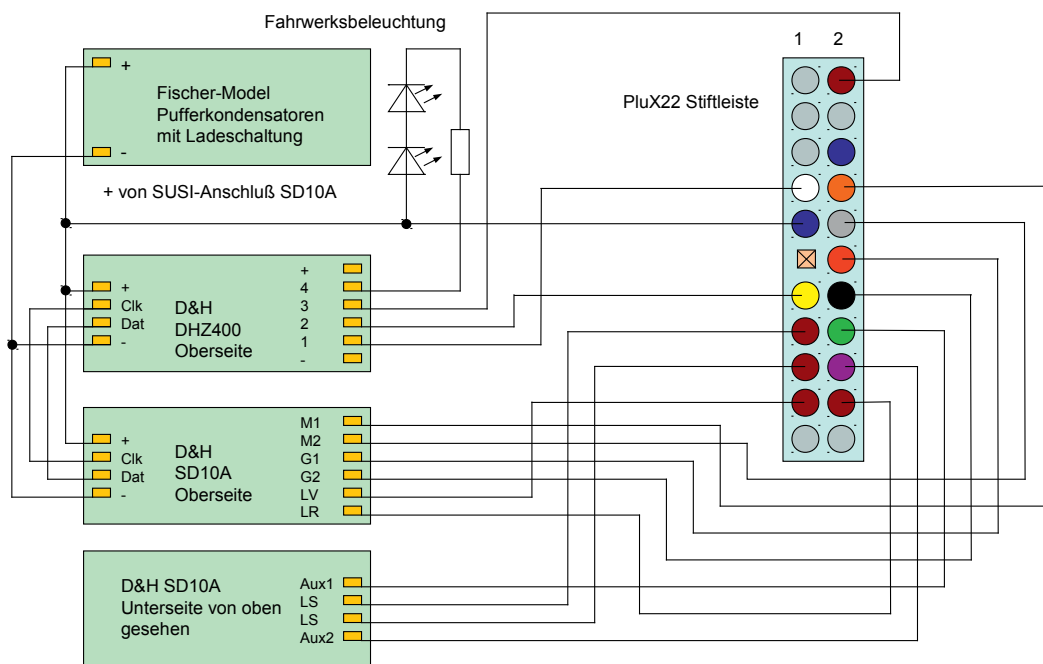
Tams Elektronik, Modellbau Schönwitz  
und andere Anbieter  
Litze für Decoder

Amazon, Ebay  
Kapton-Klebeband 3M

haltbare Klebeband ist nur 70 µm dick und gleichzeitig temperaturbeständig. Tesafilm oder Kreppklebeband sind zu dick und zu wenig haltbar für diesen Zweck. Nun kann die Ladeschaltung in der Lok platziert werden. Es empfiehlt sich ein erneuter Test auf dem Programmiergleis.

Falls die vier vorhandenen Funktionsausgänge ausreichen, ist der Umbau jetzt abgeschlossen. Bei der V 15 sind aber noch vier Ausgänge unversorgt.





Anschlusschema der PluX22-Schnittstelle

Somit wird nun das SUSI-Schaltmodul mit vier dünnen Litzen an die SUSI-Schnittstelle des Decoders angelötet. Danach folgen die Ausgänge des Moduls, die an die entsprechenden Pins der PluX22-Stiftleiste angeschlossen werden. Auch hier kann ggf. noch etwas Kapton-Isolierband sinnvoll sein, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Wieder erfolgt ein Test auf dem Programmiergleis, der nach dem Aufsetzen von

Führerstand und des Lokgehäuses wiederholt wird.

## ABSCHLIESSEND

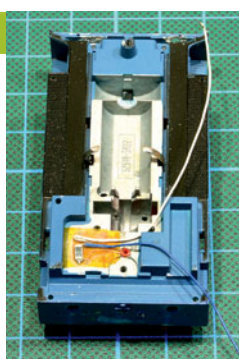
Die Funktionszuordnung wurde bei dieser Lok bewusst etwas geändert. Typisches Einsatzgebiet ist der Rangierdienst. Daher ist das Rangierloksignal durch die Verdrahtung der Schnittstelle auf F0 zugewiesen. Das Drei-

lichtspitzensignal und das Schlusslicht werden hier eher selten benötigt. Die zugehörigen Lampen sind zwar an den entsprechenden Schnittstellenpins angeschlossen, mittels Function Mapping wird ihr Schalten jedoch höheren Funktionsnummern zugewiesen. Damit bleiben die „niedrigen Funktionen“ für die häufig benutzten Soundfunktionen frei.

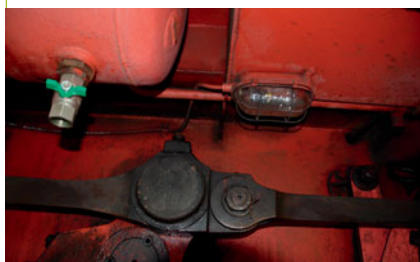
Armin Mühl

## FAHRWERKSBELEUCHTUNG

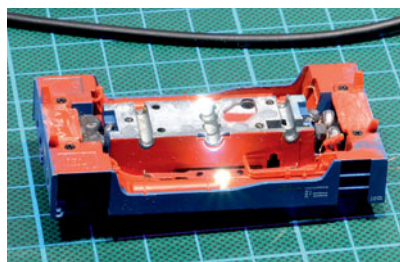
Dieselloks der Deutschen Reichsbahn hatten fast immer eine Fahrwerksbeleuchtung. Diese beleuchtete wie auch bei Dampfloks die Stangen und deren Lager. So konnte man diese auch bei ungünstigen Lichtverhältnissen kontrollieren und abschmieren. Auf jeder Lokseite war eine den typischen Kellerlampen ähnliche Lampe ungefähr in Lokmitte angebracht. Sie konnten gemeinsam vom Führerstand aus eingeschaltet werden. Im Modell wurde auf jeder Lokseite eine warmweiße SMD-LED in Baugröße 0603 angebaut. Diese LEDs sind fertig mit Kupferlackdraht versehen bei verschiedenen Anbietern erhältlich. Beide LEDs werden in Reihe geschaltet und dann mit einem SMD-Vorwiderstand über Litzendrähte an den Decoder angeschlossen. Eine kleine Bohrung bahnte den Drähten den Weg.



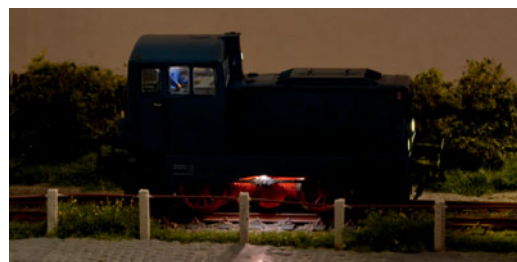
Der Vorwiderstand der LED für die Fahrwerksbeleuchtung wird auf einem Stück Kapton-Klebeband freiverdrahtet



Vorbildfoto der Lampe oberhalb der Stangen



Test der eingebauten Fahrwerksbeleuchtung



Die eingeschaltete Fahrwerksbeleuchtung



KATO ET 25 mit PluX-Sounddecoder nachgerüstet

# EIN GUTES MODELL AKTUALISIERT

Beim Stöbern auf einer Modellbahnbörse fiel Manfred Grünig ein gebrauchter ET 25 von Kato in der analogen Wechselstromversion auf. Das Modell wird seit bald 20 Jahren nicht mehr hergestellt. Die äußere Modellumsetzung war damals und ist auch heute noch sehr gut. Auch die analoge Technik im Inneren kann sich sehen lassen und ist eine gute Basis für einen Digitalumbau. Daher kaufte Manfred Grünig das Modell mit dem Ziel, es auf den aktuellen technischen Stand zu bringen. Seinen Umbau hat er hier dokumentiert.

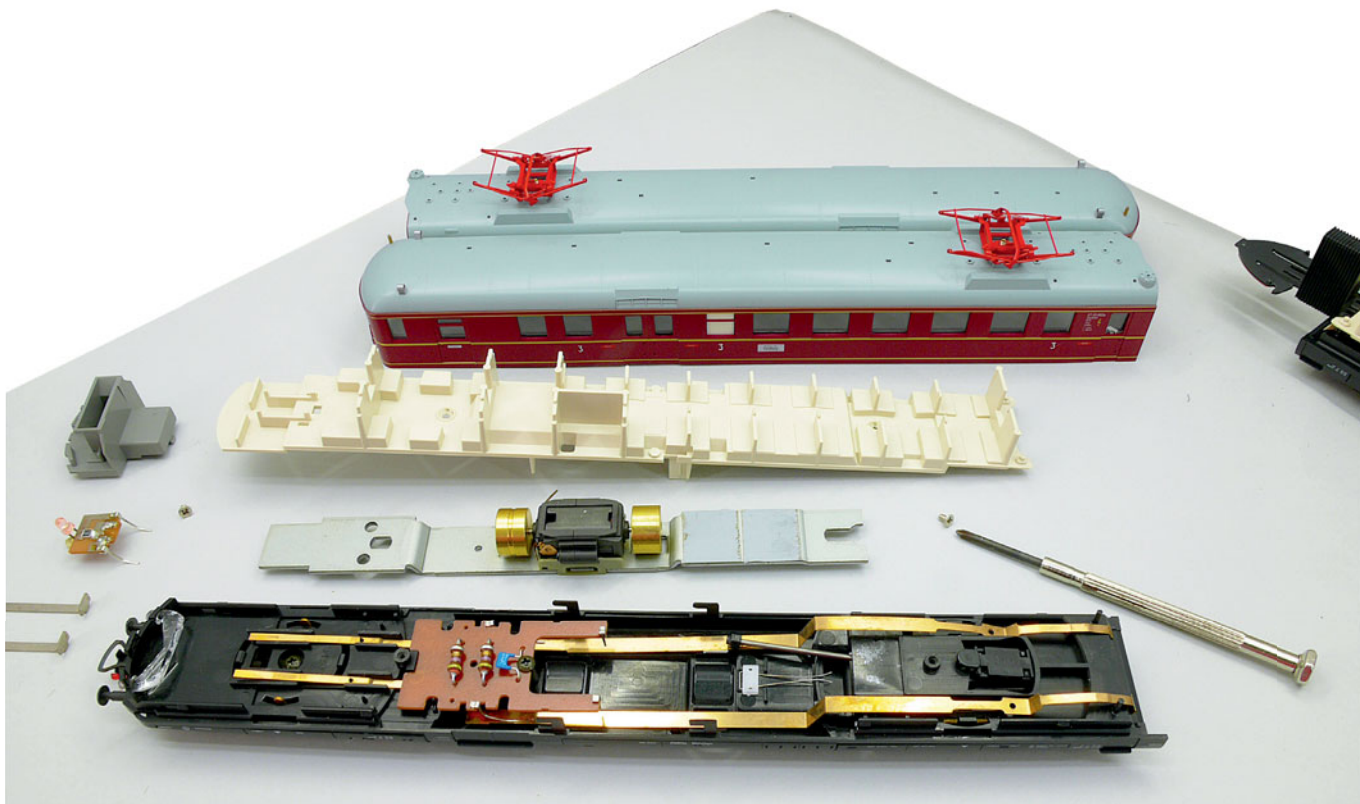
Im ersten Schritt stand das Zerlegen des doppelteiligen Triebwagens an. Auch wollte ich den analogen Aufbau analysieren, bevor ich Änderungen vornehmen würde. In der mitgelieferten Beschreibung ist das Öffnen der Fahrzeuge beschrieben: Die Gehäuse lassen sich durch leichtes Verschieben in Richtung Lokführerabteil entriegeln und dann nach oben abnehmen. Nun konnte ich die Führerstandnachbildungen entnehmen und mit Lösen zweier Kreuzschlitzschrauben die Inneneinrichtungen ausbauen. Anschließend konnte ich die Gewichtsplatte mit angebautem Motor entnehmen.

Jetzt, wo der ET 25 komplett zerlegt war, konnte ich die vorhandene Elektrik untersuchen. Bei der analogen Modellversion für Wechselstrom hat Kato den Schleifer unter die motorlose Triebwagenhälfte gebaut und innerhalb dieses Fahrzeugteils den Fahrtrichtungsumschalter von Herkat untergebracht. Die beiden Triebwagenhälften sind über zweipolige Schleifer miteinander verbunden. Die Schleifer kann man später für eine durchgehende Stromversorgung verwenden. Kato hat das Drehgestell mit dem Mittelschleifer auch zur Aufnahme der Radschleifer herangezogen – nur dieses Drehgestell!

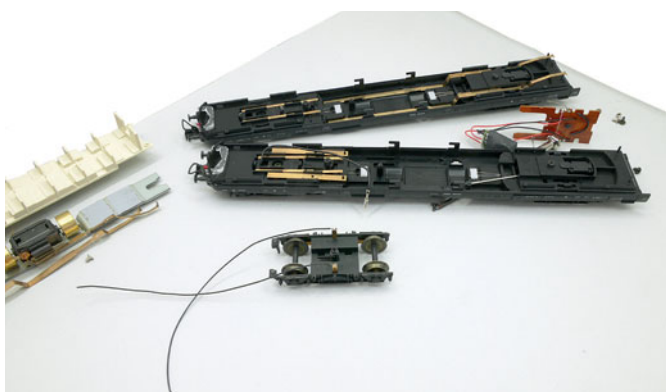
Daher sollten beim Umbau alle Drehgestelle mit Radschleifern versehen werden, um die Stromaufnahme zu verbessern. Dies war dann auch gleich die erste Baumaßnahme nach der Inspektion. Die fehlenden Stromabnahmepunkte an den Drehgestellen rüstete ich nach, indem ich ca. 10 cm lange Litzen an den Kontaktpunkten anlötete. Weiterhin tauschte ich ein schleiferloses Drehgestell gegen das Schleiferdrehgestell aus, damit der Motorwagen mit Schleifer ausgestattet wurde.

Im nächsten Schritt modifizierte ich die Beleuchtungsplatinen. Für die digitale Ansteuerung benötigt man einen

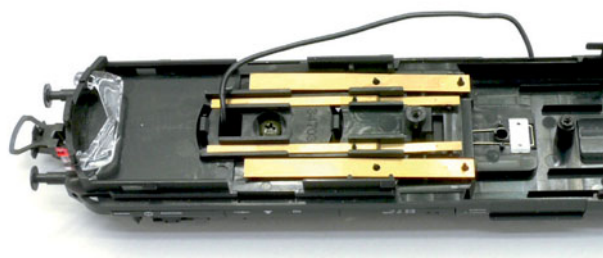




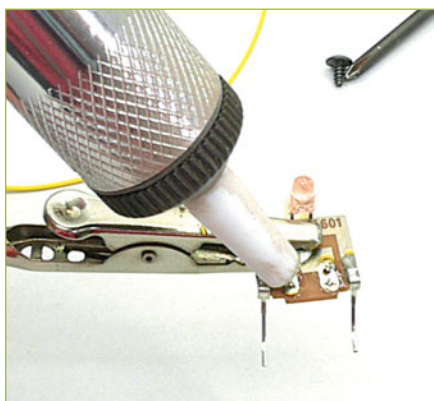
Der Triebwagen ist vollständig zerlegt. Vorne das Chassis vom Motorwagen mit Messing-Kontaktschienen und Fahrzeugplatine. In der nächsten Reihe der Motor, gefolgt von der Inneneinrichtung und beiden Gehäusen. Hier sind die Dächer noch auf den Fahrzeugwänden aufgesetzt. Links eine Frontlichtplatine und ein Führerstand.



Drehgestelltausch: Der Motorwagen bekommt dasjenige mit Schleifer; jenes „ohne“ wird unter dem anderen Zugteil montiert.



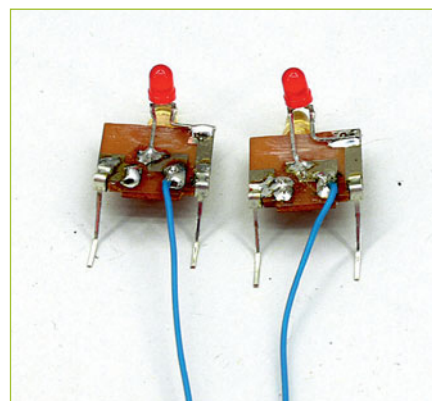
Damit alle Räder der Stromabnahme dienen können, wird je Drehgestell ein Kabel an die entsprechende Kontaktstelle gelötet.



Mit einer Entlötpumpe wird so lange überflüssiges Lötzinn abgesaugt, bis die Beinchen der LEDs „freiwillig“ aus den Löchern herauskommen.



Die alten LEDs sind ausgebaut. Nun gilt es, die Platine für die digitale Verwendung vorzubereiten. Dazu muss auch noch der Widerstand verschwinden.

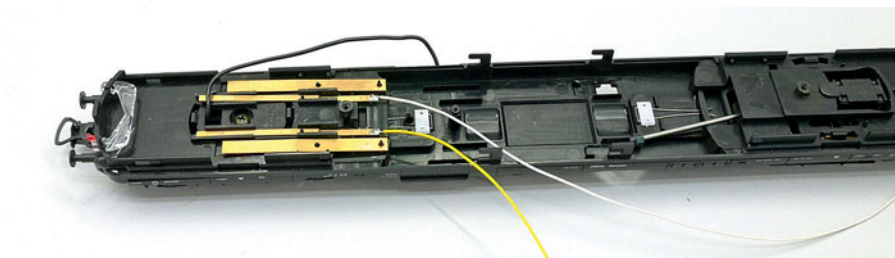


Zusätzlich ist die Leiterbahn um ca. 5 mm gekürzt. Jetzt werden die neuen LEDs so angelötet, dass ein gemeinsamer Pluspol entsteht.

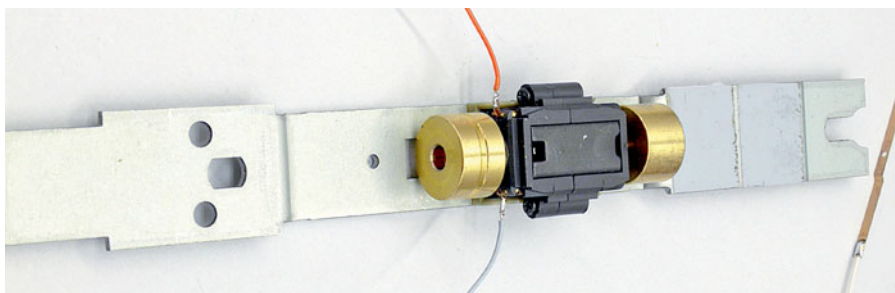


gemeinsamen Pluspol. Der Minuspol wird jeweils für die roten und weißen Lampen geschaltet. Ich entlötete die vorhandenen Leuchtdioden und den Widerstand. Damit die rote Leuchtdiode auf der Oberseite, ohne einen Kurzschluss zu verursachen, angelötet werden konnte, musste ich vorher etwa 5 mm von der Kupferbahn mit dem Dremel und einer kleinen Schleifscheibe entfernen. Danach ließen sich beide Leuchtdioden wieder in neuer Position anlöten. Nun waren beide Beleuchtungsplatinen für den Einbau fertig.

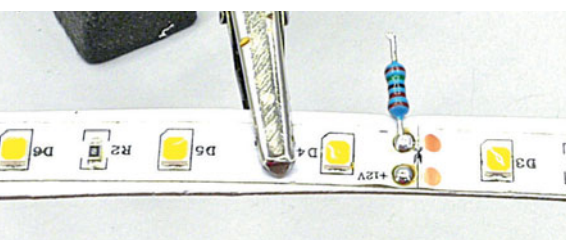
Die Zuleitung sollte über die vorhandenen Kontaktbleche erfolgen. Daher fanden in beiden Wagenhälften entsprechende Kabel ihren Platz an den Kontaktblechen. Auch der Motor musste Kabel erhalten. Hier waren die



Der Beleuchtungsstrom wird über die Kontaktbleche zugeführt.



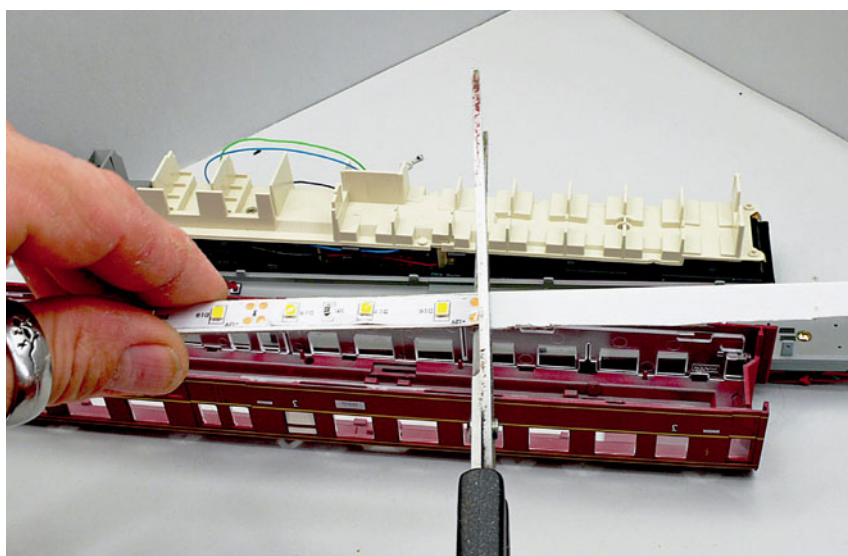
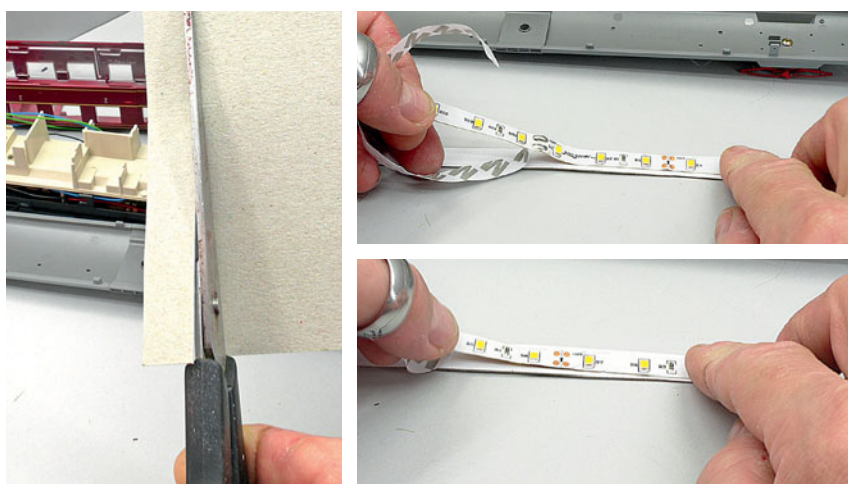
Auch direkt am Motor werden Kabel angelötet.



Dieser Widerstand sorgt dafür, dass die Innenbeleuchtung später nicht zu hell leuchtet.

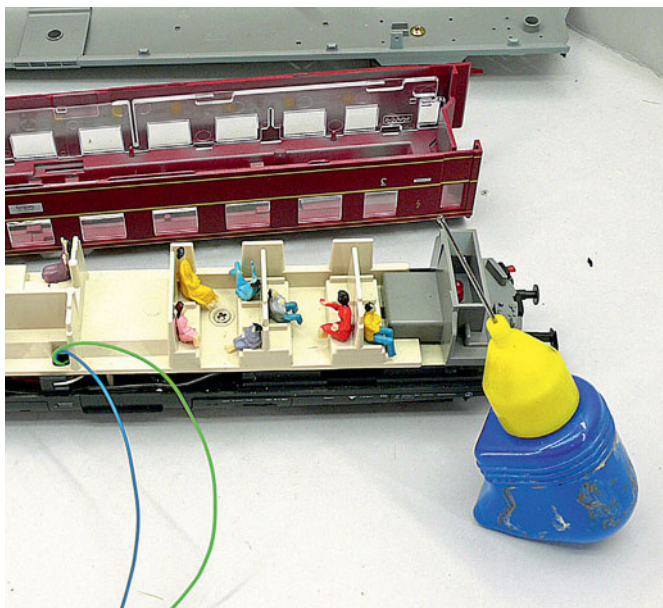
Kontaktfedern erst um 5 mm zu kürzen und dann durch die Decoderkabel zum Motoranschluss (nach NEM grau und orange) zu ergänzen. Bei allen im Motorwagen angelöteten Kabeln musste ich Längen von gut 20 cm vorsehen, da ich plante, den Decoder im hinteren Bereich einzubauen.

Für die beiden Innenbeleuchtungen griff ich auf selbstklebende warmweiße Leuchtdiodenstreifen zurück, die man auf Ebay sehr günstig erwerben kann. Damit die flexiblen Streifen später nicht durchhängen, schnitt ich sie passend auf Länge ab und klebte sie jeweils auf einen 10 mm breiten dickeren Kartonstreifen. Ein 1,5-k $\Omega$ -Widerstand an U+, der für gedimmtes Innenlicht sorgt, wird für die spätere Verkabelung vorbereitet. Damit die künftig beleuchteten Inneneinrichtungen besser zur Geltung kommen konnten, klebte ich preiswerte sitzende Figuren aus China-Produktion in beide Triebwagenhälften. Diese Figuren haben nicht nur ei-

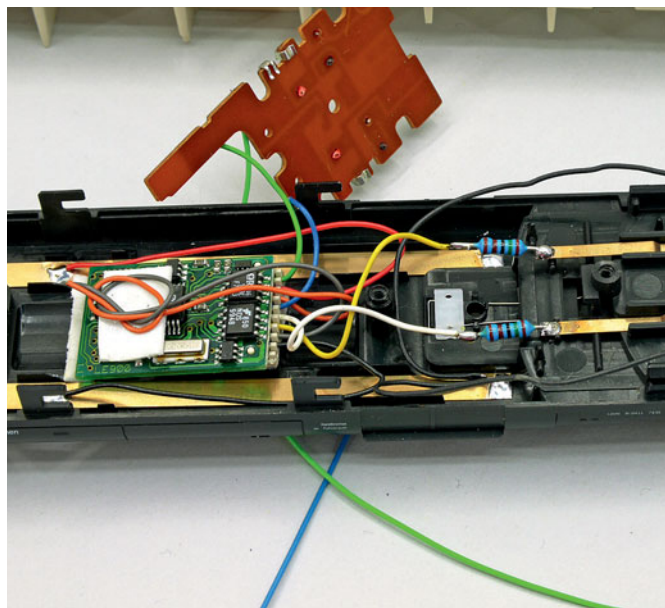


Die Innenbeleuchtung entsteht aus selbstklebenden flexiblen LED-Streifen. Zur Stabilisierung werden diese auf einen selbstgeschnittenen 10-mm-Pappstreifen aufgebracht.





Preiswerte Figuren in 1:100 beleben den Fahrgastraum.



Die Lichtausgänge des Decoders sind über 470-Ω-Widerstände mit den Messingblechen verbunden, die zu den Beleuchtungsplatinen hinführen.

nen Preisvorteil, sondern auch den der geringeren Größe, wodurch sie besser auf die Sitze passen.

## DER ZUSAMMENBAU DER HINTEREN FAHRZEUGHÄLFTE

Von der vorhandenen zweipoligen Triebwagenverbindung nutzte ich eine Seite (in Fahrtrichtung rechts) als Verbindung aller Radschleifer (schwarz), die andere für den Mittelschleifer (rot). Damit die geplante Innenbeleuchtung und das Fahrlicht im nicht angetriebenen Wagen schaltbar wurden, ohne zusätzliche Kabel zwischen der Wagenteilen ziehen zu müssen, setzte ich einen Decoder aus der Bastelkiste ein. Dieser fand seinen Platz mittig an Stelle des Herkat-Umschalters. Dort konnte ich ihn mit doppelseitigem Klebeband befestigen. Um den Decoder einfacher verkabeln zu können, griff ich auf die vorhandene Platine zurück.

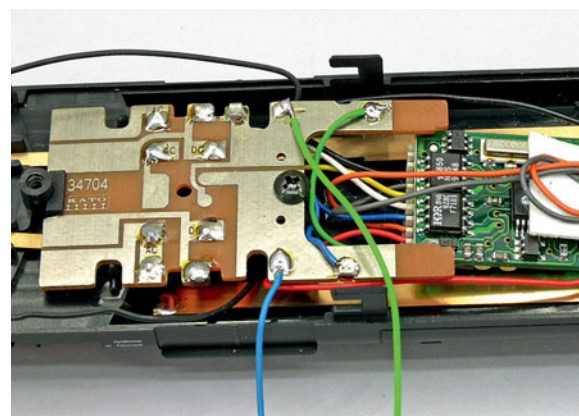
Dort waren alle Kontakstifte zu entfernen und die Platine dann mit den Leiterbahnen nach oben wieder festzuschrauben. Auf dieser Platine befanden sich genug Lötunkte, um Decoder-Plus festzulegen sowie die restliche Verkabelung nach Norm vorzunehmen. Zwischen die Decoderausgänge und die Messing-Kontaktbleche für die Frontlichter waren jeweils 470-Ω-Widerstände als LED-Vorwiderstände zu schalten. Eine kleine Abweichung von der Norm war bezüglich

Kabelfarben nötig: Die Beleuchtungsbelegung wurde getauscht (gelb = vorwärts, weiß = rückwärts). Dies geschah, da die hintere Fahrzeughälfte quasi rückwärts fährt, wenn die vordere vorwärts unterwegs ist. Wenn der Fahrdecoder der maßgebliche Decoder sein sollte, musste also die Lichterzeugung des hinteren Fahrzeugs „gedreht“ werden, damit nicht bei Vorwärtsfahrt beide Fahrzeughälften gleichzeitig weiß leuchten würden. Nachdem das Zusatzgewicht wieder eingelegt und die Inneneinrichtung mit den beiden Schrauben befestigt war, konnte ich die Beleuchtungsplatine einsetzen.

Das Führerhaus wurde eingeklippt und die dortige Innenbeleuchtung mit doppelseitigem Klebeband im Gehäusedach jeweils links und rechts verklebt. Bevor ich das Gehäuse aufschieben konnte, verlegte ich beide Kabel für die Innenbeleuchtung durch die Toilette nach oben und lötete sie dort an. Abschließend wurden die langen Kabel sauber verlegt und das Dach geschlossen. Damit war die hintere Hälfte des ET 25 fertig.

## DER ZUSAMMENBAU DER VORDEREN HÄLFTE

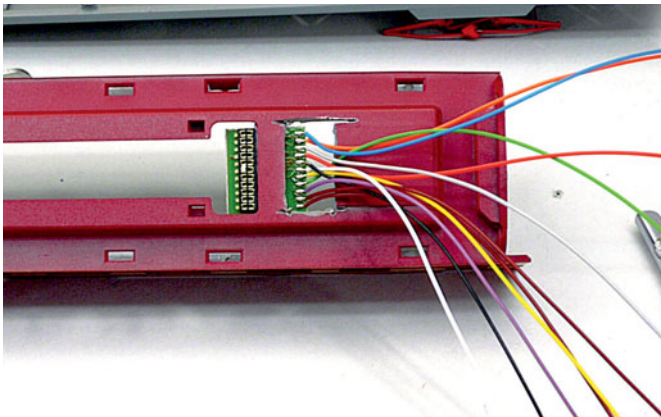
Nun bereitete ich den D&H-Fahrdecoder für den Einbau vor. Dazu benutzte ich den Decoderprogrammierer. Über die Homepage von D&H suchte ich mir einen annähernd passenden Sound und



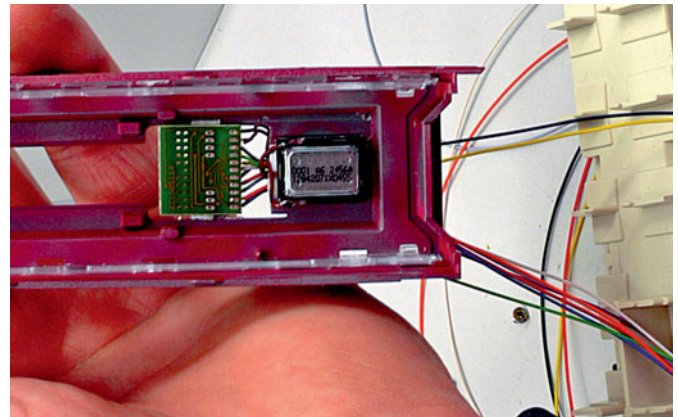
Die alte Fahrzeugplatine dient nun – über Kopf – als Träger von Lötstützpunkten. Wo jetzt der Decoder sitzt, saß früher der analoge Fahrtrichtungsumschalter.

lud diesen auf den Decoder. Die Belegung der Ausgänge programmierte ich gleich mit: Der AUX-1-Ausgang sollte gemeinsam mit Einschalten der Beleuchtung geschaltet werden.

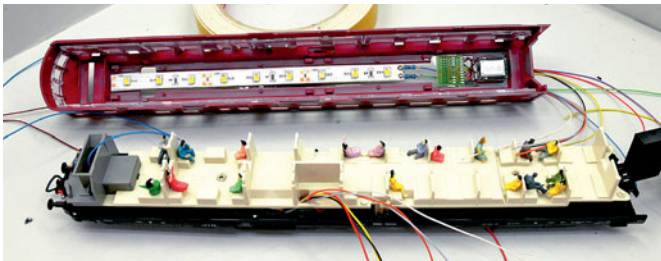
Die modifizierten Drehgestelle wurden eingebaut und an die vorhandenen Kontaktbleche angelötet. Für die weitere Verkabelung des Decoders im Heckbereich wurden wieder 20 cm lange Kabel verwendet. Wie schon in der hinteren Fahrzeughälfte wurde der in Fahrtrichtung rechte Blechstreifen Radmasse (schwarz) und der linke für den Schleifer (rot) verwendet. Nach Einsetzen des Motors mit Halter konnte die Inneneinrichtung verschraubt werden. Vor dem Einklipsen des Führerstands mit Preiserfigur war die Beleuchtungsplati-



Für den Decoder wird im Gehäuse des vorderen Fahrzeugs eine PluX22-Schnittstelle eingeklebt.



Auch der Lautsprecher findet hier seinen Platz.



Die Innenbeleuchtung ist mit der Decoderplatine verbunden. Die vom Chassis kommenden Kabel wurden im Toilettenraum nach oben geführt.



Trennt man das graue Dach von den Seitenwänden, kann man die Kabel sauber verlegen.

## ZUBEHÖR/MATERIAL

- Lötkolben mit feiner Lötspitze, Lötzinn
- Handbohrer, Dremel mit Trennscheibe
- Cuttermesser
- doppelseitiges Klebeband
- kleine Kreuzschlitz- und Schlitzschraubendreher
- Pinzette
- Zweikomponentenkleber
- Adapterplatine PluX22 Art.Nr. P22-3
- Sounddecoder PluX22 von D&H
- Lautsprecher 10 x 15 x 3,6 mm; z.B. D&H LS1511
- Schallbox 10 x 15 x 3,3 mm; z.B. D&H Schallbox groß
- warmweiße LED-Leuchtbänder selbstklebend
- dünnes Litzenkabel in NEM-Farben
- 4 x 470  $\Omega$  Widerstände
- 2 x 1,5 k $\Omega$  Widerstände
- circa 40–50 Chinafiguren 1:100

ne einzusetzen. Dabei wurde das Decoder-Plus-Kabel über die Leuchtkörperöffnung nach oben heraus geführt. Die anderen Kabel fanden ihren Weg zum Gehäusedach über die Toilette.

Im hinteren Dachbereich war Platz für einen Decoder vorgesehen. Daher baute ich hier die PluX22-Schnittstellenplatine ein, die ich verwenden wollte. Es musste ein kleiner Ausschnitt mit einer Trennscheibe gemacht werden, bevor alles passte. Die Schnittstellenplatine habe ich mit Zweikomponentenkleber befestigt. Den Lautsprecher mit Schallkapsel verklebte ich – eben-

falls im hinteren Dachbereich – mit doppelseitigem Klebeband. Hier war auf ausreichend Abstand zur Schnittstelle zu achten, damit später der Decoder eingesteckt werden konnte. Die Kabel für den Lautsprecher (braun) konnte ich dabei gleich mitanlöten. Als Nächstes passte ich die vorbereitete Innenbeleuchtung ein und fixierte sie durch Klebeband. Auch ihre elektrischen Anschlüsse zur Schnittstellenplatine konnte ich nun herstellen.

Bevor ich das Gehäuse schließen konnte, musste ich den Decoder einstecken und die Kabel vom Fahrwerk

durch die über der Toilette vorhandene Öffnung nach oben führen. Abschließend waren diese Kabel mit der Schnittstelle zu verbinden. Sie ersetzen dabei die dort ab Werk montierten Kabel, welche im Gegenzug in die Bastelkiste wanderten.

Als alle Kabel sauber im Dachbereich verlegt waren, konnte dieses geschlossen werden. Abschließend erfolgten Probe- und Abstimmungsfahrten für die individuelle CV-Anpassung (Lautstärke, Funktionstastenbelegung, Motorparameter).

Manfred Grünig



*Ihre kompetenten Begleiter durch ein faszinierendes Hobby*



## Kompakt-Anlagen

### Viel Modellbahn auf wenig Raum

Als routinierter Praktiker weiß Eisenbahn-Journal-Autor Karl Gebele, wie sich große Modellbahn-Träume mit wenig Platzbedarf realisieren lassen. Auf einzigartige Weise versteht er es, faszinierende Modell-Landschaften auf kleinstem Raum zu erschaffen – mit vielen liebevoll inszenierten Szenen, aber auch mit verblüffendem Modellbahn-Betrieb. Ein rundes Dutzend dieser kompakten Anlagen ist in diesem großformatigen, reich bebilderten Band vertreten. Karl Gebele zeigt nachvollziehbar, wie viel Modellbahn auf Flächen zwischen einem und vier Quadratmetern möglich ist – inklusive detaillierter Gleispläne und Stücklisten.

**176 Seiten, Format 24,5 x 29,2 cm, Hardcovereinband, ca. 500 farbige Abbildungen**

**Best.-Nr. 581733 | € 29,95**



## Ladegüter für die Bahn

„Güter gehören auf die Bahn“ – dieser alte Werbeslogan der Bundesbahn gilt für Modellbahner ganz besonders. Basierend auf der Artikelserie „Ladegut nach Vorschrift“ des Eisenbahn-Journals präsentiert dieses Buch mehr als zwei Dutzend unterschiedliche Ladegüter für Wagen der Epochen I bis IV. Die Bauvorschläge sind erprobt und ausführlich beschrieben, inklusive Sicherung der Fracht. Ladegüter basteln ist ein Hobby im Hobby – eines mit Suchtcharakter. Lassen Sie sich infizieren!

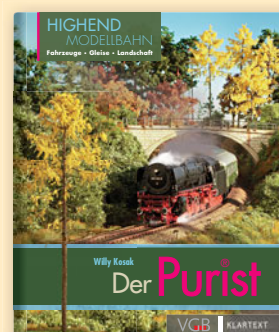
**112 Seiten im Großformat 24,0 x 29,0 cm, Hardcover-Einband, über 200 farbige Abbildungen**  
**Best.-Nr. 581727 | € 19,95**



## Digital mit Märklin – Schritt für Schritt

Dieses Buch begleitet den Leser von der ersten Inbetriebnahme einer einfachen digitalen Startpackung bis hin zum Anschluss einer entstehenden Anlage an einen Computer. Am Beispiel von Komponenten der Firma Märklin beschreibt der bekannte Fachautor Thorsten Mumm, welche Möglichkeiten der Digitalbetrieb bietet – bei der Mehrzugsteuerung und dem Stellen von Weichen und Signalen, beim Einstellen der Betriebsparameter eines Fahrzeugs und bei der Nutzung einer großen Steuerzentrale.

**120 Seiten, Format 24,0 x 27,0 cm, Softcovereinband, mit 290 Fotos, Zeichnungen und Grafiken**  
**Best.-Nr. 581627 | € 15,-**



## Der Purist

„Der Purist“ – damit kann im Modellbahnwesen nur einer gemeint sein: Willy Kosak. Jetzt endlich lässt sich sein fotografisches Schaffen aus vielen Jahrzehnten in einem überaus prachtvollen Band kompakt genießen. Das alles erläutert von ausführlichen Texten, sodass alle Bauschritte für den Leser leicht nachvollziehbar sind.

**192 Seiten, Format 24,5 x 29,5 cm, Hardcover mit Schutzumschlag, über 250 Abbildungen**  
**Best.-Nr. 581637 | € 39,95**



## RFID-Leser mit RC-Link an den PC koppeln

# RFID VIA RAILCOM

Die automatische Identifikation von Fahrzeugen auf einzelnen Schienenabschnitten ist bei der Modellbahn immer wieder Thema. Neben den „elektrischen“ Lösungen wie RailCom und den mit Licht arbeitenden wie Lissy gibt es auch Funktechniken für diese Aufgabe: RFID. Die Aufgabenstellung, für die die Industrie noch keine standardisierte Lösung entwickelt hat ist, die positionsbezogenen Informationen zur Nutzung aufzubereiten und weiterzureichen. Für RailCom gibt es das PC-Interface „RC-Link“ von Tams, in dessen Datenbus man nicht nur RailCom-Detektoren, sondern auch RFID-Leser einbinden kann.

**E**in auf Kanal 1 aktivierter RailCom-Lokdecoder sendet ungefragt in der sogenannten RailCom-Lücke eine Nachricht, die ein an der Gleisversorgungsspannung lauschender Detektor lesen kann und über eine gesonderte Verbindung zur Zentrale meldet, die diese Nachricht verarbeiten und weitergeben kann. Einzig alle Varianten der ESU ECoS beherrschen nicht nur das Verarbeiten der Detektormeldungen (z.B. ESU 50094), sondern können die gewonnene Information im zugehörigen Abschnitt des Gleisbildes auch selbst grafisch auf ihrem Bildschirm darstellen. (Eigentümern eines Viessmann Commanders wurde diese Funktion zehn Jahre lang versprochen, 2016 wurde der entsprechende Detektor 5403 jedoch aus der Viessmann-Lieferliste gestrichen und die Kunden auf den in Entwicklung befindlichen Commander II verwiesen.)

Die meisten Modelleisenbahner nutzen jedoch ein PC-Programm zur Darstellung ihres Gleisbildes. Die RailCom-Informationen müssen also in den PC transferiert werden. Am weitesten verbreitet ist hier vermutlich die RC-Lösung von Tams mit dem RC-Link als PC-Interface und aktuell den Gleis-Detektoren RCD1 und RCD2. Die Lösung wurde von Kersten Tams und Jürgen Wischkony entwickelt und am 30.09.2009 zusammen mit angepassten Versionen von WinDigipet und ModellStw der Öffentlichkeit vorgestellt [01].

Bei dieser Gelegenheit wurde auch das Datenprotokoll des RC-Link veröffentlicht. Es ist für jeden Interessierten zugänglich. Damit haben auch andere Softwarehersteller die Möglichkeit, die Entwicklung zu nutzen und RailCom-Meldungen in ihre Steuerungsprogramme zu integrieren. Inzwischen können neben WDP und ModellStw auch RocRail, TrainController und iTrain die von einem RC-Link übermittelten Informationen in ihrem Gleisbild auf dem PC-Monitor darstellen.

## SO TUN, ALS SEI MAN EIN RAILCOM-DETEKTOR

Es ist daher naheliegend, eine Fahrzeugerkennung, die über UIDs aus RFID-TAGs funktioniert, an das RC-Link im dort erwarteten Format zu senden. Die hier vorgestellten COL13.56-Reader verhalten sich fast wie ein RCD1 oder RCD2. Sie detektieren die Fahrzeug-ID jedoch nicht elektrisch aus den Impulsen in der RailCom-Lücke, sondern per Funk von dem am Fahrzeug angehefteten TAG. An einen RC-Link kann man insgesamt 24 einzelne Detektoren betreiben.

Für diese Einsatzart wird die von Robert Friedrich designte Platine COL13.56 in der COL13.56RC-Variante bestückt. Es dürfen ein oder zwei RC522 (RFID-Leser) angeschlossen sein und es muss das richtige Programm in den Arduino Nano geladen werden. Die COL13.56RC geben die

ausgelesenen UIDs über einen vom RC-Link definierten RS485-Bus an diesen weiter. Die Kabel des RS-485 Busses müssen verdreht sein. Als Busabschluss wird an den Enden jeweils ein 120-Ω-Widerstand angeschlossen. Um Konflikte auf dem RS485-Bus zu vermeiden, werden beim RC-Link-Konzept die Sendezeitpunkte der einzelnen Detektoren synchronisiert. Dies geschieht über ein bei der RailCom-Anwendung in den Detektoren RCD1 und RCD2 sowieso vorhandenes Taktsignal: das DCC-Signal. Will man COL13.56RC-Reader zusammen mit RailCom-Detektoren am selben RC-Link betreiben, benötigt man entsprechend für alle das gleiche DCC-Signal, hier also das von der Fahrzentrale erzeugte Gleissignal mit RailCom-Lücke.

Nutzt man ausschließlich COL13.56RCs, genügt ein „normales“ DCC-Signal mit hinreichend vielen Preamble-Bits, wie es z.B. auch eine MobileStation oder eine CS2 zur Verfügung stellt. Der Fahrbetrieb könnte also z.B. per 6021 erfolgen, während das z.B. von einer Roco-Lok-Maus erzeugte DCC-Signal für einen geordneten Meldungsablauf sorgt.

## ARDUINO-SOFTWARE

Das Aufspielen der Software auf den Arduino ist vergleichbar mit einem Software-Update für einen Decoder. Um das hier vorgestellte Projekt nutzen zu können, muss man die Ardui-

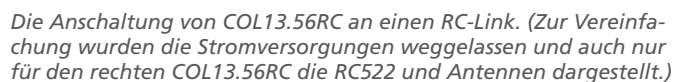


## ANSCHLUSS OHNE VERPOLUNG

Um Verpolungen der Verbindungen ausschließen zu können, empfehlen wir die Verwendung der ohne Spezialwerkzeug zuverlässig zu handhabenden preiswerten IDC-Buchsen in Verbindung mit Wannensteckern und Flachbandkabeln. Wer ohne den Verpolungsschutz auskommt, kann sich auch mit Pfostensteckleisten begnügen und die einreihigen flexibleren 2,54 x 20 cm Dupont-8P-8P-Verbindungen kaufen oder selbst krimpen. und an die Stiftreihe stecken die an der Aussparung des Wannensteckers liegt oder läge.

ICD Steckverbindungen werden einfach mit einem kleinen Schraubstock erstellt [02]. Wichtig ist, immer wieder zu kontrollieren, dass die markierte Ader des Flachbandkabels an dem kleinen Markierpfeil der Buchse liegt, besonders bevor man den Schraubstock zudrückt. Die Kerbe im Wannenstecker sorgt – in Verbindung mit der Nase der Buchse – immer für die korrekte Lage und Verdrahtung.

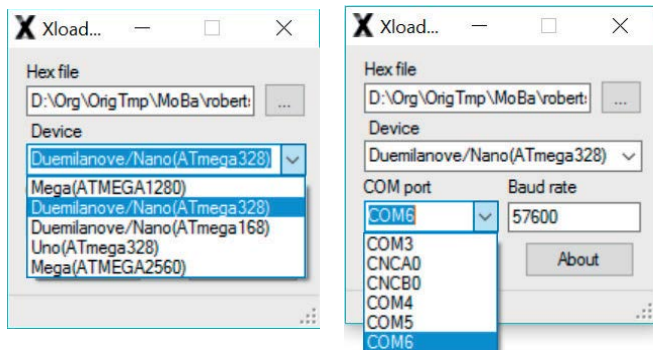
ICD Steckverbindungen werden einfach mit einem kleinen Schraubstock erstellt [02]. Wichtig ist, immer wieder zu kontrollieren, dass die markierte Ader des Flachbandkabels an dem kleinen Markierpfeil der Buchse liegt, besonders bevor man den Schraubstock zudrückt. Die Kerbe im Wannenstecker sorgt – in Verbindung mit der Nase der Buchse – immer für die korrekte Lage und Verdrehung.



Hier wird zunächst das richtige Arduino-Board als Device ausgewählt, dann unter COM-Port der eben gefundene Port eingestellt. Im Fall des COL13.56 ist dies der Nano(ATmega328) und hier COM6. Die voreingestellte Baudrate wird belassen. Der Klick auf die drei Punkte öffnet die Fileauswahl für den Softwareupload. Wählen Sie hier aus dem richtigen Ordner die Hex-Datei („Single“, „Independent“, „Coupled“) aus, die Sie ausprobieren wollen. Mit Klick auf Upload lädt der XLoader die ausgewählte Datei in den Arduino. Sobald er fertig ist, meldet er die Anzahl

mer ein. Nach „Initialisiere Detektoren“ werden alle 24 möglichen Slots als „frei“ gemeldet. Je nach in den Arduino geladenem Programm („Single“, „Independent“ oder „Coupled“) mit entsprechend angeschlossenen RC522 kann ein COL13.56RC ein oder zwei Slots belegen. Weder die COL13.56RC noch der RC-Link kann dabei Doppelbelegungen erkennen. Man muss daher selbst darauf achten, dass die COL13.56RC

DIGITALE MODELLBAHN 01|2018 63



Zum Programmieren muss der Nano aus der Steckfassung des COL13.56 entnommen werden, als Device ist Nano(ATmega328) zu wählen. Der COMPort muss wie vom PC vorgegeben ausgewählt werden.

auf die korrekten Adressen gejumpt sind!

## KONFIGURATION DER MODELLBAHNSOFTWARE

Hier sollen Rocrail (RR) und Windi-giPet (WDP) beispielhaft konfiguriert werden. In beiden Programmen ist

der RC-Link als eine unter vielen möglichen Zentralen aufgeführt, d.h. es könnten auch mehrere RC-Link am PC angemeldet sein. RR ist Shareware, d.h. man kann das Programm mit der vollen Funktionalität testen. Will man es aber im produktiven Betrieb nutzen, sollte man dem Autor ein Anerkennungshonorar zukommen lassen. WDP gibt es

als kostenlose Demo mit Einschränkungen bei der Anzahl der steuerbaren Triebfahrzeuge und des schaltbaren Zubehörs. Hinsichtlich der Anzahl der Rückmelder sind keine Begrenzungen bekannt, sodass mit der WDP-Demo die Anzahl der Leser nicht beschränkt ist, wohl aber die Anzahl der TAGs unter Triebfahrzeugen.

Die Beispiel-Schritt-für-Schritt-Konfigurationsanleitungen für einen COL13.56RC mit der Software „Independent“, haben wir aus Umweltschutzgründen wieder in gesonderte PDF-Dateien [06] ausgelagert, die man sich zur Not natürlich ausdrucken kann.

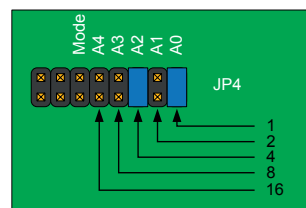
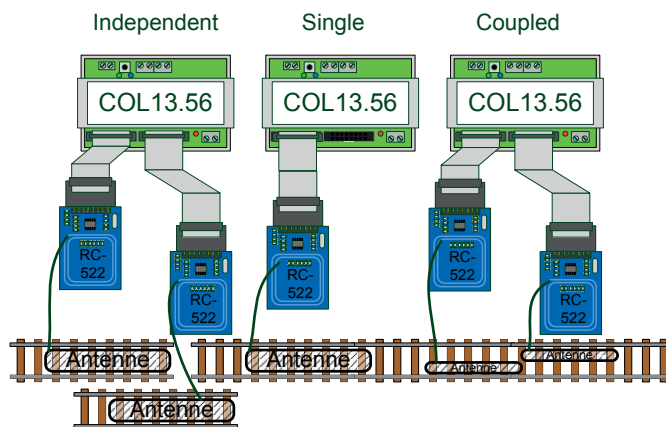
Die RC-Link-Lösung von Tams ist universell und sehr gut skalierbar, erfordert aber Sorgfalt bei der Implementierung. Tatsächlich kann ein Arduino auch direkt RC-Talk [07] sprechen, wenn man ihm das beibringt.

## LESE-VARIANTEN

Es gibt drei Softwarevarianten für den COL13.56RC:

- Single: Nur ein RC522 ist am COL13.56RC angeschlossen.
- Independent: Zwei RC522, die völlig unabhängig z.B. in parallelen Gleisen liegen, sind am COL13.56 angeschlossen.
- Coupled: Zwei RC522 sind am COL13.56 angeschlossen. Die Antennen liegen fast nebeneinander im selben Gleis. Bei asymmetrischer Anordnung eines schmalen TAGs unter dem Fahrzeug wird nur der Leser auf der richtigen Seite angesprochen und es kann die Aufgleisrichtung detektiert werden. Bei breiten TAGs, die symmetrisch unter dem Fahrzeug angeordnet sind wird der erste Leser in Fahrtrichtung angesprochen und die Meldung des zweiten Lesers ignoriert. Eine Aufgleisrichtung kann mit breiten TAGs wie bei Single und Independent nicht detektiert werden. Die Lösung „Coupled“ erfordert exakte Verlegung der Antennen im Gleis und genaue Platzierung der TAGs unter den Fahrzeugen. Diese Lösung sollte man erst implementieren, wenn man mit den anderen gute Erfahrungen gemacht hat.

Die Slotnummer, unter der ein COL13.56RC seinen ersten (oder auch einzigen) RC-522 meldet, kann am COL13.56RC über Jumper in der Leiste JP4 auf A0–A4 eingestellt werden. Ist kein Jumper gesteckt, meldet sich der COL13.56RC auf Slot 1 (default). Falls „Independent“ geladen wurde, wird ein zweiter angeschlossener RC522 auf dem nächsthöheren Slot angemeldet. In der Grafik ist Adresse 5 eingestellt.



## LINKS

Wir haben hier eine ganze Menge Links im Text, die wir hier diesmal nicht alle einzeln aufführen, sondern auf einer Sammelinkseite zugänglich machen:

[www.vgbahn.de/QR/FK](http://www.vgbahn.de/QR/FK)





RC-Link-Tester 1.0.1

Nr.	Adresse	Letzte Rohdaten	Letzte Meldezeit	CV	Letzte Rohdaten	Letzte Meldezeit
1	frei	FC 01 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
2	frei	FC 02 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
3	frei	FC 03 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
4	> 7857	FC 04 1E B1 FF	21:55:56	Anfordern		
5	> 3280	FC 05 0C D0 FF	21:55:56	Anfordern		
6	frei	FC 06 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
7	frei	FC 07 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
8	frei	FC 08 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
9	frei	FC 09 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
10	frei	FC 0A 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
11	frei	FC 0B 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
12	frei	FC 0C 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
13	frei	FC 0D 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
14	frei	FC 0E 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
15	frei	FC 0F 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
16	frei	FC 10 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
17	frei	FC 11 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
18	frei	FC 12 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
19	frei	FC 13 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
20	frei	FC 14 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
21	frei	FC 15 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
22	frei	FC 16 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
23	frei	FC 17 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		
24	frei	FC 18 00 00 FF	21:55:57	Anfordern		

Schnittstelle  
COM 11 Verbinden Trennen ☒ Reset Anzeige Sys-Info Roh Hw-Version Sw-Version Seriennummer  
FD 00 DC 10 0A FF 1.0 1.6 220

Detektor 1 Detektoradresse programmieren

Beta-Funktionen  
☐ 0x60 ☐ 0x60 senden  
☒ RTS/CTS benutzen  
CTS  
FD 00 DC 10 0A FF  
FC 04 1E B1 FF  
FC 05 0C D0 FF  
FC 01 00 00 FF  
FC 02 00 00 FF  
FC 03 00 00 FF  
FC 06 00 00 FF  
FC 07 00 00 FF  
FC 08 00 00 FF  
FC 09 00 00 FF  
FC 0A 00 00 FF  
FC 0B 00 00 FF  
FC 0C 00 00 FF  
FC 0D 00 00 FF  
FC 0E 00 00 FF  
FC 0F 00 00 FF  
FC 10 00 00 FF  
FC 11 00 00 FF  
FC 12 00 00 FF  
FC 13 00 00 FF  
FC 14 00 00 FF  
FC 15 00 00 FF  
FC 16 00 00 FF  
FC 17 00 00 FF  
FC 18 00 00 FF

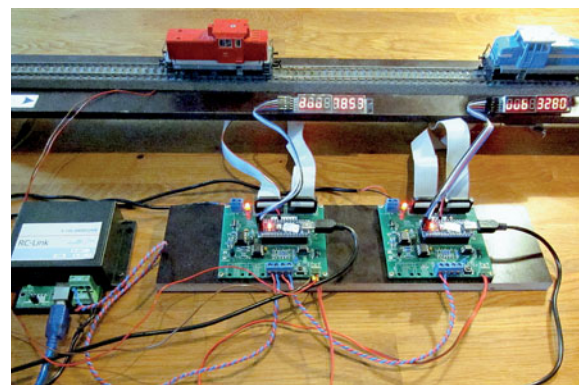
Die Software RC-Link-Tester: Hier ist ein COL13.56RC mit „Independent“ angeschlossen, dessen Jumper auf A2 gesetzt wurde. Somit werden die Adressslots 4 und 5 des RC-Links belegt.

Wer also nur mal mit ein oder zwei Lesern und ein paar TAGs probieren will, käme dann auch ohne einen RC-Link aus und benötigt auch kein DCC-Signal als Taktgeber zur Synchronisierung. Wie man den COL13.56 dazu bringt sich selbst als RC-Link mit bis zu zwei angeschlossenen Readern mit Antennen auszugeben und als solcher auch mit einigen Modellbahnsteuerprogrammen RC-Talk zu sprechen, werden wir im nächsten Heft beschreiben. Die

benötigte COL13.56 Platine und die RC522-Platinchen sind die gleichen wie hier. Lediglich der ebenfalls erforderliche Arduino Nano muss mit einer anderen Software geladen werden. Die COL13.56-Platinen gibt es bei Spiel und Bahn. [08]

Robert Friedrich, Viktor Krön

Testaufbau mit zwei COL13.56RC mit jeweils zwei RC522, Antennen im Gleis und asymmetrisch montierten TAGs



## DIGITAL Einsteigerset's

TILLIG H0 BAHN

Art.-Nr.: 70091

Digital-Einsteiger-Set:  
Triebwagen VT 70.9 (Sound) mit  
Beiwagen VB 140 der DB, Ep. III  
Preis: 599,00€\*



- Digitalgrundausrüstung in Kooperation mit Uhlenbrock Elektronik GmbH: Zentraleinheit mit Verstärker, Handregler, Stromversorgung (Netzteil)
- H0-Elite-Gleisoval (180 x 100 cm)



Art.-Nr.: 70090

Digital-Einsteiger-Set:  
Triebwagen VT 137 (Sound) mit  
Beiwagen VB 140 der DR, Ep. III  
Preis: 599,00€\*

\*Unverbindlich empfohlener Verkaufspreis.

Polei: Querströme beim Übergang zwischen Boosterbereichen vermeiden

# BOOSTER-TRENNSTELLE ENTSCHÄRFT

Wer seine Modellbahn digital betreibt und mehr als zwei oder drei Loks gleichzeitig fahren lässt, der wird zusätzlich zu seiner Zentrale noch einen Booster einsetzen, bzw. in Fällen, in denen in die Zentrale keine Endstufe eingebaut ist, gleich auf zwei Booster setzen. Doch wie ist der Übergang zwischen den zwei Boosterbereichen zu realisieren? Die hier vorgestellte kleine Schaltung hilft beim phasenrichtigen Anschluss der Gleise.

**D**ie „sauberste“ Lösung zur Vermeidung von unerwünschten Effekten an den Übergängen wäre natürlich der Einsatz eines Geräts wie dem Booster-Trennstellen-Modul von Littfinski. Allerdings muss man für dessen Einsatz einigen Aufwand an der Gleisanlage treiben: Es werden zwei Sensor- und ein Umschalt-Abschnitt benötigt. Letzterer muss so lang sein wie der längste eingesetzte Zug. Doch was, wenn man den Platz dafür nicht hat? Ein praxisnahes Beispiel ist die Booster-Trennstelle in einer Gleisverbindung zwischen den beiden Richtungsgleisen einer zweigleisigen Strecke.

Natürlich kann man auch dort eine Booster-Trennstelle einbauen. Beide Schienen werden durchtrennt und isoliert und auf beiden Seiten dieser Trennstelle wird jeweils ein Booster angeschlossen. Es ist eine Selbstverständlichkeit: Man sollte darauf achten, dass beide Booster auf die gleiche Ausgangsspannung eingestellt werden. Jetzt muss man nur noch die Phasenlage des DCC-Signals beachten, um Querströme zu vermeiden.

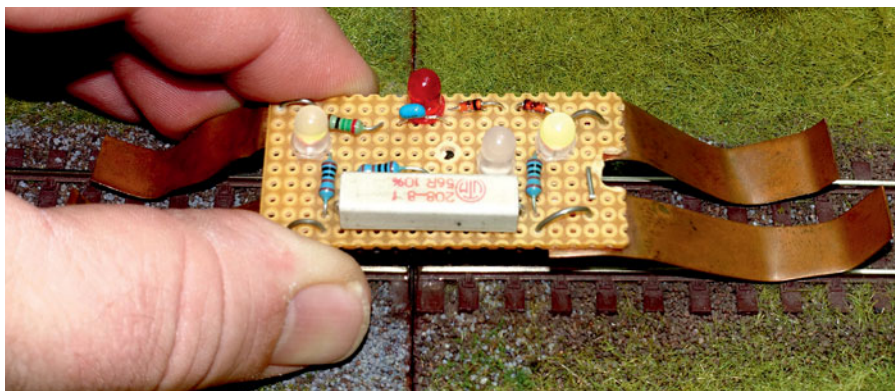
Betrachten wir unser Digitalsignal und treffen wir der Einfachheit halber die idealisierte Annahme, dass es aus Rechtecken besteht. An der einen

Schiene ist immer gerade ein positives und an der anderen ein negatives Rechteck zu sehen. An der Booster-Trennstelle sollte diesseits und jenseits der Trennung die gleiche Polung vorliegen. Ist das nicht der Fall, kommt es zu einem Kurzschluss, sobald ein stromabnehmendes Fahrzeug die Trennstelle überfährt: Es bleibt stehen und die Booster schalten ab.

Man kann die Phasenlagen der Digitalsignale entweder mit einer Lok in der gerade geschilderten Variante prüfen oder man benutzt teure Messtechnik wie zum Beispiel ein Oszilloskop. Es geht aber auch einfacher und billiger: Mit ein paar Leuchtdioden in einer geschickt aufgebauten Schaltung kann man die gleichen Informationen erhalten.

Die Schaltung wurde ursprünglich von Gerald Klein entwickelt. Die ersten Aufbauten erfolgten auf einer Lochraster-Platine. Später wurde die Schaltung dann auf einer professionellen Platine auf- und in ein kleines nahezu eiförmiges Gehäuse eingebaut. Unter dem Namen „Polei“ ist diese kleine Schaltung heute auch im H0fine-Shop von Melinda Hellmann als Bausatz erhältlich.

Das Polei wird einfach auf die Trennstelle gestellt. Es hat links und rechts Kontakte zur Stromabnahme. Das Polei überbrückt quasi die Trennstelle. Wenn

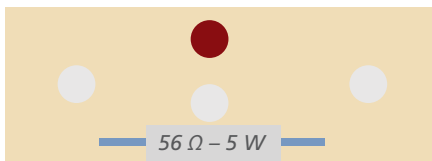


Die Kontakte bei diesem Lochrasteraufbau sind Kupferblechreste. Man sollte den Aufbau immer nur kurz auf die Booster-Trennstelle stellen. Über den dicken Widerstand fließt richtig Strom und er wird schnell sehr warm.  
Die LEDs zeigen beim Prüfen der Trennstelle: Hier ist alles in Ordnung!

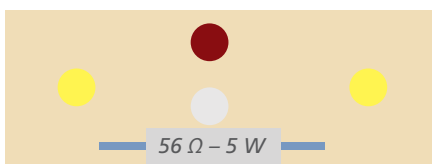




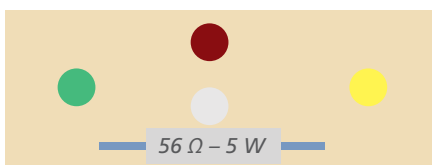
Ein schwarzes Polei mit kunstvoll gebogenen und verlöteten Drahtkontakten



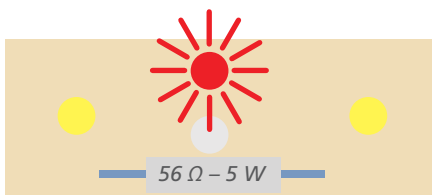
Schematische Darstellung des Poleis



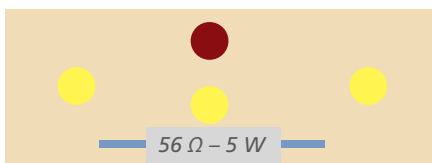
Die beiden äußeren Duo-LEDs leuchten gelb: Alles in Ordnung!



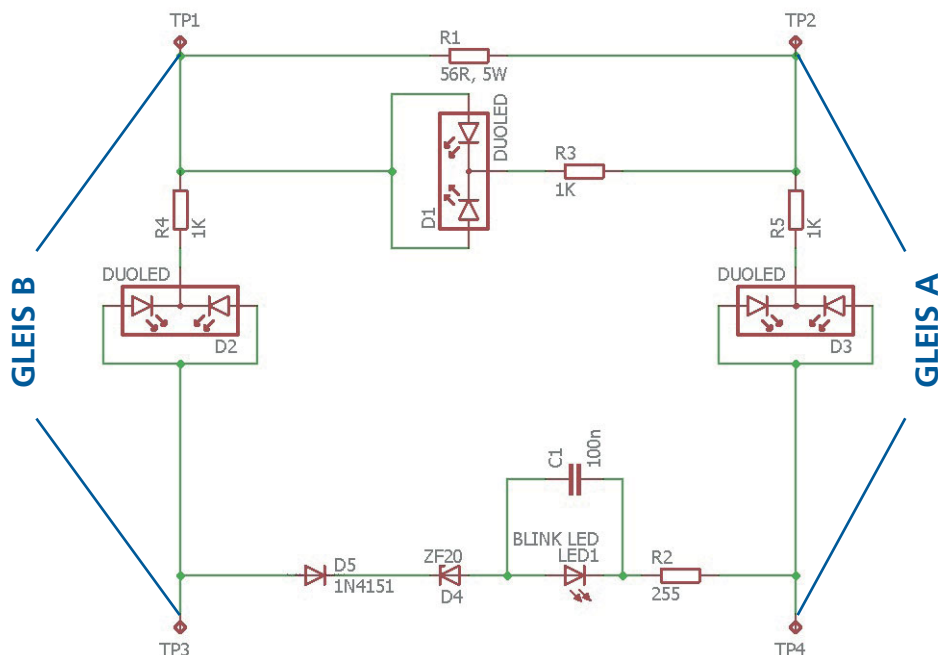
Auf der linken Seite liegt eine Gleichspannung an, rechts eine passende Digitalspannung.



Die rote LED blinkt! Hier ist die Phasenlage zwischen den beiden Boostern verdreht. Beim Überfahren der Trennstelle mit einer Lok würde es zum Kurzschluss kommen. Die Gleis-Einspeisung eines der beiden Booster muss umgepolt werden.



Beide Module sind am gleichen Booster angeschlossen. Es leuchtet aber die dritte Duo-LED. Hier würde es auch zu einem Kurzschluss kommen, wenn eine Lok die Trennstelle überfahren würde. Eines der beiden Gleise muss umgepolt werden.



Der Schaltplan zum Polei



Die Booster-Trennstelle mit dem Oszilloskop betrachtet. Hier liegen die gelbe und die grüne Linie nahezu direkt übereinander. Die beiden Booster haben die gleiche Phasenlage. So soll es sein.



Hier sieht man die grüne und die gelbe Linie deutlich in verschiedenen zeitlichen Bereichen. Die Phasenlage ist verdreht, einer der Booster muss umgepolt werden.

alles in Ordnung ist, dann leuchten nur links und rechts die Duo-LEDs in Gelb, also mit beiden Farben. Fehlt eine der Farben – die LED leuchtet rot oder grün –, dann liegt eine Gleichspannung am Gleis an.

In der Mitte des Poleis befindet sich eine Blink-LED. Blinkt diese, dann ist die Phasenlage der Booster unterschiedlich, einer der Booster ist verpolt. Man muss dann nur die Verbindung eines der Booster zum Gleis umpolen. Anschließend sollte die LED nicht mehr blinken.

Ebenfalls in der Mitte des Poleis befindet sich eine weitere Duo-LED. Geht diese an, dann wird das Gleissignal links und rechts der Trennstelle vom gleichen Booster erzeugt, allerdings

ist die Einspeisung verpolt. Man muss dann auch einen der Anschlüsse umpolen. Mit einem Polei kann man so sehr einfach die Verkabelung einer digitalen Modellbahnanlage überprüfen.

Heiko Herholz

#### BAUTEILE FÜR DAS POLEI

C1	100 nF Keramik
D1, D2, D3	Duo-LED zweipinnig 5 mm rot/grün
D4	Z-Diode 20 V 0,5 W
D5	1N4151
LED1	Blink-LED 5 mm rot
R1	56 Ω, 5 W
R2	255 Ω
R3, R4, R5	1K

LocoCentral-Zentrale von Hans Deloof

# BASTELN MACHT SPASS

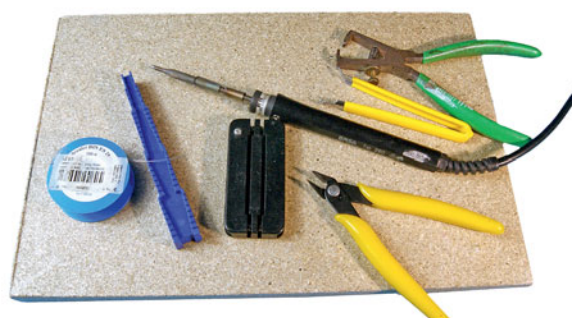


Man kann es kaum glauben, aber aus dem Tütchen rechts und der Tastatur kann man eine Digitalzentrale zusammenbauen.

Der LocoCentral-Bausatz des belgischen Modellbahn-Enthusiasten Hans Deloof bietet eine Menge: eine LocoNet-DCC-Digital-Zentrale zum Selbstaufbau. Wer einen Lötkolben und einen Seitenschneider besitzt, braucht hier keine Angst zu haben. Es kommen nur leicht zu verarbeitende und gut erkennbare Bauteile zum Einsatz. Der Zusammenbau ist an einem Abend zu machen.



Mit einem LED-Tester kann man die LEDs vor dem Einbau testen. Das längere Beinchen ist die Anode, das kürzere die Kathode. Der Bund des LED-Körpers ist auf der Kathoden-seite meist abgeflacht.



Ich löte gerne auf einer sogenannten Skam-Platte. Dabei handelt es sich um eine feuerfeste und isolierte Löt-Unterlage. Mehr Werkzeug braucht man nicht: Ich habe hier einen Lötkolben Ersa Tip 260 mit bleistift dünner Lötspitze, eine Biegevorrichtung für die Drähte von Widerständen und Dioden, einen Beinausricher für ICs, eine Rolle Lötzinns 0,5 mm und eine kleine Drahtschere. Die Abisolierzange und der IC-Greifer sind zwar nützlich, werden aber bei diesem Bastelprojekt eigentlich nicht benötigt.

**D**er Zusammenbau geht einfach von der Hand. Man packt am besten erstmal alles aus und sortiert die Bauteile. Die Widerstände habe ich zunächst nach den Farben der Ringe sortiert. Anschließend habe ich die Werte mit einem Multi-meter bestimmt. Dabei muss man natürlich etwas tolerant auf- oder abrunden, handelt es sich doch hier um Widerstände mit einer relativ starken Toleranz von ca. 5%.

Alternativ kann man den Wert auch anhand der Farbcodes bestimmen. Als alter Elektroniker hat man diese wahrscheinlich im Kopf, sonst kann man Tools oder Seiten aus dem Internet nehmen oder ein sogenanntes Vithrometer benutzen. Bei einem Vithrometer stellt man mit Pappdrehscheiben den Farbcode ein und liest den Widerstandswert an einer Skala ab. Natürlich kann man sich auch ein solches Vithrometer selbst bauen ...

Mit den Widerständen fing ich dann auch beim Zusammenbau der Zentrale an. Sie mussten zunächst etwas in Form gebracht werden, sprich, die Beinchen mussten entsprechend der Bohrungen auf der Platine zurechtgebogen werden. So etwas kann man entweder von Hand machen oder eine Biegelehre verwenden.

Ich fädete jeweils die Widerstände eines Wertes von oben in die Platine ein und verlötete sie dann von unten. Anschließend konnte ich die überstehenden Drahtenden abschnei-

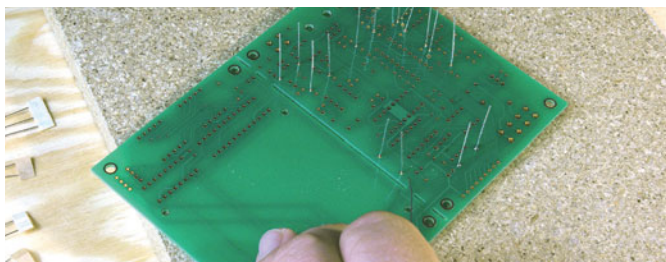
Die Widerstandswerte habe ich mit einem Multi-meter bestimmt. Hier muss man etwas tolerant sein: Der nominelle Widerstandswert beträgt 10 kΩ.



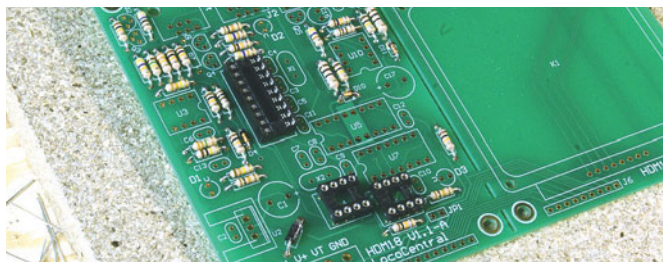
den. Nach dem gleichen Prinzip baute ich anschließend die Dioden ein. Bei diesen Bauteilen war die Einbaurichtung wichtig: Ein kleiner Strich auf dem Gehäuse gibt hier die Sperrrichtung an. Diese Sperrkennzeichnung musste mit dem Strich im Bestückungsaufdruck auf der Platine übereinstimmen.

Nun sortierte ich die weiteren Bauteile nach der Bauhöhe und führte die Arbeit mit den niedrigsten fort. Zunächst lötete habe ich die IC-Fassungen ein. Anschließend waren die LEDs und Kondensatoren an der Reihe, danach die Transistoren und Spannungsregler. Zum Schluss folgten die richtig großen Dinge wie Tastatur und Anschlussstecker. Nach dem

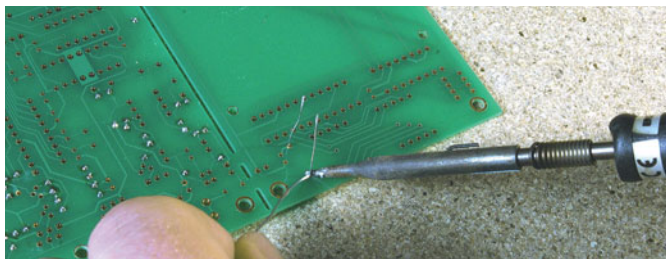




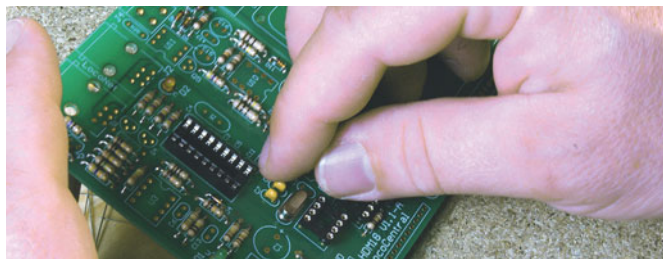
*Ich habe Widerstände mit dem gleichen Wert auf einmal bestückt und dann die Platine zum Löten umgedreht.*



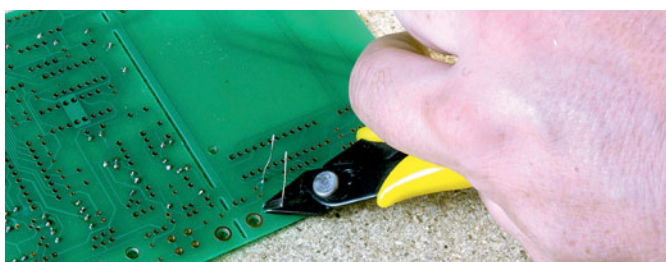
*Die IC-Sockel haben auf einer Seite eine Einbuchtung. Diese sollte mit der des Bestückungsdrucks auf der Platine übereinstimmen.*



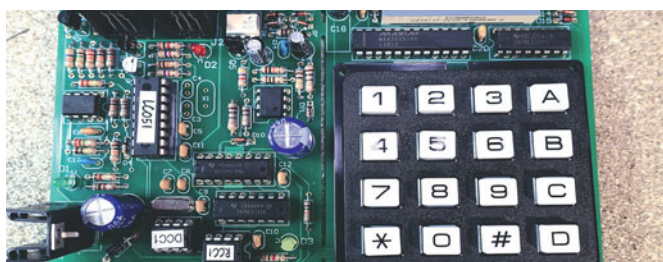
*Ich verwende immer noch ganz gerne das besser fließende bleihaltige Lötzinn. Das ist für Privatanwender nach wie vor erhältlich und lässt sich leichter verarbeiten.*



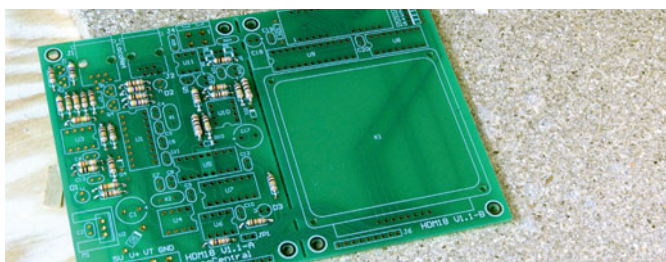
*Die Bauteile werden der Bauhöhe nach eingebaut. Hier sind gerade die kleinen Kondensatoren dran.*



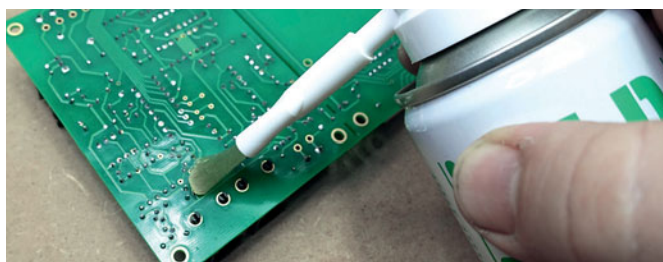
*Die überstehenden Drahtenden werden oberhalb der Lötstelle mit einer kleinen Drahtschere abgeschnitten.*



*Der Zusammenbau ist fast fertig. Display und Tastatur sitzen. Auch die Firmware-ICs mit ihren Aufklebern sind bereits eingesteckt.*



*Es füllt sich: Wenn die Widerstände eingebaut sind, dann ist schon ein guter Anfang gemacht.*



*Mit einem speziellen Leiterplattenreiniger kann man Lötückstände von der Platine entfernen.*

Löten sollte man die Platine auf der Unterseite reinigen. Ich nehme dazu gerne speziellen Leiterplattenreiniger und eine kleine Bürste.

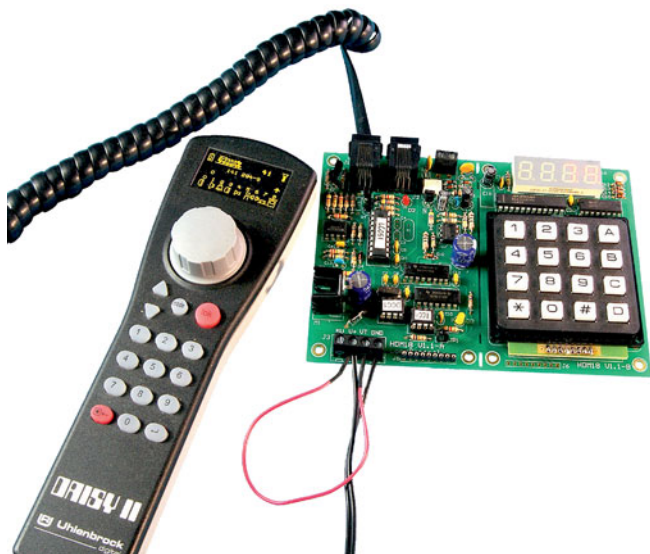
## IN BETRIEB NEHMEN

Für den ersten Test verwendete ich ein 12-V-Netzteil mit einer Ausgangsleistung von 1 A. Für eine Testfahrt mit einer einzelnen H0-Lok reicht das aus. Die Zentrale hat zwei Stromeingänge. Ich hatte der Einfachheit halber beide Eingänge miteinander verbunden. Wenn man die Zentrale für den Anlagenbetrieb einsetzt, dann sollte man zwei Netzteile

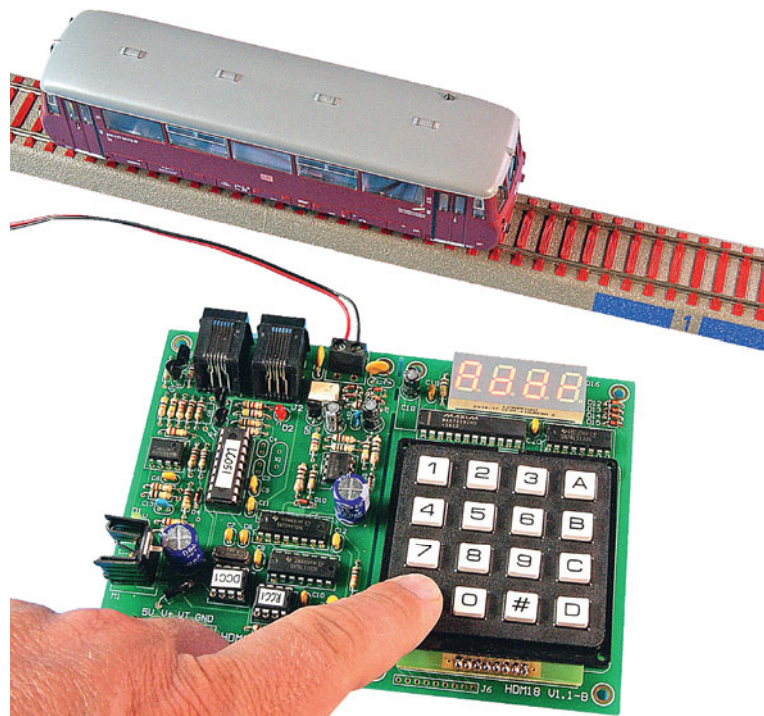
entsprechend der Anleitung verwenden. Ohne weiteres Zubehör kann man jetzt Decoder auslesen und programmieren, wenn man ein Programmiergleis anschließt. Außerdem unterstützt die Zentrale POM, die Hauptgleisprogrammierung. Wenn man nun eine Lok fahren möchte, benötigt man einen LocoNet-Handregler.

Ich habe FREDiS, Fleischmann Profi-Boss, Digitrax DT500 und eine Daisy-II von Uhlenbrock ausprobiert und keinerlei Probleme festgestellt. Wer sowieso schon Besitzer weiterer LocoNet-Komponenten von Hans Deloof ist, der hat vielleicht auch einen LocoBuffer in seinem Fundus. Mit dem kann man im Verein mit der zugehörigen Konfigurations-





Uhlenbrocks Daisy II funktioniert problemlos an der LocoCentral von Hans Deloof.



Das Display kann nur vier Zeichen darstellen. Hier wird die Adresse aus der Ferkeltaxe ausgelesen.

Software LocoHDL verschiedene Dinge an der Zentrale einstellen und sich auf einen Blick über die Belegung der 16 LocoNet-Slots informieren. Natürlich ist es möglich, über die LocoHDL-Software eine Lok zu steuern.

Für die Besitzer von FRED-Handreglern ist der Dispatch-Modus zur Zuweisung von Adressen auf FRED-Handregler eingebaut. Ganz praktisch ist die Funktion zur Anzeige von Fahrstufen auf dem Display des LocoCentral. Wer mal eine Minibox des norwegischen FREMO-Mitglieds Pål Olsen bedient hat, der wird mit der LocoCentral sofort klar kommen: Die Bedienung ist identisch.

## UNTER DER HAUBE

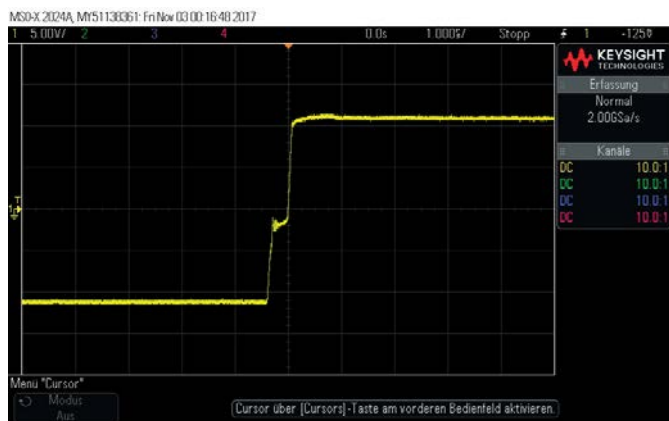
Ein wenig habe ich der Zentrale unter die Haube geschaut: Als Endstufe fungiert ein Motor-Treiber. Diese Bausteine sind einfach zu benutzen und tauchen daher im Modellbahnbereich immer wieder als Leistungsstufen bei einfachen Zentralen und Boostern auf. Unter bestimmten Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel schlechter Verkabelung bei grö-

ßeren Anlagen, kann es mit solchen Endstufen zu Problemen kommen. Solange man jedoch nur eine kleine Heimanlage damit betreibt, muss man sich keine Gedanken machen.

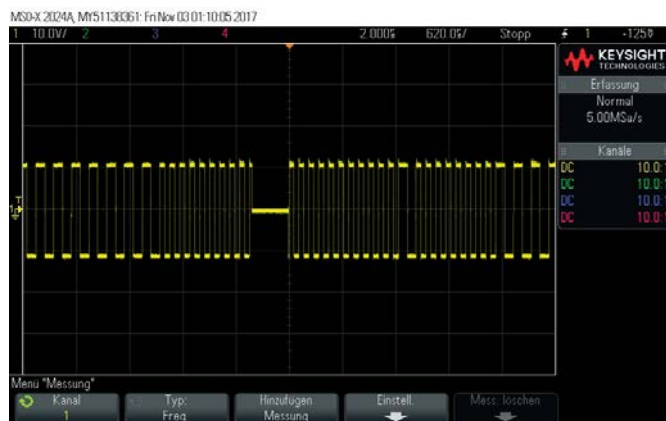
Die LocoCentral besitzt die Möglichkeit, ein RailCom-Cutout zu erzeugen. Dementsprechend sendet die Zentrale auch 15 DCC-Preamble-Bits aus. Hier kann man dann mit weiteren RailCom-Komponenten von Hans Deloof oder auch anderen Herstellern weitermachen. Der RailCom-Cutout ist nur auf den RailSync-Leitungen der beiden LocoNet-B-Anschlüsse aktiv. Daher sollte man gar nicht erst versuchen, einen RailCom-Detektor am Programmiergleis-Ausgang der LocoCentral anzuschließen.

Insgesamt hat mir die kleine Bastelei viel Freude gemacht. Das offene Leiterplatten-Design gefällt mir. Man kann übrigens die Platine in der Mitte teilen und bekommt dann eine Zentralen-Platine und eine Bedienplatine. Beides lässt sich zusammenstecken und in ein Handregler-Gehäuse einbauen.

Leider ist der Bausatz nicht ganz preiswert: Beim belgischen Händler spoorshop.be kommen zu den 95,- € für den Zentralenbausatz noch 13,- € Versandkosten und unter

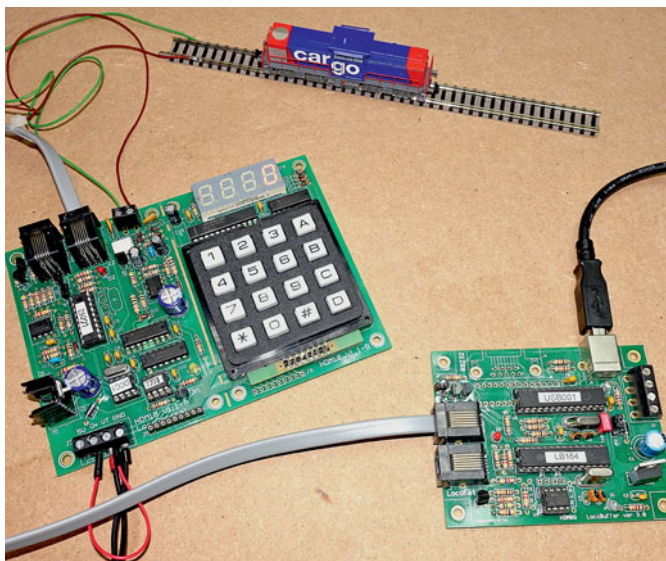


Wenn man tief in das von der Zentrale erzeugte Signal hineinzoomt, dann kann man die für einen Motortreiber typische Stufe im DCC-Signal sehen. In der Praxis sollte das aber keine negativen Auswirkungen auf den Betrieb haben.

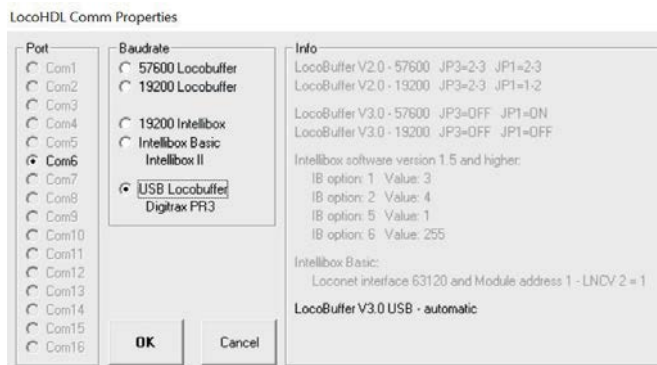


Mut zur Lücke: Hans Deloof hat bei seiner Zentrale die Austastlücke für RailCom integriert. Während dieser Austastlücke können RailCom-fähige Decoder zum Beispiel ihre Adresse senden.





LocoCentral und LocoBuffer (ebenfalls von Deloof) werden via LocoNet verbunden. Per USB geht es von hier an den PC.



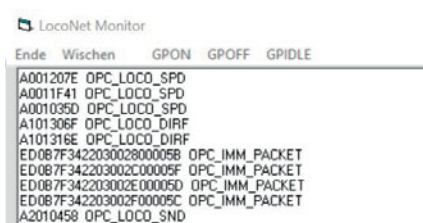
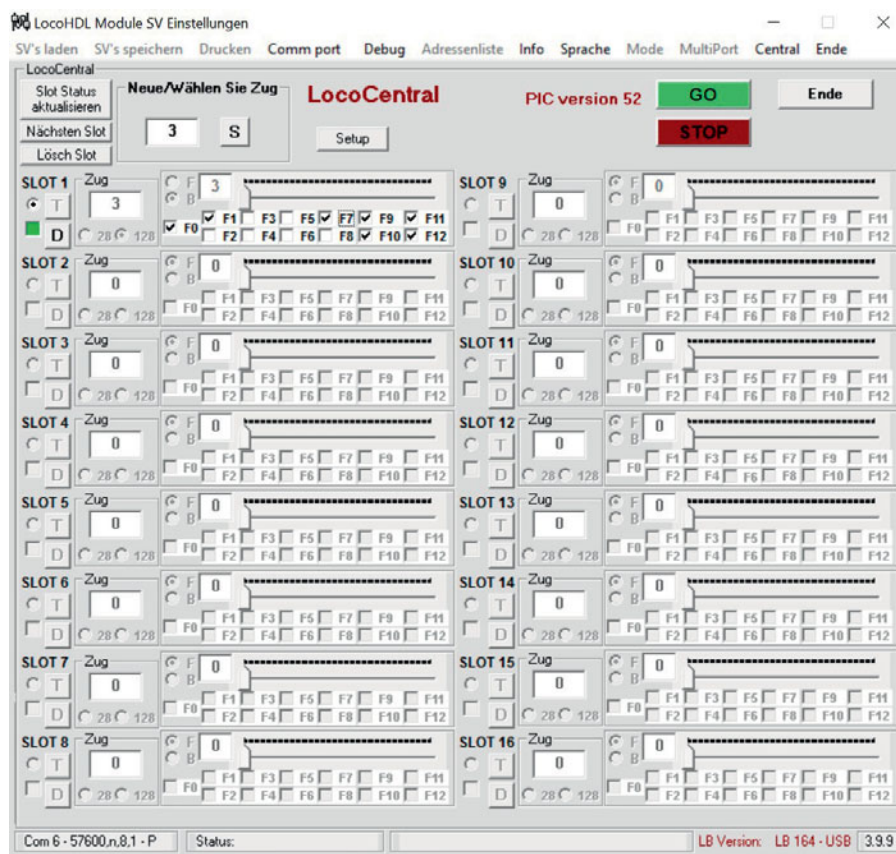
Die nötigen Einstellungen müssen nur einmal im Konfigurationsprogramm LocoHDL gemacht werden.

Umständen noch eine Gebühr für die Kreditkartenzahlung dazu. Der UVP für eine Uhlenbrock Daisy-II-Zentrale liegt zum Vergleich bei 129,- €.

Damit ist die Anschaffung der LocoCentral von Hans De-loof nur sinnvoll, wenn man Spaß am Basteln hat oder etwas Spezielles mit der Zentrale tun möchte. Meine LocoCen-

tral werde ich als Programmierstation an ein Regalbrett in meinem Bastelraum anschrauben. So kann ich immer mal schnell einen Lokdecoder auslesen und neu einstellen.

Heiko Herholz



Im LocoNet-Monitor lässt sich die Kommunikation auf dem Bus mitverfolgen.

## PREIS

LocoCentral (Bausatz)	
www.spoorshop.be	95,00 €
zuzüglich Versandkosten	13,00 €

Alles im Blick: Hier kann man den Status aller 16 verfügbaren LocoNet-Slots sehen und auch eine Lok vom PC aus steuern.



## Servotester für 19"-Messgeräte-Rack

# EINSATZ- BEREIT

Wer sich intensiver mit Servoantrieben befasst, stellt schnell fest, wie unterschiedlich die verschiedenen Typen der diversen Hersteller in den eigenen Anwendungen reagieren. Um das Verhalten der Servos schon vor dem Einbau beurteilen zu können, ist ein eigenständiger Servotester sehr hilfreich. Als gute Basis für einen Selbstbau erwies sich ein ganz schlicht „Servo“ genanntes vielfältig konfigurierbares analoges Steuerungsmodul der Firma Dietz Elektronik.

**D**ie analoge Servosteuerung „Servo“ besteht aus einer kleinen Platine mit 33 x 26 x 12 mm und wird mit maximal 24 V Gleich- oder Wechselspannung betrieben. Über den klassischen 3-pin-Servostecker (+ in der Mitte) können handelsübliche Servos direkt angeschlossen werden. Über ein Potentiometer lassen sich in Verbindung mit Tastern oder Drahtbrücken die jeweiligen Endstellungen für den linken und rechten Servoausschlag einstellen. Auch die Festlegung der Stellgeschwindigkeit ist mit dem Poti möglich. Über einen separaten Anschluss kann das Servo anschließend angesteuert werden –

es läuft hierbei zur jeweils anderen eingestellten Endlage, wobei die Betätigung mittels Taster, Schalter oder natürlich auch mit einem Digitaldecoder erfolgen kann.

Da sich in meiner Modellbahnwerkstatt ein Aufbau in 19"-Tischträgergehäusen bewährt hat, soll auch der neue Servotester eine entsprechende 19"-Steckbaugruppe bekommen. Entsprechende Bedienelemente und passende Anschlussklemmen an der Frontplatte sind obligatorisch. Selbstverständlich wäre auch der Einbau in ein anderes Gehäuse oder der einfache Einsatz als offene Platine ohne Gehäuse möglich.

*Die Servosteuerung „Servo“ von Dietz Elektronik eignet sich gut zum Aufbau eines Servotesters, da hier verschiedene Parameter elektromechanisch über Schalter eingestellt werden können.*

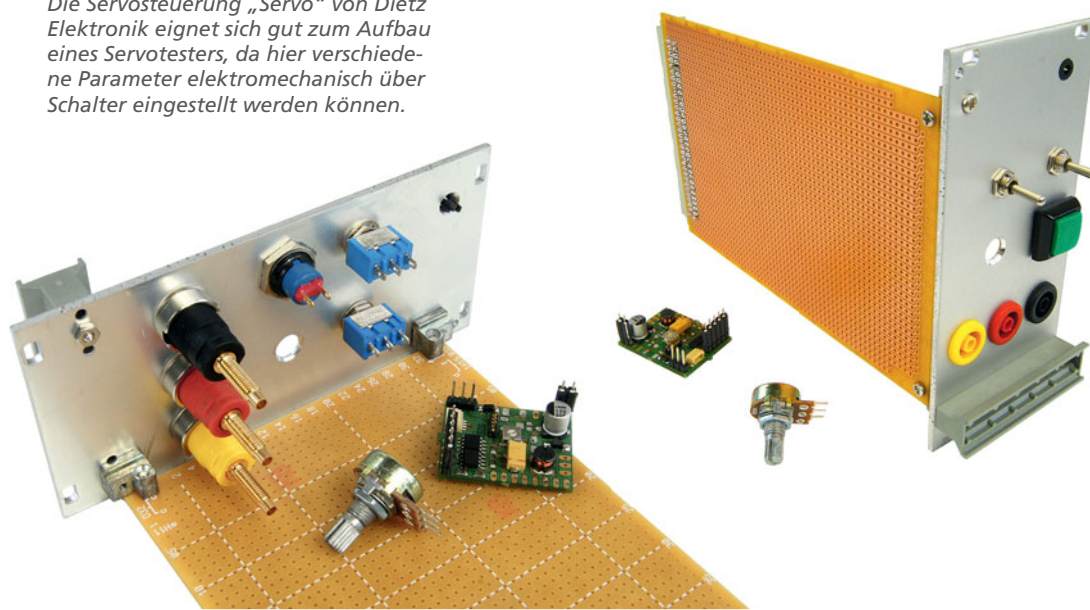


*Über ein passendes Anschlusskabel lassen sich Servos mit unterschiedlicher Steckerbelegung am Prüfgerät anschließen. Ein erster schneller Funktionstest vor dem Servoeinbau ist damit schnell gemacht und in der Praxis eine große Hilfe. Auch bei der Fehlersuche hat sich der Servotester schon bewährt.*

Ein 24-V-Schaltnetzteil versorgt über eine abgesicherte Stromschiene an der Rückwand des 19"-Tischträgers verschiedene Einschübe und Steckbaugruppen mit Energie. Dies passt gut zu den Anforderungen der Dietz-Platine, die ich direkt aus der 24-V-Schiene versorgen konnte.

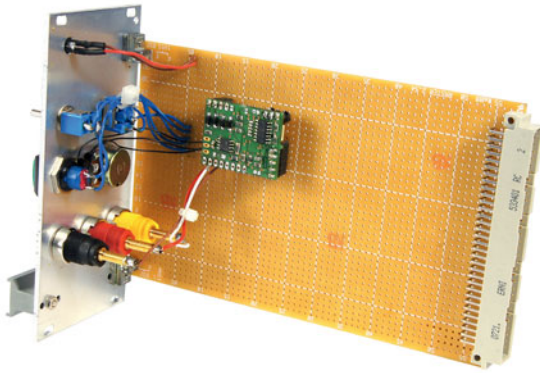
Die Anschlüsse des Servos (GND/+ Impuls) habe ich über vollisolierte 4-mm-Polklemmen in der Alufontplatte nach außen geführt. So lassen sich über entsprechende Adapterkabel auch unterschiedliche Pinbelegungen bei den Servos ohne großen Aufwand verarbeiten.

Ein großer Einbautaster wurde direkt zwischen den Anschlüssen „Aktivieren“ und „GND“ angeschlossen. Mit ihm werden Servobewegungen gestartet. Die Anschlüsse für den linken und rechten Endausschlag sowie für die Stellgeschwindigkeit erhielten kleine Einbaukippschalter mit Neutralstellung. Geschaltet wird gegen GND. Das Poti zur Einstellung der Servobewe-



*Die Frontplatte ist schon weit vorbereitet: Taster, Buchsen und Schalter sitzen bereits. Nun muss das kleine Poti in der Mitte der Steuerplatine vorsichtig ausgelötet und durch ein bedrahtetes Modell mit zentraler Gehäusebefestigung ersetzt werden. Dieses neue Poti liegt schon bereit.*





Fertig montiert auf der Lochstreifenplatine und mit allen Baugruppen der Frontplatte verbunden, steht dem ersten Funktionstest nichts mehr im Wege. Auch das neue Poti ist mittlerweile an der Frontplatte montiert und mit dünnen Leitungen an den alten Lötspots des SMD-Potis auf der Platine angelötet.



Bei meinem stationären Prüfgerät in der Modellbahnwerkstatt habe ich mich für einen Aufbau in 19"-Einschubtechnik entschieden. Der Servotester mit der Platine von Dietz bekommt einen eigenen Einschub. Alle Bedienelemente sind von außen erreichbar.

gungen habe ich aus der Platine ausgelötet und gegen ein Modell (5 kΩ) mit Montagemöglichkeit an der Frontplatte getauscht.

Dieser Schritt ist natürlich nur notwendig, wenn die „Servo“-Platine (wie in meinem Fall) in ein separates Gehäuse eingesetzt wird und die Einstelloptionen der Endanschlüsse und der

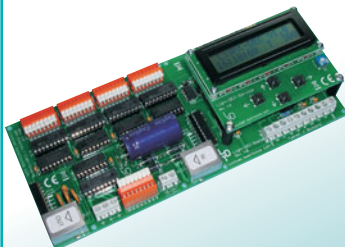
Stellgeschwindigkeit von außen beeinflusst werden sollen.

Als alles sauber verdrahtet war, konnte ein erster Test durchgeführt werden. Eine anschließende Beschriftung aus dem Laserdrucker oder in Verbindung mit einem einfachen Beschriftungsgerät ergänzt den Servotester und macht ihn zu einem vollwer-

tigen Mitglied in der Familie meiner Test- und Prüfgeräte. Der Selbstbau hat gerade einmal gute zwei Stunden gedauert und bereichert seither meine kleine Modellbahnwerkstatt um einen wertvollen Helfer, den ich in meinem Modellbahnalltag nicht mehr missen möchte.

Maik Möritz

## Digital-Profi werden!



Littfinski DatenTechnik (LDT)  
Kleiner Ring 9 / 25492 Heist  
Tel.: 04122 / 977 381 Fax: 977 382

[www.ltd-infocenter.com](http://www.ltd-infocenter.com)

Mit unseren preiswerten Fertigungsmodule und Bausätzen für die Digitalsysteme Märklin-, LGB-, Roco-, Lenz-Digital, EasyControl, ECoS, TWIN-CENTER, DiCoStation, Intellibox!

**Lichtsteuerung von LDT:**  
- Light-DEC: Modulare Anlagenlichtsteuerung für Analog- und Digital-Betrieb mit bis zu 160 Lichtausgängen. Lichtfunktionen werden im Modellbahn-Tagesverlauf automatisch oder über Taster oder DCC-Befehle gesteuert.

### MODELLBAHN DIGITAL PETER STÄRZ

Digitaltechnik preiswert und zuverlässig

**Jetzt endlich im Gehäuse: für Selectrix®**

**TEM 2**

- **NEU: Möglichkeit des Anschlusses eines Hallensensors**
- Eingabemodul zum Anschluss von 16 Tastern, Schaltern oder Reedkontakten
- Anbindung eines Gleisbildstellpultes an das Selectrix-System

Bausatz: 32,90€  
Fertigmodul: 56,00€

**Encoder 2**

- Ein- und Ausgabemodul zum Anschluss von Tastern, Umschaltern, Reedkontakten und Anzeigen für 8 Weichen oder Signale
- Anbindung eines Gleisbildstellpultes an das Selectrix-System

Bausatz: 35,90€  
Fertigmodul: 60,00€

Gehäuse für TEM/Encoder: 8,00€  
Hallensensor: 1,00€

★ Wir wünschen allen Freunden der Modelleisenbahn Frohe Weihnachten ★

Info@firma-staerz.de [www.FIRMA-STAERZ.de](http://www.FIRMA-STAERZ.de) Tel./Fax: 03571/404027

## Light@Night Easy

Modellbahn Hausbeleuchtung  
Ohne Hauselektronik  
Mit RGB-Led

Super einfach

[www.railware.de/easy](http://www.railware.de/easy)

## WIN-DIGIPET

Das Steuerungsprogramm

Premium Edition 2015  
Small Edition 2015

**Highlights der Version 2015:**

- ★ Lok-Programmer
- ★ Zugnummernfelder
- ★ Lok Makros
- ★ ZFA - Zwischenhalte

67015 WIN-DIGIPET Premium Edition 2015 € 449,00  
68015 WIN-DIGIPET Small Edition 2015 € 119,00

Weitere Informationen sowie Workshop Videos unter [www.modellplan.de](http://www.modellplan.de)

modellplan  
... Software + Technik für Modellbahner

Erhältlich bei:  
modellplan GbR  
Reussensteinweg 4  
73037 Göppingen  
Tel.: 07161/816062



Pantographensteuerung mit SWD-01 von Dietz

# KÜCHEN-STROM AUF KNOPFDRUCK

Der Servo-Weichendecoder SWD-01 von Dietz Modellbahntechnik ist hinreichend klein, um ihn in eine H0-Lokomotive oder einen H0-Wagen einbauen zu können. Einem solchen Einsatz kommt natürlich entgegen, dass der Decoder auch auf DCC-Lokadressen reagieren kann. Als Beispiel soll hier das Märklin-Modell eines SBB-Bufferwagens mit einem ferngesteuerten Pantografen ausgestattet werden.

**A**ls Antrieb für den Pantographen kommt der Miniaturservo „S-TL“ zum Einsatz. Auch dieser findet sich im Programm der Firma Dietz. Dank der Abmessungen von nur ca. 23 x 28 x 8 mm verschwindet er nahezu unsichtbar im Dachbereich des Personenwagens.

Nach dem Zerlegen des Fahrzeugs taucht zunächst die Frage der späteren Stromversorgung von Steuerelektronik und Servo auf. Da unser Personenwagen in einem festen Zugverband auf der Modellbahn eingestellt ist, habe ich mich beim festen Kuppeln der Wagons für den Einsatz stromführender zweipoliger Kupplungen von Märklin (E219446/E219447) entschieden. Der Strom kommt also direkt vom vorherigen Waggon über einen gemeinsamen Schleifer des gesamten Zugverbands bzw. direkt aus der stromabnehmenden Lokomotive.

Der Servodecoder findet in einer Aussparung in der Inneneinrichtung Platz, der Servo wird unter dem Wagondach eingepasst. Zur Betätigung des Pantographen bietet sich eine dünne (im späteren Betrieb nahezu unsichtbare) Seilanlenkung (Faden/Zwirn) an. Die Einrastfunktion des Pantographen wird mit einem feinen Seitenschneider entfernt. Die installierte Federkraft ist

im späteren Betrieb ausreichend, um den Pantographen auszufahren. Das Senken erfolgt über das Ziehen am dünnen Faden, wobei hier die Servobewegung vor der finalen Montage feinfühlig eingestellt werden muss.

Wenn für die Servopositionen des gesenkten Pantographen der physikalisch maximal mögliche Endausschlag gewählt wird (den Servo vor der Montage in die bauartbedingte Endstellung für Vollausschlag links oder rechts bringen), können auch Programmierfehler keinen Schaden anrichten. Ein

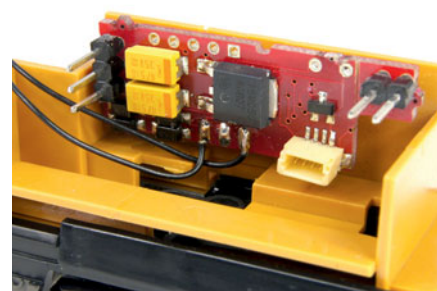
zu starkes Ziehen am Zugfaden wird dadurch „hardwaremäßig“ unmöglich.

Ansonsten könnte auch eine kleine Feder den Mechanismus vor zu weiten Ausschlägen aufgrund Einrichtungsfehlern oder bei Betriebsstörungen schützen. Wird der Servo in der Praxis betätigt, entspannt sich der Zugfaden und der Pantograph fährt aus eigener Federkraft nach oben.

Alternativ wäre an dieser Stelle auch eine Anlenkung mit einer dünnen festen Zugstange denkbar – diese hat sich in der Praxis bei mir jedoch nicht so



Für das Betätigungsseil muss im Dach unter dem Pantographen ein kleines Loch von ca. 1 mm Durchmesser gebohrt werden.

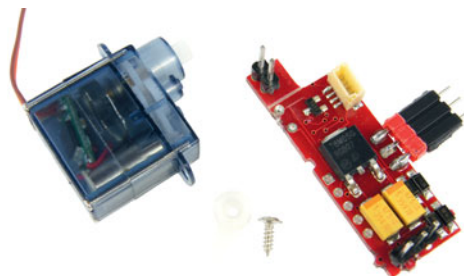


Der Servodecoder SWD-01 lässt sich dank kleiner Abmessungen sehr gut im Waggon verstecken. Der Strom kommt später von einer stromführenden Kupplung im NEM-Schacht.

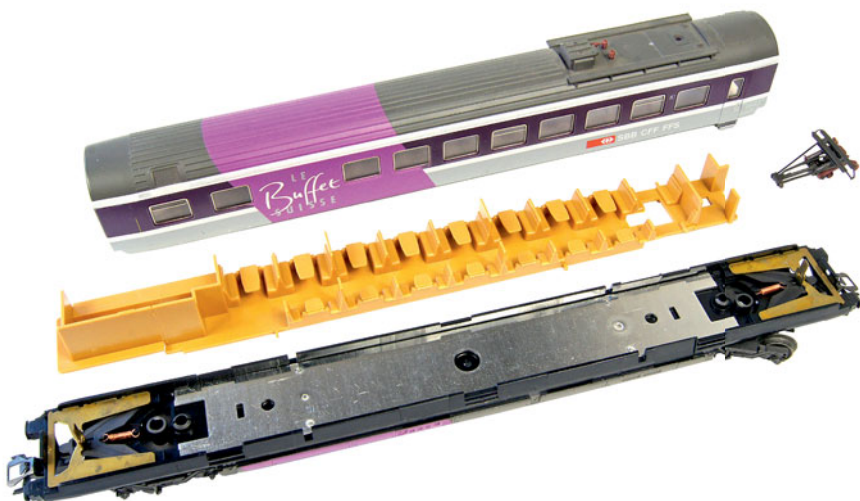


## SERVODECODER SWD-01 VON DIETZ

Die Abmessungen des SWD-01 betragen 32 x 13 x 8 mm. Neben dem dreipoligen Servoanschluss und den Pins zur Einspeisung des Digitalsignals weist der Decoder auch noch eine SUSI-artige Steckbuchse auf. Hier können externe Taster oder Reedkontakte angeschlossen werden. Entsprechend konfiguriert, können somit Weichen und Signale zusätzlich zum Weg über einen DCC-Schaltbefehl elektromechanisch geschaltet werden. Im Betrieb als Lokdecoder kann der SWD-01 auf eine der Funktionen F0 bis F28 eingestellt werden.



Die komplette Programmierung inklusive der Digitaladresse, der Betriebsmodi und der Servobewegungen erfolgt über Konfigurationsvariablen (CVs) in Verbindung mit einer geeigneten Digitalzentrale. Unter der Artikelnummer „SWD-02“ bietet Dietz seine Servosteuerung auch als Ausführung mit einem zusätzlichen Ausgang für eine Weichenlaterne (max. 50 mA) an. Dieser Ausgang kann im Weichendecodermodus auf eine eigene Schaltadresse eingestellt werden, um die Weichenbeleuchtung unabhängig von der Weichenbetätigung schalten zu können.



*Das Modell des Buffetwagens der SBB von Märklin kann leicht auseinandergebaut werden. Bevor Ober- und Unterteil mit einem dünnen Schraubendreher o.Ä. voneinander getrennt werden können, müssen die Faltenbälge an den Stirnseiten abgezogen werden.*

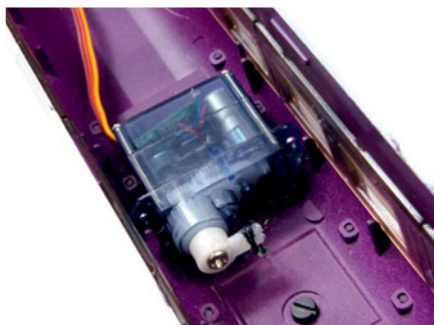
sehr bewährt, da schon geringe Höhenunterschiede in der Oberleitung oder ein schnelles probeweises Einfahren des Pantographen von Hand gegen die starre Anlenkung in ausgefahrener Stellung sprechen.

Nach dem mechanischen Einbau folgt die Programmierung der Servosteuerung. Über CV29 wird der Decoder zunächst in den Lokmodus versetzt. Die zu betätigende Funktionstaste für die Bewegung des Pantographen wird

in CV33 eingestellt. Die Endlagen sowie die Geschwindigkeit der Stellbewegung legt man in CV46/52/53 fest. Erst nachdem diese Einstellungen erledigt sind, sollte das Zugseil am Servohebel (in verschiedenen Bauformen im Lieferumfang des Servos enthalten) befestigt werden.

Im Anschluss lässt sich der Pantograph bequem über die Funktionstasten der Digitalzentrale oder über eine Modellbahnsoftware heben und senken.

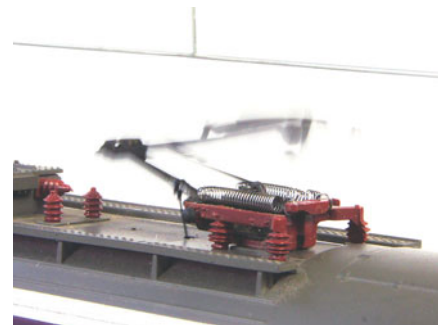
*Maik Möritz*



Das Miniaturservo sitzt an Ort und Stelle. Zur Montage bietet sich doppelseitiges Klebeband oder ein kleiner Tropfen Heißkleber an. Es ist von außen durch die Fensterscheiben später kaum mehr zu sehen.



Die Anlenkung des Pantographen erfolgt über einen dünnen Faden (Zwirn). Das noch überstehende Ende des Fadens wird nach dem Fixieren mit Sekundenkleber abgeschnitten.



Ein feiner Hingucker auf der heimischen Modellbahn: Der „von Geisterhand“ bewegte Pantograph auf dem Buffetwagen zieht schnell die Blicke auf sich.



Yes we CAN: Mit dem CAN-Bus die Modelleisenbahn steuern



# CANgurus

## Folge 3

Mit selbstgebauten Funktionsblöcken, die über den CAN-Bus ihre Befehle austauschen, können Sie Ihre digitale Modellbahn steuern. Nach der Übersicht und den Weichendecodern in Teil 1 und 2 folgt heute das Melden.

### DIE WELT DER KLEINEN CANgurus: Die Artikelserie im Überblick

**Teil 1:** Überblick über das Konzept und die Einsatzmöglichkeiten der CANgurus auf der Modellbahn.

**Teil 2:** Das Weichen-CANguru im Selbstbau: Alle Informationen zur Hard- und Software, um den Weichendecoder selbst bauen zu können.

**Teil 3:** Das Rückmelde-CANguru im Selbstbau: Alle Informationen zur Hard- und Software, um den Rückmelder selbst bauen zu können.

**Teil 4:** Erweiterung der CANguru-Familie: Know-how und Hinweise, um eigene Anwendungen, z.B. Signal- oder Lichtdecoder entwickeln zu können.

**B**evor wir uns in die eigentliche Materie begeben, fassen wir noch einmal zusammen, wo wir stehen:

- **Steuersoftware**

Sie läuft entweder auf einem PC oder ist eine eigenständige Hard- und Softwareeinheit. Sie kontrolliert und steuert die gesamte Modellbahn. Sie kennt den Gleisaufbau, die Art und den Umfang der Züge bzw. die Lokomotiven sowie deren Standorte und Geschwindigkeiten. In unserem Fall verwenden wir entweder CS2.EXE oder Win-Digipet.

- **can2lan**

Das can2lan-Modul wird als Verbindung zwischen der Steuersoftware auf dem PC und den Decodern genutzt. Dazu wird ein Minicomputer „Banana Pi“ verwendet.

- **Gleisbox**

Die Gleisbox ist ein Produkt der Firma Märklin. Sie setzt die Informationen,

die auf dem CAN-Bus übertragen werden, in den Digitalstrom semantikerhaltend um. Während normalerweise auf diese Art und Weise nicht nur die Loks, sondern auch die Weichen, Signale und sonstiges Zubehör versorgt werden, werden in unserer Konfiguration nur die Loks von der Gleisbox versorgt. Alle anderen – unsere CANguru-Komponenten erhalten ihre Anweisungen über das CAN-Protokoll.

- **to2can**

Unser erstes CANguru: der Weichendecoder aus Teil 2 dieser Serie

- **can2usb**

Der CANguru-Monitor, der die Nachrichten auf dem CAN-Bus sichtbar macht und bei der Adressvergabe der CANgurus unterstützt. Ebenfalls in Teil 2 beschrieben.

Mit diesen fünf Komponenten kann bereits eine Modellbahn aufgebaut werden, die die Züge fahren lässt und auch die Weichen steuern kann. Allerdings weiß die Steuerungssoftware nicht, wo sich die Züge befinden: Es fehlt das Rückmeldesystem. Damit wollen wir uns nun auseinandersetzen.

## DAS RÜCKMELDESYSTEM

An wichtigen Stellen im Gleisverlauf werden Rückmeldesensoren eingebaut, bei denen ein vorbeifahrender Zug eine Meldung auslöst. Diese Meldungen werden über Rückmeldebausteine an das Steuerprogramm weitergeben. Damit weiß das Steuerprogramm, dass ein Zug eine bestimmte Stelle im Gleisverlauf passiert hat und kann entsprechende vorprogrammierte Aktionen auslösen. So sind auch automatisierte Spielabläufe umsetzbar. In unserem

Fall bestehen die Rückmeldebausteine aus Encodern, die die Information codieren und weiterleiten sowie den diesen vorgeschalteten Expandern, die eine Multiplex-Abfrage ermöglichen.

Bei einer Anlage mittlerer Größe sind zwischen 50 und 100, manchmal jedoch auch weit mehr Rückmeldesensoren zur Sicherstellung eines ordnungsgemäßen Ablaufes notwendig. Wollte man nun alle diese Kontakte an einen einzigen Rückmeldeencoder anschließen, so würde er auch entsprechend viele Eingangsschnittstellen benötigen. Das ist bei den hier eingesetzten Arduino-Modulen nicht möglich und es wäre auch nicht sinnvoll.

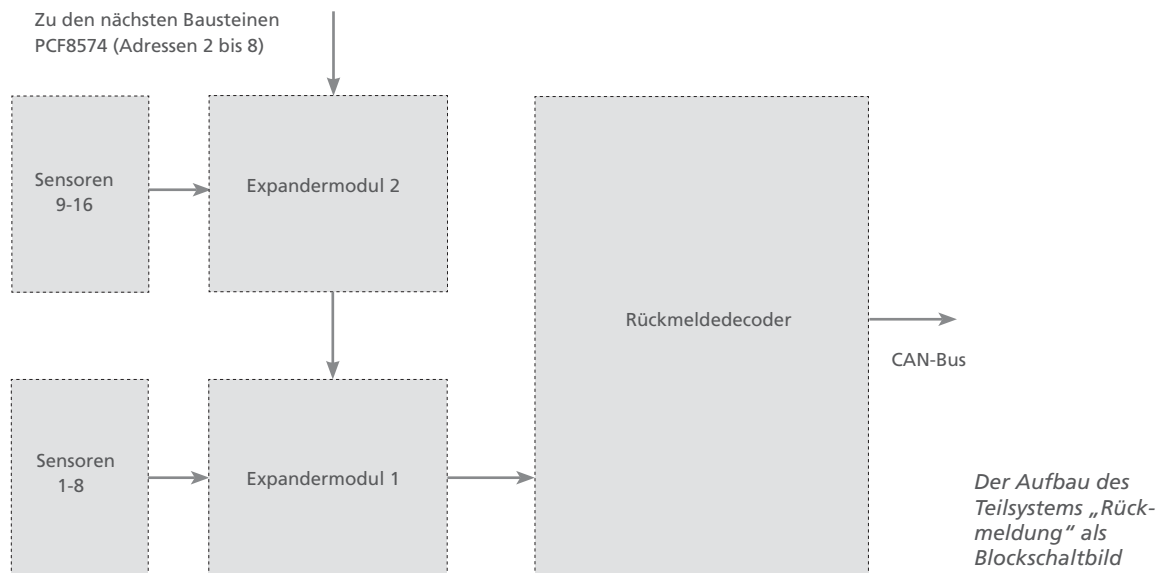
Deshalb werden Expander eingesetzt, die als (De-)Multiplexer jeweils acht Schnittstellen für Rückmeldesensoren bilden und deren Informationen seriell auf einen Arduino-Eingang umsetzen. Dies geschieht auf Anfrage des Arduinos, der die Informationen weiterverarbeitet.

Durch einen Arduino können bis zu acht Expander adressiert werden. Dadurch ist es möglich, dass in der hier verwendeten Ausprägung 64 Kontakte an ein Rückmeldemodul angeschlossen werden. Auch hier wird das Konzept des Interrupts – ähnlich wie beim Weichendecoder – angewendet. Dies ist notwendig, um das Passieren eines Zuges nahezu verzugslos an das Steuerprogramm melden zu können.

## DIE SENSOREN

Die Rückmeldesensoren sind beim Märklin-System häufig als Massemelder ausgeführt, also so, dass der überfahrende Zug einen Kontakt schließt.





Digitalspannung am Kontakt bedeutet „Zug ist da“. Ist der Kontakt offen, liegt also keine Digitalspannung an, heißt dies „Zug ist nicht da“. Diese einfache Umsetzung hat den gravierenden Nachteil, dass sie mit der vollen Digitalspannung in Höhe von  $\pm 18$  V arbeitet. Eine Spannung dieser Höhe ist Gift für unsere eingesetzten Minicomputer. Also muss die Spannung umgesetzt werden, was meist mit Optokopplern passiert.

Wenn man diesen Aufwand scheut, kann man einen anderen (den auch hier umgesetzten) Weg gehen. Das Vorhandensein eines Zuges an einer bestimmten Stelle wird mit Hallensensoren bewerkstelligt. Hallensensoren funktionieren so ähnlich wie die bekannten Reedkontakte. Beide reagieren auf magnetische Felder mit dem Unterschied, dass Hallensensoren keine mechanischen Elemente benötigen und deshalb verschleißfrei arbeiten. Weitergehende Informationen zu Hallensensoren findet man bei Wikipedia. Um den Hallensensor zu aktivieren, müssen die Loks bzw. Wagen auf der Unterseite mit einem Magneten ausgerüstet werden. Der Sensor selbst misst nur wenige Millimeter und muss samt (drei) Anschlüssen in das Gleis eingebaut werden.

Die obige Logik wird nun mit der Hallensorik folgendermaßen umformuliert: Magnetfeld am Sensor bedeutet „Zug ist da“ und kein Magnetfeld heißt „Zug ist nicht da“. Da in der Regel Magnete deutlich kleiner sind als der gesamte Zug, ist dieser Zusammenhang zwar korrekt, aber die Aussage ist für unsere Zwecke nicht hinreichend. Wenn bei einem Zug ausschließlich die

Lok mit einem Magneten ausgerüstet wird, kann das System nicht feststellen, ob der Rest des Zuges eventuell immer noch an einer verbotenen Stelle, beispielsweise auf einer Weiche, steht.

Demzufolge wurde das System so gebaut, dass jeweils ein Magnet am Anfang und einer am Ende des Zuges angebracht wird. Überrollt nun die Lok den Sensor, wird dies vom Decoder erkannt und er wartet nun auf das Ende des Zuges mit einem weiteren Magneten. Kommt der Impuls, hat der Zug die Stelle komplett passiert und sie kann als frei gemeldet werden. Kommt der Impuls nicht, so befinden sich noch Teile des Zugs im Sensorbereich. Diese Logik wird von dem Rückmeldeencoder umgesetzt.

## DER AUFBAU

Bei den Rückmeldesensoren geht es um zwei Dinge: Einerseits sollen sie möglichst unauffällig, auf der anderen Seite müssen sie absolut zuverlässig sein. Leider sind das meist konkurrierende Interessen. Wenn der Sensor so unauffällig ist, dass er den vorbeifahrenden Zug gar nicht bemerkt, so ist das ebenso wenig tolerabel wie ein sicher funktionierender, jedoch sofort ins Auge springender Aufbau. Ich denke, dass mit dem Ansatz der Hallensorik ein vernünftiger Kompromiss gefunden wurde.

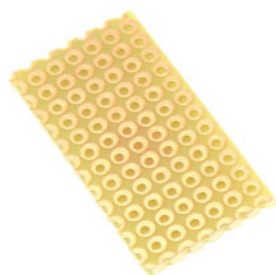
Nun geht es darum, den kleinen Sensor – wir benutzen den Halleffektsensor A3144 – in die Schiene zu integrieren. Bei mir hat sich da folgende Vorgehensweise bewährt: Etwa mittig in den Schienen mittlerer Länge befindet sich ein Steg. Den nehmen wir als Anhaltspunkt. Zunächst muss ein

Ausschnitt für den Sensor in die Schiene gebohrt werden. Da Bohrlöcher in der Regel rund sind, der Sensor jedoch eckig, geht es hier um nichts Anderes als die Quadratur des Kreises.

Nichts leichter als das? Wir werden sehen. Wir bohren zunächst ein 2-mm-Loch einen Schwellenzwischenraum vom Steg entfernt. Das Loch soll genau so nahe an den Mittelleiter heranrücken, dass auch die Aufweitung auf 5 mm dort noch keinen Schaden anrichten kann. Nun werden die Ecken mit einer schmalen Feile rausgeschmirgelt, sodass eine etwa 5 x 5 mm große quadratische Öffnung entsteht.

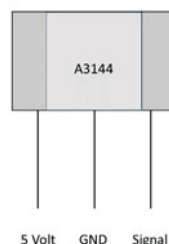
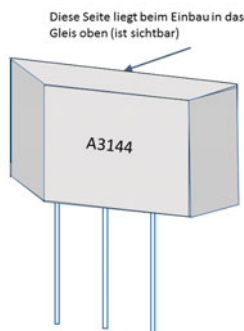
Optimal für den Sensor wäre natürlich eine genau im Gleis zentrierte Lage. Das ist im Märklin-System jedoch nicht zu erreichen. Die Praxis zeigt aber, dass auch die Nähe der Mitte für ein einwandfreies Ansprechen des Sensors ausreichend ist.

Als Nächstes benötigt man einen Halter für den Sensor. Dazu nehmen wir eine Lochrasterplatine und schneiden ein 6 x 12 Löcher großes Stück ab. Das passt dann recht gut unter das Gleis in die Aussparungen links und rechts unter dem Schotter. Nun werden die Beinchen eines Sensors A3144 so gebogen, dass die breitere Seite des Kopfes nach oben schaut. Die drei Beinchen finden ihren Platz in der vordersten Löcherreihe des Pertinaxplättchens, wobei rechts drei Löcher frei bleiben. Als vorübergehender Abstandshalter zwischen Sensorkopf und Platine dient ein 5 mm starkes Stückchen Sperrholz. Die nun weit überstehenden Beinchen des Sensors biegt man unter dem Pertinax um und verlötet sie anschließend. Damit das funktioniert, muss natürlich

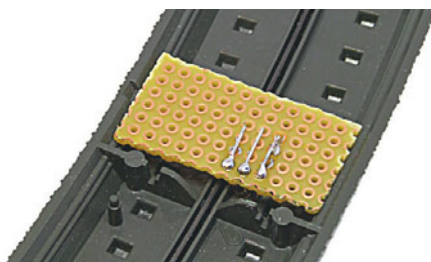


So wird der Sensor auf dem Sensorhalter montiert.

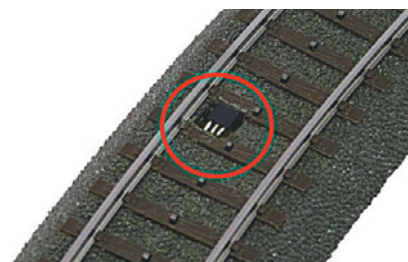
Die drei Beinchen des A3144 werden später mit dem Expander verbunden.



In diesen Ausschnitt im Gleis passt der Sensor.



Der Sensorhalter wird unter das Gleis geklebt.



Von oben ist der Sensor unauffällig untergebracht.

die Kupferseite des Pertinax unten zu liegen kommen.

Fast ist es geschafft! Denn nun passt dieses Gebilde gut unter das Gleis, wobei der Sensor recht genau in dem hergestellten Ausschnitt im Gleiskörper verschwindet. Passt alles, kann der Sensor samt Halter mit dem Gleisstück verklebt werden.

Um den Sensor auszulösen, benötigt man Magnete, die ein starkes Feld erzeugen, aber dennoch recht klein sind. Am besten sind Neodym-Magnete geeignet. Häufig benötigt man noch ein kleines Distanzstück zwischen Magnet und Wagen, um den Magnet näher an das Gleis zu bringen. Ich habe einfach zwei Magnete huckepack an den Wagen angebracht. Dabei musste ich sie noch nicht einmal festkleben, da sie dort direkt am

metallischen Wagenboden haften. Der Impuls am Sensor wird sicher ausgelöst.

## DER EXPANDER

Die Signale, die vom Sensor kommen, könnten eigentlich direkt vom Arduino als „high“ oder „low“ verarbeitet werden. Dies wäre jedoch nur mit ganz wenigen Sensoren parallel möglich. Da der Hunger nach Kontrolle über die Bahnwelt nahezu unstillbar ist, kommen wir damit natürlich nicht hin; vielmehr muss ein Trick her, um mit den wenigen Anschlüssen am Arduino doch noch mehr als nur eine handvoll Sensoren zu bedienen. Man ordnet dazu das breite „Nebeneinander“ als schmales „Hintereinander“ an. Genau dies leistet der Expander.

Wir benutzen dazu den Baustein PCF8574. Wie der Baustein funktioniert, soll uns im Moment nicht kümmern, das werden wir später besprechen. Wir benutzen den PCF8574 natürlich nicht als reinen Baustein, sondern besorgen uns ein Modul, das den Baustein beinhaltet. Vorteil ist, dass dort bereits Ein- und Ausgänge separat geführt werden und darüber hinaus auch drei Jumper für die vereinfachte Adressierung vorgesehen sind. Momentan ist für uns nur wichtig, dass in dieses Modul fünf Anschlüsse hineingehen und die gleichen Anschlüsse wieder herausgehen zum nächsten Modul.

Das erste Modul wird an den Rückmeldeencoder (= Arduino) angeschlossen, das zweite über die besagten fünf



Anschlüsse an das erste Modul, das dritte an das zweite und so weiter, die Module bilden eine Kette. Je Modul können an den Pins P0 bis P7 acht Hallensoren mit dem „Signal“-Ausgang angeschlossen werden. Die jeweiligen zwei anderen Beinchen kommen an 5 V und Masse.

Damit das alles noch einfacher und damit auch übersichtlicher durchgeführt werden kann, habe ich das Modul auf eine kleine Hilfsplatine gelötet, die selbst keine Funktionalität beinhaltet. Auf eine professionell hergestellte Platine habe ich dabei verzichtet. Die Hilfsplatine vereinfacht aber den Anschluss, indem sie für die ankommenden fünf Leitungen sowie für die Versorgungsspannungen der Hallsensoren Schraubklemmen bereithält.

Es hat sich bewährt, das Ende der von den Sensoren kommenden Signalleitungen als halbe Jumperleitungen auszuführen. Bei diesen ist der nötige „female“-Anschluss (die 1-Pin-Buchse) bereits montiert. Die anderen Seiten der male-female-Jumperleitungen dienen für die abgehenden fünf Leitungen zum nächsten Expander. Es empfiehlt sich also, sich gleich ein Bündel Jumperkabel zu besorgen, es in der Mitte zu kappen und die einzelnen Kabelenden an die jeweiligen Leitungen zu löten. Diese Lötstellen müssen mit Schrumpfschlauch isoliert werden.

## FUNKTIONSWEISE DES EXPANDERS.

Mit dem Schaltkreis PCF8574 wird ein programmierbarer 8-Bit-Bus zur Verfügung gestellt, der über nur zwei Leitungen (I2C-Schnittstelle) gesteuert wird. Also „aus acht mach zwei“. Noch besser ist, dass diese beiden Leitungen problemlos sieben weitere solcher Bausteine programmieren können. Das ergibt dann die 64 Möglichkeiten zum Anschluss von Sensoren. Diese Anschlüsse werden momentan als Eingänge verwendet. An dieser Stelle sei aber bereits erwähnt, dass sie auch als Ausgänge benutzt werden können, so dass daran auch beispielsweise LEDs angeschlossen werden können. Der Rückmelder verwandelt sich dann in einen Lichtdecoder.

Ein kleiner Nachteil des Multiplexens soll nicht verschwiegen werden: Wegen der seriellen Ansteuerung dauert es natürlich etwas länger, bis der Bau-

stein die aktuelle Information weitergegeben hat. Da die Taktung aber sehr schnell erfolgt, muss man sich darüber keine Gedanken machen. Es fahren nur Lokomotiven und es fliegen keine Raketen. Die Situation wird zusätzlich dadurch verbessert, dass Interrupts genutzt werden. Das Rückmeldemodul wird mit einem „low“ an der Interruptleitung D3 (siehe hierzu das Bild des Rückmeldesystems) über einen Signalwechsel an einem der angeschlossenen Sensoren informiert und fragt die PCF8574-Bausteine dann sofort ab.

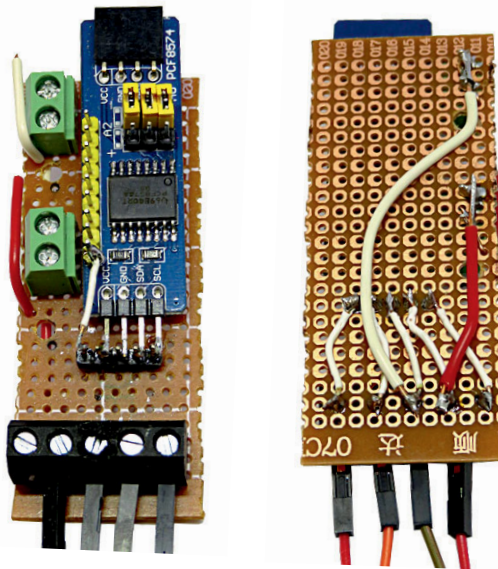
Dabei muss man wissen, dass die Ausgänge dieses Bausteines ge„latch“t sind, d.h. sie behalten ihr Signal so lange, bis ein neues Kommando erfolgt. Das ist in unserem Anwendungsfall sehr wichtig. Der Zug kann also bereits vorbei sein und der Hallsensor somit auch sein Signal umgeschaltet haben, der Baustein weiß aber immer noch, was dort vor kurzem geschah und gibt deshalb bei der nachfolgenden Abfrage die richtige Information weiter.

Jeder Baustein besitzt drei Adressleitungen, wodurch seine individuelle Adresse A0...A2 festgelegt wird. Für den Datentransport wird der I2C-Bus verwendet. Beim I2C-Bus handelt es sich um eine synchrone serielle Zweidrahtverbindung zwischen einem Master, hier dem Arduino, und einer theoretisch beliebigen Anzahl Slaves. Das sind in unserem Falle die Expandermodule. Auf der einen Leitung (SCL) wird der Takt übertragen, die andere Leitung (SDA) dient der Übertragung der Daten. Die Daten können vom Mas-

ter zum Slave laufen (dann wird in den Expander geschrieben), oder vom Slave zum Master. Letzteres ist hier der Fall, wenn die Sensoren ausgelesen werden. Der Takt wird dabei immer vom Master erzeugt.

## DER RÜCKMELDEBAUSTEIN

Zum Rückmeldeencoder selbst ist gar nicht viel zu sagen. Vieles von dem, was zum Weichendecoder dargestellt wurde, gilt analog auch für dieses Modul. Als Platine kommt die gleiche Universalplatine wie beim Weichendecoder zum Einsatz, nur mit dem Unterschied, dass sie etwas anders bestückt wird. Die Hauptkomponenten wie Arduino und



Mit dieser Hilfsplatine wird das Expandermodul handhabbarer.

## DAS MODUL ALS LICHTSTEUERUNG

Mit den CANGurus kann man mehr als nur Loks, Weichen und Signale steuern. Auch als Lichtsteuerung machen sie eine gute Figur. Die Funktionen werden auch hier nicht über DIL-Schalter festgelegt, sondern lassen sich bequem über die Zentrale umprogrammieren. Wie das geht, lesen Sie im Kapitel „Lichtsteuerung (can2light)“, das Sie von [1] herunterladen können.





Expander #	A2	A1	A0	erste Sensoradresse	letzte Sensoradresse
1	–	–	–	$1 + ((n-1) \text{ mal } 64)$	$8 + ((n-1) \text{ mal } 64)$
2	–	–	+	$9 + ((n-1) \text{ mal } 64)$	$16 + ((n-1) \text{ mal } 64)$
3	–	+	–	$17 + ((n-1) \text{ mal } 64)$	$24 + ((n-1) \text{ mal } 64)$
4	–	+	+	$25 + ((n-1) \text{ mal } 64)$	$32 + ((n-1) \text{ mal } 64)$
5	+	–	–	$33 + ((n-1) \text{ mal } 64)$	$40 + ((n-1) \text{ mal } 64)$
6	+	–	+	$41 + ((n-1) \text{ mal } 64)$	$48 + ((n-1) \text{ mal } 64)$
7	+	+	–	$49 + ((n-1) \text{ mal } 64)$	$56 + ((n-1) \text{ mal } 64)$
8	+	+	+	$57 + ((n-1) \text{ mal } 64)$	$64 + ((n-1) \text{ mal } 64)$

Die Adressen der Expander-Bausteine vom Typ A3144 werden mit drei Jumpern festgelegt. Das „+“ bzw. „–“ bezieht sich auf den Aufdruck auf dem Modul. Weiterhin gilt:

1. Es werden nur so viele Expander angeschlossen, wie für den Anschluss der Sensoren benötigt werden.
2. Falls mehr als 64 Sensoren angeschlossen werden sollen, beginnt die Adressvergabe an A0–A2 am zweiten Encoder wieder mit „– – –“.
3. In diesem Fall erhöhen sich die Adressen der Sensoren um ein Vielfaches von 64 (bei vollbesetzten Expandern).
4. Die laufende Nummer des betroffenen Rückmeldestrangs wird als Parameter beim Encoder eingegeben.

mit  $n$  = laufende Nummer des Rückmeldestrangs

CAN-Modul sind als Basisbausteine natürlich wieder vorhanden. Die Pfosten für den Anschluss der Servos mit den dort angebrachten Widerständen fallen weg. Stattdessen werden zwei neue Pfostenleisten und ein Widerstand für den Interruptanschluss eingelötet. An den vierfach-Pfosten wird der Anfang des Stranges für den Expander angeschlossen und an die andere Pfostenleiste die Interruptleitung(en) vom Expander bzw. von den Expandern.

Wahlweise eine oder mehrere Interruptleitungen werden angeboten, um entweder eine Interruptleitung über alle Expander durchzuschleifen oder jedes Modul mit einer eigenen Leitung an den Encoder anzuschließen. Was sinnvoller ist, hängt von den jeweiligen Einbauverhältnissen ab. Die Software für den Rückmeldeencoder ist auf dem Server hinterlegt [2]. Neben den bereits aus Folge 2 bekannten Dateien findet man folgende neuen Verzeichnisse:

- 30\_hall2can

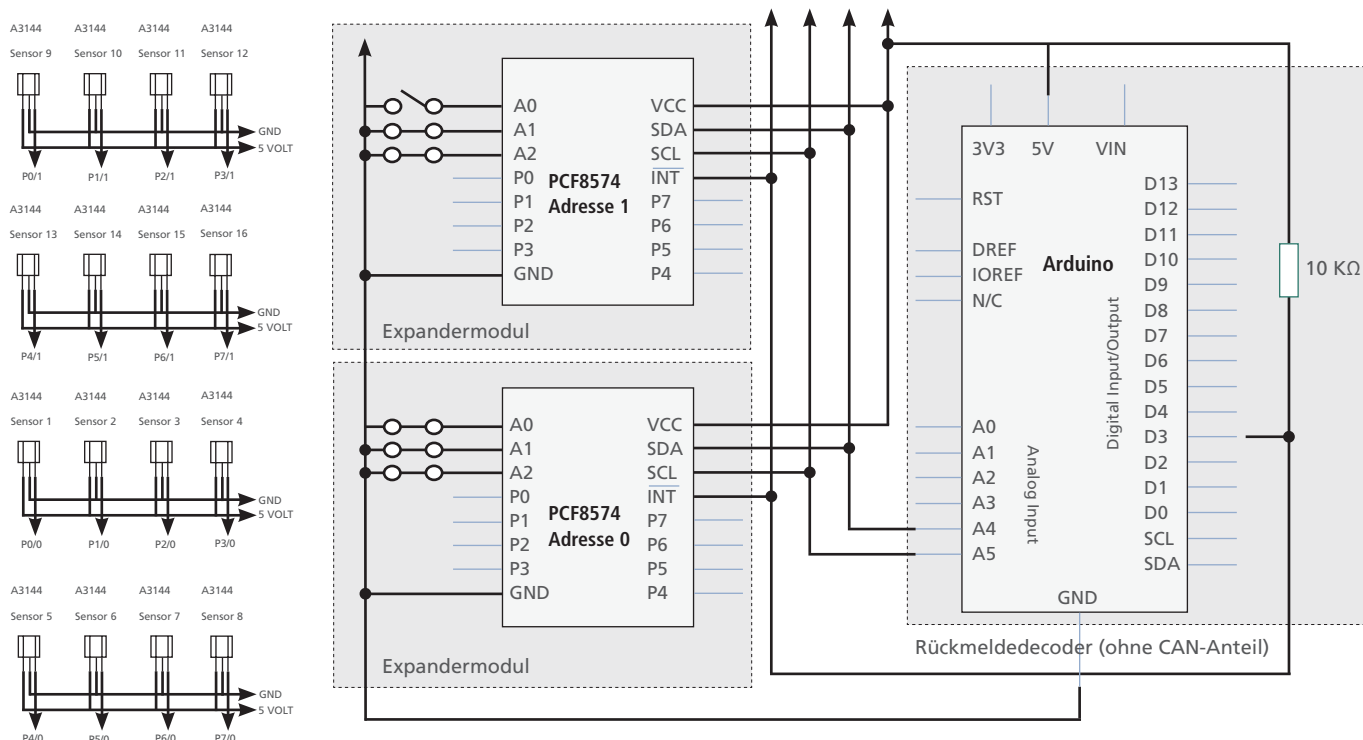
Hier ist die HEX-Datei abgelegt, die auf den Arduino gebrannt wird. In der vierten Artikelfolge werden auch die zugehörigen Quellen ergänzt.

- 70\_Do\_hall2can, 71\_Do\_hall2can

Die Batchdatei, um die HEX-Datei aus dem Verzeichnis 30\_hall2can auf den Arduino zu schicken.

Dafür benötigt man ein Programmiergerät, beispielsweise den DIAMEX-USB-ISP-Programmer-Stick für AVR.

Zu den nächsten Bausteinen PCF8574 (Adressen 2 bis 8)



Das Schaltbild für das Rückmeldesystem



Siehe dazu auch die Erklärungen in Folge 2.

Gegebenenfalls muss man die Datei 70\_Do\_hall2can.bat auf seine eigenen Belange abstimmen, in dem man die SET-Zuordnungen darin ändert oder man benutzt die Datei 71\_Do\_hall2can.bat.

## INTEGRATION IN DAS GESAMTSYSTEM

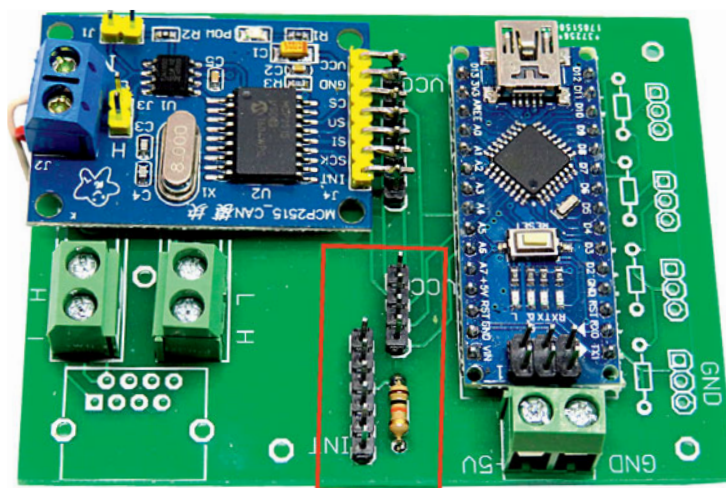
Bei der Beschreibung des Weichendecoders wurde bereits eine Menge über die Decoderadressen gesagt. Insbesondere, dass die Adresse beim Weichendecoder eminent wichtig ist, da daraus die zugehörigen Weichenadressen berechnet werden. Das ist beim Rückmeldeencoder anders. Hier hat die Adresse keinen Einfluss auf die Funktionalität oder die Zugehörigkeit zu einzelnen Sensoren.

Dennoch muss auch der Rückmeldeencoder eine eindeutige Adresse zugewiesen bekommen. Andernfalls könnte er nicht über das CS2.EXE-Programm angesprochen werden.

Im Rahmen der Planung der Modellbahn wurde, wie auch bei den Weichen für das Rückmeldesystem festgelegt, wo im Einzelnen Sensoren angebaut und an welchen Expander bzw. an welchen Encoder diese anzuschließen sind. (Um die Anschlusskabel möglichst kurz zu halten, ist eine intensive Optimierung der Einbauorte wichtig.) Man weiß also, aus wie vielen Komponenten das Rückmeldesystem besteht. Insbesondere kennt man die Anzahl der Expander und Rückmeldeencoder. Diese Zahlen müssen Sie später den Encodern mit Hilfe von CS2.EXE mitteilen.

Die Adressvergabe ist wie bei den Weichendecodern ein „plug-and-play“-Mechanismus, der im Kern kompliziert ist, von dem man andererseits nur wenig mitbekommt. Nachdem die Hardware fertiggestellt und mit der Decodersoftware bespielt ist, kann man sich an den Prozess der Adressvergabe machen.

Damit nichts schiefgeht, sollte folgende Konfiguration gelten: An der Anlage laufen momentan nur die Komponenten can2usb (aus Folge 2) mit entsprechender Anzeige auf dem PC, die Gleisbox sowie can2lan, also nicht



Die als Rückmeldeencoder bestückte Univers-Platine. Sollte von Leserseite Bedarf an den CAN-Platinen bestehen, kann der Verlag eine Sammelproduktion organisieren. Schreiben Sie uns bitte kurz formlos Ihre benötigte Stückzahl, damit wir im ersten Schritt abschätzen können, ob die Mindestproduktionsmengen erreicht werden.

CS2.EXE. Die Adressvergabe sollte für die Weichendecoder abgeschlossen sein. Das ist nicht zwingend, aber so behält man besser den Überblick. Das Terminalprogramm zeigt periodisch die PING-Antwort der Gleisbox sowie der Weichendecoder.

Nun verbindet man den Rückmeldeencoder zunächst mit dem CAN-Bus und anschließend mit der Stromversorgung. Bei zwei weiteren PING-Vorgängen sollte sich auch der Rückmeldeencoder mit der nächsten freien Adresse gemeldet haben. Falls man mehr als einen Rückmeldeencoder besitzt, setzt man den Einsatz sinngemäß weiter fort.

Mit CS2.EXE werden dann die Encoderparameter eingestellt. Wie gesagt ist im Moment die Adresse beim Rückmeldeencoder nicht unbedingt notwendig. Aktuell ist ein Bootloader in Arbeit, der die einzelnen Komponenten über den CAN-Bus mit frischer Software versorgen soll. Dafür benötigt er die Adressen zur eindeutigen Identifizierung der Komponenten. Weiterhin muss die Anzahl der angeschlossenen Expander eingetragen werden sowie die Nummer des Rückmeldeencoders, da diese für die Zählung der Rückmeldesensoren benötigt wird. Die Tabelle verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Sensor, Expander und Encoder:

Sensor	Expander	Encoder
1 – 8	1	1
9 – 16	2	1
17 – 24	3	1
...		
57 – 64	8	1
65 – 72	1	2
73 – 80	2	2
...		

Zu den relevanten Anzeigen bzw. Einstellmöglichkeiten kommen wir über den Reiter „setup“/„info“. Das Pulldown-Menü enthält alle CAN-Bus relevanten Komponenten, natürlich auch die CANGurus. Nach Aufklappen der Anzeige über das Werkzeugsymbol (links unten) kann man die entsprechenden Einstellungen vornehmen.

Damit sich der Kreis auch schließt, muss das verwendete Steuerungsprogramm, sei es CS2.EXE oder Win-Digipet, Kenntnis von den angeschlossenen Rückmeldeencodern und Sensoren haben. Wie man diese einträgt, ist den jeweiligen Beschreibungen zu entnehmen.

Geschafft! Wenn man hier angekommen ist, hat man es geschafft! Man hat nun ein System, in dem alle relevanten Steuerungsvorgänge automatisiert werden können.

Gustav Wostrack

### LINKS

- [1] <http://www.vgbahn.de/downloads/dimo/2018/Heft1/CANGurus/>
- [2] <https://1drv.ms/fs!Ar3P9Ucd1H7Mh7BnA2E8wBcxi-ZpJA>



## ZU WEIHNACHTEN

Kürzlich fiel mir der „Spielwarenkatalog 2017“ des Drogeriemarkts Müller in die Hand. Sofort erinnerte ich mich an die verschiedenen (Spielwaren-)Kataloge aus meiner Kindheit und mit welcher Freude ich in ihnen immer wieder (auch über Weihnachten hinaus) speziell die Modellbahnseiten studiert habe. Erwartungsvoll blätterte ich in dem DM-Werk. Immerhin ist es über 200 Seiten stark.

Ich ging den Katalog von hinten an und blickte zuerst auf Games für Spielkonsolen, dann kamen CDs und DVDs, dann ferngesteuerte Autos und Fluggeräte. Modellautos und Rennbahnen folgten, Technik, Playmobil und Lego. Bücher, Spiele, Plüschtiere, Barbie – ich war fast am Anfang des Katalogs. Ich vermisste die Eisenbahn. Zugegeben, ich war schnell im „Durchdaumen“ und hatte sicher Details übersehen. Aber im Bereich Auto- und RC-Modelle, wo die Eisenbahn auch so ungefähr hingehören würde, hätte ich den erwarteten Zehnseitenblock ganz sicher nicht überblättert.

Im Inhaltsverzeichnis las ich: „Auto & Eisenbahn Seite 159–187“. Auf Seite 159 ging es mit dem Überbegriff „Cars“ los. Endlich, auf Seite 174, die Eisenbahn. Märklin-„my world“, zwei Phantasiestartpackungen, zwei einfache Loks und ein paar Wagen vom gleichen Hersteller sowie zwei Faller-„Aktions-Sets“ finden sich auf der Doppelseite. Ich blätterte um, um zum Eigentlichen zu kommen ...

„Autorennbahnen“ stand da als Rubrik, und auf den nächsten Seiten kamen die schon gesehenen RC-Modelle. Ich konnte

es erst gar nicht glauben: Eisenbahn findet in Müllers Katalog tatsächlich nur auf einer Doppelseite statt! Mehr ist es nicht! Nach der ersten Enttäuschung und meinem Ärger habe ich es begriffen: Die Verantwortlichen bei DM handeln betriebswirtschaftlich sinnvoll. Sie füllen die kostbaren Seiten mit genau den Dingen, von denen sie sich den meisten Umsatz versprechen.

Der Katalog gibt letztlich das wieder, wovon Kinder tatsächlich träumen. Seine Aufgabe ist es nicht, neue Phantasien zu wecken. So schade wir es auch finden, die Eisenbahn gehört nicht mehr zu dem, wovon Kinder heute träumen. Dagegen können wir nur selbst etwas tun. Liebe Leser, verschenkt Eisenbahnen an alle Kinder, denen ihr etwas schenken wollt. Habt keine Angst vor deren Enttäuschung, denn sie bekommen noch genug anderen modernen „Krempel“.

Neugierig wie Kinder sind, werden sie mit der Bahn spielen. Vielleicht nur kurz, aber besser kurz, als gar nicht. Und vielleicht hat der DM-Katalog dann in zwei, drei Jahren sogar wieder sechs oder acht Seiten für die Eisenbahn ...



*Ihr DiMo-Team wünscht Ihnen schöne Weihnachten!*

### Titelthema der nächsten DiMo: GLEISBELEGT- UND SONSTIGE MELDUNGEN DiMo 2/2018 erscheint im März 2018

## IMPRESSUM

### DIGITALE MODELLBAHN

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



### REDAKTION

Verantwortl. f. d. Inhalt: Tobias Pütz (Durchwahl -212, tobias.puetz@dimovgbahn.de)  
Gideon Grimm (Durchwahl -235, gideon.grimm@dimovgbahn.de)  
Gerhard Peter (Durchwahl -230, gerhard.peter@dimovgbahn.de)

### AUTOREN DIESER AUSGABE

Thorsten Bresges, Robert Friedrich, Manfred Grünig, Heiko Herholz, Viktor Krön,  
Maik Möritz, Armin Mühl, Christoph Schörner, Gustav Wostrak

### LAYOUT

Kathleen Baumann

### VERLAGSGRUPPE BAHN GMBH

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



### GESCHÄFTSFÜHRUNG

Manfred Braun, Ernst Rebele, Horst Wehner

### VERLAGSLEITUNG

Thomas Hilge

### ANZEIGENLEITUNG

Bettina Wilgermeier (Durchwahl -153)

### ANZEIGENSATZ UND -LAYOUT

Evelyn Freimann (Durchwahl -152)

### VERTRIEBSLEITUNG

Elisabeth Menhofer (Durchwahl -101)

### KUNDENSERVICE UND AUFTRAGSANNAHME

Sandra Corvin (-107), Ingrid Haider (Durchwahl -108), Angelika Höfer (-104),  
Petra Schwarzendorfer (-105), bestellung@vgbahn.de

### AUSSENDIENST

Christoph Kirchner (Durchwahl -103), Ulrich Paul

### VERTRIEB PRESSEGROSSO UND BAHNHOFBUCHHANDEL

MZV GmbH & Co. KG, Ohmstraße 1, D-85716 Unterschleißheim,  
Tel. 089/31906189, Fax 089/31906190

### ABO-SERVICE

FUNKE direkt GmbH & Co. KG, Sternstr. 9-11, 40479 Düsseldorf,  
Tel. 0211/690789-985, Fax 0211/690789-70, abo@vgbahn.de

### 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.

### 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, EISENDUNGEN, 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 1.1.2018.

### HAFTUNG

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

ISSN 2190-9083 9. Jahrgang



Noch lieferbare Ausgaben  
von MIBA-EXTRA  
Modellbahn digital



**Modellbahn digital  
Ausgabe 13**  
Best.-Nr. 13012014 · € 12,-



**Modellbahn digital  
Ausgabe 14**  
Best.-Nr. 13012015 · € 12,-



**Modellbahn digital  
Ausgabe 15**  
Best.-Nr. 13012017 · € 12,-



**Modellbahn digital  
Ausgabe 16**  
Best.-Nr. 13012019 · € 12,-



**Modellbahn digital  
Ausgabe 17**  
Best.-Nr. 13012020 · € 12,-

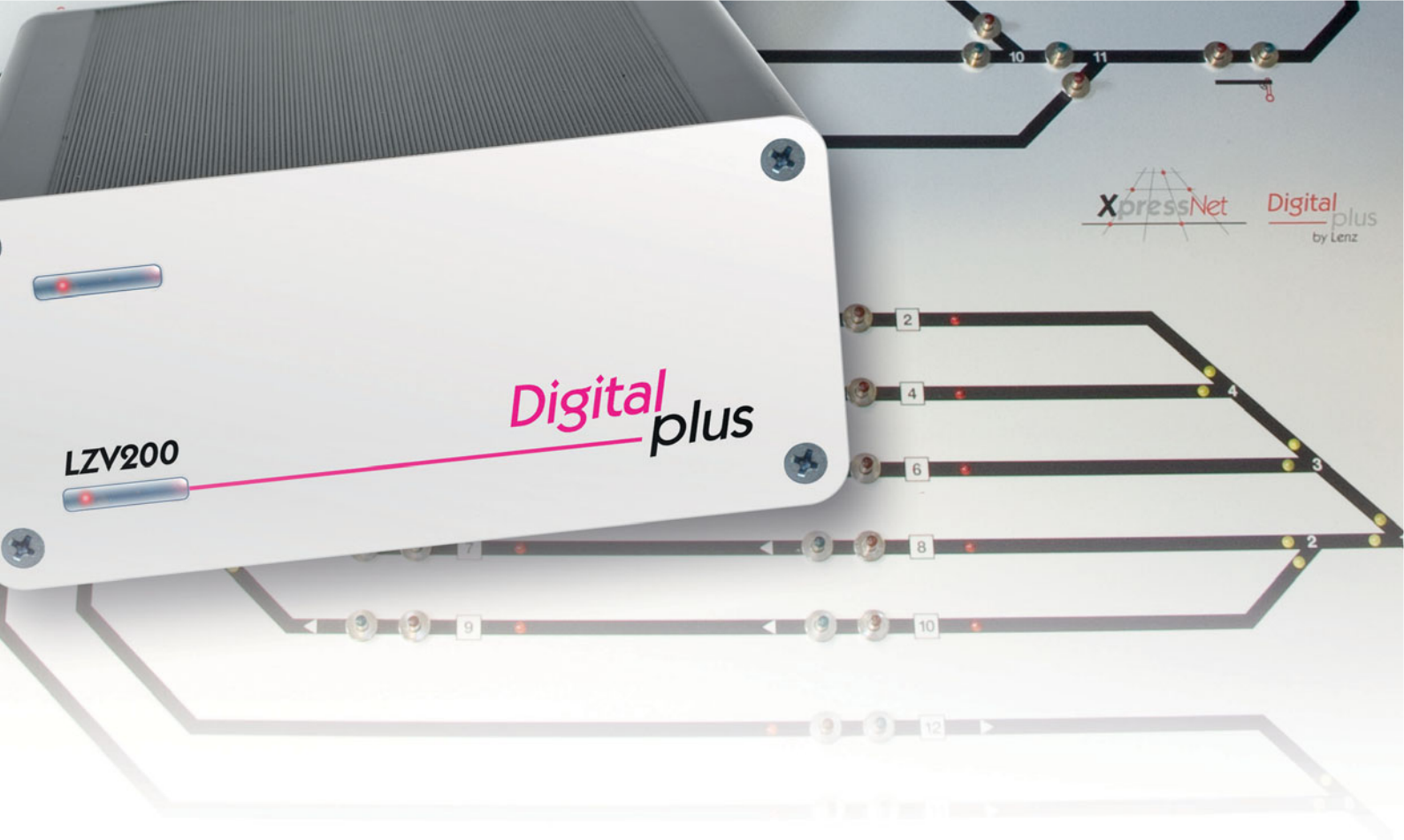
# Durchblick im digitalen Dschungel



Die aktuelle EXTRA-Ausgabe der MIBA-Redaktion nimmt die neuen Zentralen Märklin CS 3, ZIMO MX 10, Digikeys DR5000 und das universelle Steuerungsmodul OC 32 unter die Lupe. Zwei unterschiedliche Konzepte von Anlagensteuerungen werden in Wort und Film vorgestellt. Weitere Schwerpunkte sind Marktübersichten zu Standard- und Mini-decodern sowie Sounddecodern und -modulen. Ausführliche Beiträge befassen sich mit Steuermodulen für Beleuchtung und Animationen. Inklusive praktischer DVD-ROM.

**116 Seiten im DIN-A4-Format, Klammerheftung,  
mehr als 250 Abbildungen, inkl. Begleit-DVD-ROM**

**Best.-Nr. 13012021 | € 12,-**



# 1992 - 2017

Es ist tatsächlich schon 25 Jahre her, dass wir unsere erste **Digital plus Zentrale** dem Modellbahnpublikum vorgestellt haben. 25 Jahre, in denen wir an der Hardware so gut wie nichts geändert haben. Und auch nach 25 Jahren versehen unsere Zentralen zuverlässig und problemlos ihren Dienst. Bei unzähligen Modellbahnern genau so wie auf großen Showanlagen.

Dank der intelligenten Hardware wurde die Software sehr einfach aktualisiert und so die Zentrale stets aktuell mit allem versehen, was für einen reibungslosen Mehrzugbetrieb notwendig ist. Schnörkellos und sicher.

Wer vor 25 Jahren eine Digital plus Zentrale erworben hat, der hat sich vor 25 Jahren richtig entschieden und besitzt auch heute noch eine aktuelle und zuverlässige Modellbahnsteuerung. Die **LZV100**. Der Maßstab. Seit 25 Jahren.

Nach 25 Jahren haben wir uns nun entschieden, die Hardware unserer Zentralen-Verstärker-Kombination neu zu „designen“ und damit wieder auch für zukünftige Entwicklungen und Optimierungen einsetzbar und sicher zu machen.

Davon merken Sie zunächst einmal nichts, denn Bedienung, Benutzerfreundlichkeit und Zuverlässigkeit bleiben wie gewohnt. Zukunftssicherheit und Flexibilität setzen wieder Maßstäbe: künftige Softwareupdates mit neuen Möglichkeiten zur Loksteuerung und Zugbeeinflussung können Sie bequem und sicher selbst einspielen. Zeitgemäß. Und ganz einfach!

Das Neue bei der **LZV200** ist fast unsichtbar, denn es ist neben der Software vor allem die Hardwarearchitektur, die wir, basierend auf den Erfahrungen der letzten 25 Jahre, neu gestaltet und wieder zukunftssicher gemacht haben. Die **LZV200**. Die Zentrale. Für die nächsten 25 Jahre...

**Digital**  
plus  
by Lenz