1-2014

Deutschland € 8,00 | Österreich € 8,80 | Schweiz sfr 16,00 | Luxemburg, Belgien € 9,35
Portugal (con.), Spanien, Italien € 10,40 | Finnland € 10,70 | Norwegen NOK 100,00 | Niederlande € 10,00
ZKZ 19973 | ISSN 2190-9083 | Best.-Nr. 651401

4 191997 308005 01

Digitale Modellbahn

MIBA DIE EISENBAHN IM MODELL | Eisenbahn JOURNAL | Modell Eisen Bahner

Digitale Modellbahn 14

ELEKTRIK, ELEKTRONIK, DIGITALES UND COMPUTER

DREHSCHEIBEN

- Praxistipps aus Igling II
- Notaus für´s XpressNet
- Piko-G-V60 mit ESU-Decoder und Servo-Entkuppler
- Oszilloskope: Digitalsignalen auf der Spur
- Lichtschlangen als Anlagenbeleuchtung
- Durchstarten: Mit Roco/Fleischmann-Startset und Zentrale z21

Rund um die Uhr shoppen!

Bestellen Sie aktuelle Hefte und vergangene Ausgaben!

Mit DVD
iPhone-Tuning: Coole Tricks für iOS 7
PC Praxis
Exklusiv auf DVD
Damit geht Windows nie mehr kaputt!
40 Gratis-Tools Auf DVD
Alles, was Sie für Fotos und Videos brauchen
Facebook-Tuning
12 neue Tricks, die Sie kennen müssen
Besser als eBay
Sichere Festprei
mit wenig Aufwa

Windows 8

Mit CD
Mit Schritt-für-Schritt-Anleitungen für Anfänger & Android-Profis!
android PRAXIS
NSA aussperren! Damit sind Ihre Mails & Nachrichten sicher
Statt Play Store Hier finden Sie die besten Gratis-Apps
Insider-Tricks für mehr Leistung & Performance
Neue Power für Ihr altes Smartphone
So einfach geht's Apps & Widgets im Eigenbau
Billiger als Roaming Preiswerter surfen im Ausland
Foto-Tricks So gelingen HDR-, Panorama- & Schwarz-Weiß-Aufnahmen
Vollversion auf CD im Heft:
Moborobo Smartphonedaten am PC verwalten
INFO-Programm gemäß § 14 JuSchG
PC Praxis-SONDERHEFT

Auf DVD: Über 2.400 ultimative Windows-Tipps
Kinderleicht: Mit blitzschneller 1-Klick-Suche
PC intern Tipps & Tricks
Know-how!
20 geniale SSD-Tipps
Der perfekte PC
209 Tipps & Tricks, die Sie auf keinen Fall verpassen sollten!
Besserer Empfang und mehr Speed in 5 Schritten
WLAN-Tuning
So bauen Sie eine WLAN-Antenne
PC-Schutz zum Nulltarif
Die 50 besten Gratis-Programme gegen Viren, Trojaner und Datenspionage
Workshop: So nutzen Sie Ihr Tablet als PC-Fernsteuerung
Workshop: So optimieren Sie Grafikkarten mit MSI Afterburner
INFO-Programm gemäß § 14 JuSchG

DATA BECKER Kiosk
epaper.pcpraxis.de/pc-praxis/abo
DATA BECKER KIOSK
Merkzettel anzeigen
Mein Konto
Zur Kasse gehen
In Ihrem Warenkorb: 0 Artikel 0,00 EUR
Abo | PC Praxis | Foto | Mobile | Internet & Business | PC Intern | System | Grillen & Kochen | Aktionsangebote | Digitale Specials
Kontakt | Impressum | AGB | Datenschutz
Abo
PC Praxis
Abo PC Praxis
2012
2013
Business
Workshops
Foto
Abo Foto Praxis
Abo Fotoschule
Foto Praxis
Foto Praxis - Specials
Foto Praxis Extra
FotoPRO
Fotoschule
Photoshop Academy
Mobile
Android Praxis
iPhone & iPad
Internet & Business
Abo webselling
Internet Intern
Internet Intern Extra
webmaking
webselling
PC Intern
System
Linux Intern
Fotoschule Staffel 4 – das digitale Sparpaket!
Alle sechs Ausgaben im Bundle und über 30 Prozent günstiger!
6 Ausgaben 600 Seiten
Aktuelle Neuerscheinungen
PC Praxis 11/13 Das Web ist nicht sicher. Selbst seriöse Seiten können für Ihren PC zur Gefahr werden. Mit unserem exklusiven STEEL FOX blocken Sie jede Web-Gefahr ab und surfen wieder sicher. 4,90 EUR
webselling 5/13 Laut einer Studie von BVH und Trusted Shops ist E-Mail-Marketing das effizienteste Online-Marketing-Instrument. Wie Sie dieses Instrument im Alltag um verbessern, erfahren Sie mit uns. 9,99 EUR
Foto Praxis 5/13 Bilder mit Wow-Effekt sind keine Hexerei. Aber auch kein Selbstläufer. Es gibt einige Grundregeln in der Fotografie, die man kennen und beherrschen sollte. Wir
Windows Tipps und Tricks 2/13 Entmüllen, aufräumen und optimieren: Was im Haushalt gang und gäbe ist, wird unter Windows oft vernachlässigt. Mit uns starten Sie die große
Zu meinen digitalen Ausgaben
Bitte auf das jeweilige Logo klicken
PC Praxis
Foto Praxis
webselling
Grill Magazin
Digital lesen? So geht's!
Foto Praxis
50 clevere Foto-Tricks

Einfach und bequem bestellen:
www.pcpraxis.de/shop

Foto: MK

MIBA DIE EISENBAHN IM MODELL
Eisenbahn JOURNAL
Modell Eisen Bahner

INVESTITIONSDILEMMA

Gerade bei der Beschäftigung mit Drehscheiben (ein Thema, das sich als komplexer als erwartet herausstellte – siehe Vorschau auf die nächste DiMo auf Seite 82) zeigte sich mal wieder, in welchem Dilemma die Modellbahnindustrie steckt. Leider ist es so, dass die Modelle von Drehscheiben, Schiebe- und Segmentbühnen dem heutigen Stand der Technik um Jahre hinterhereilen – besser gesagt hinterherschleichen. Konstruktionen aus den 70er- und 80er-Jahren dominieren das Angebot, manch innovativer Ansatz ist hingegen wieder vom Markt verschwunden. Erstellt man eine Liste mit den Dingen, die eine Drehscheibe gerade auch im digitalen Umfeld können sollte, sehen die aktuellen Angebote im wahrsten Wortsinne alt aus.

Man wünscht sich einen leisen Antrieb und vor allem eine präzise Rückmeldung der aktuellen Bühnenstellung. Man wünscht sich eine integrierte Steuerung mit einem klar definierten Schnittstellenprotokoll. Man wünscht sich universelle Bedienelemente, um die Drehscheibe sinnvoll in die eigenen Betriebsabläufe einbinden zu können, sei es manuell oder automatisiert.

Von technischer Seite her wäre sicher jeder Hersteller in der Lage, ein modernes Drehscheibenkonzept zu entwickeln. Ein kleiner Blick über den Tellerrand hin zur (mal wieder) Computertechnik ergibt ein paar Denkansätze: bürstenloser, flacher und leiser Motor wie in Festplatten oder CD-Laufwerken; gradgenaue Positionsbestimmung, wie sie bei 3D-Eingabegeräten möglich ist, sei es optisch oder magnetisch; leistungsfähige integrierte Steuer- und Kontrollelektronik, sodass ein Anschluss für die Spannungsversorgung und ein Zweidraht-Busanschluss die einzige notwendige Verkabelung darstellen; das Ganze im Königsstuhl bzw. darunter gekapselt, sodass verschiedene Grubendurchmesser und -ausführungen – auch in verschiedenen Maßstäben – mit der gleichen Mechanik und Steuerelektronik möglich werden. Schöne Träume . . .

Wer vor 20 Jahren eine Drehscheibe kaufte und auf seiner Anlage einbaute, hat, außer bei einem Defekt, nur wenig Veranlassung, die Drehscheibe zu tauschen. Auch wer seine alte Anlage abreißt, um eine neue zu bauen, wird versuchen, die relativ teure Drehscheibe weiterzuverwenden. Drehscheiben kann man auch nicht sammeln wie Loks, wo man die technisch veralteten Typen immer noch hübsch anzuschauen in der Vitrine belassen kann. Eine Drehscheibe ist also in vielen Fällen eine einmalige Investition, die auf Jahrzehnte hinaus vorhält. Hier gilt, was für viele Modellbahnartikel gilt: Sie sind in gewisser Weise Investitions- und keine Verbrauchsgüter.

Man kann davon ausgehen, dass die Entwicklungskosten für die im Moment am Markt befindlichen Scheiben abgeschrieben sind. Wir haben keine Zahlen über die jährliche Absatzmenge an Drehscheiben – da halten sich die Hersteller bedeckt –, man kann aber spekulieren, dass die Scheiben für den einen oder anderen trotz erfolgter Abschreibung fast mehr ein Prestigeprodukt als ein Gewinnbringer sind. Kurzum: Im Drehscheibenmarkt ist ganz einfach kein Platz für eine industrielle (Groß-)serien-Produkt-Neuentwicklung.

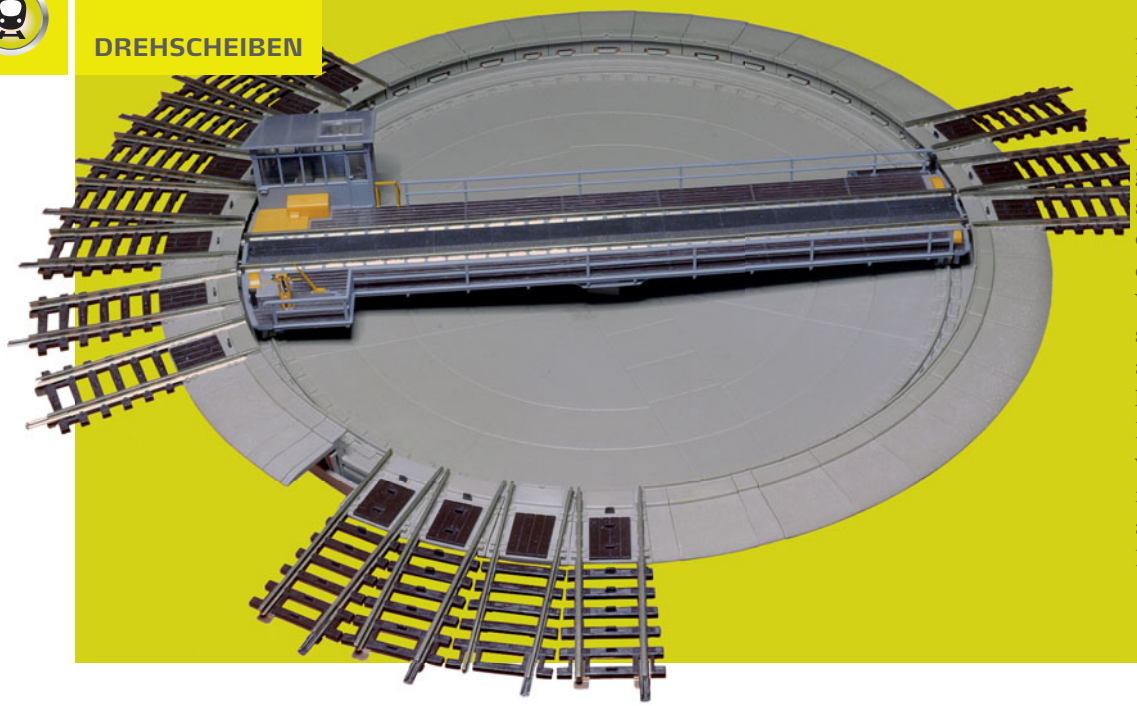
Innovativ können hier die handwerklich und ingenieurtechnisch orientierten kleinen Unternehmen sein, die mit hohem persönlichem Einsatz und Risiko Knowhow aus anderen Branchen in die Modellbahnwelt bringen und neue Dinge ausprobieren. Ein universelles Drehscheibensystem wie das oben skizzierte verlangt nach Wissen in verschiedenen Technologiebereichen. Hier bieten sich Kooperationen verschiedener Partner an, die Standards zu aller Nutzen setzen könnten, elektrische und mechanische Definitionen, auf die sich die Modellbahner und Hersteller viele Jahre stützen könnten.

Auch wer als Modellbahner viel Eigenleistung erbringt, seine Drehscheibe umbaut und eine meist nicht vom Drehscheibenhersteller selbst stammende Elektronik einsetzt, kann vieles vom Gewünschten heute schon erreichen. Da bei der Modellbahn oft der Weg das Ziel ist, mag die mechanische und elektronische Bearbeitung des Bw-Geräts sogar eine Menge Spaß vermitteln!

Tobias Pütz

TITELTHEMA

DREHSCHEIBEN



Drehscheiben als platzsparende Möglichkeit, ein Fahrzeug zu wenden oder seine Fahrtrichtung zu ändern, gibt es bei der Eisenbahn seit deren Anfängen. Da ist es naheliegend, dass man ein solches Gerät oder seine Verwandtschaft (Segmentscheibe, Schiebebühne) auch auf der eigenen Anlage haben möchte. Will man die Bühne nicht ausschließlich von Hand bewegen, kommt man um das eine oder andere Stück Elektrik oder Elektronik nicht herum.

AB SEITE 24

EDITORIAL — **INVESTITIONSDILEMMA** 3

NEUHEITEN UND TEST — **NEUHEITEN** 6
Verschiedene Produkte unter der Lupe

DIGITALFORUM — **FRAGE UND ANTWORT** 10

SCHALTUNGS-WETTBEWERB — **BELEGUNGSDETEKTOR** 12
Gleisbesetzterkennung mit IR-Lichtschranken und Schaltverzögerung

ANLAGENPORTRÄT — **STADTVERKEHR** 16
Digitaleinstieg vor städtischer Kulisse mit Stellpult, PC und Steuersoftware

PRAXIS — **DECODERAUSGÄNGE SPAREN** 38
Vierbegriffige Schweizer Lichtsignale

21MTC-KOMPATIBILITÄT 42
Ein einfaches Messgerät zur Pinprüfung

PIKO-V60 MIT ENTKUPPLER 46
Rangierlok entkuppelt per Servo

Der große DiMo Schaltungswettbewerb

ANLAGENPORTRÄT

Eine städtische Umgebung bietet die Möglichkeit, die Eisenbahn hinsichtlich ihrer Gleisanlagen und ihren Betriebsmöglichkeiten sehr konzentriert darzustellen. Auch Michael Löcken begeistert die Inszenierung der Eisenbahn vor der Häuserkulisse. Und damit betrieblich die Post abgeht, nutzt auch er PC und Software als Helferlein im Hintergrund.

AB SEITE 16

DREHSCHEIBEN 24
Eine Marktübersicht

ELEKTRONIK FÜR DREHSCHEIBEN 28
Analoge und digitale Bedienelemente im Überblick

BÜHNE FREI 34
Schiebebühnensteuerung in Perfektion

Einfache Drehscheibenbedienpulte sind genau genommen nichts anderes als Schalter in einem Gehäuse. Erst die Einbindung in ein Digitalsystem eröffnet neue Bedienmöglichkeiten.

AB SEITE 28

Als Modell ist die Schiebebühne von Brawa auch heute noch auf der Höhe der Zeit. Mit einem Mikroprozessor baute sich Guido Weckwerth eine Steuerung, die wohl keine Wünsche mehr offenlässt.

AB SEITE 34

PRAXIS

MANNIS MANNER 50
Rocos Manner-Taurus digital aufgepeppt

Z WIE ZUKUNFT? 54
Praxiserfahrungen mit Rocos z21

NOTAUS FÜR DIE MAUS 59
Eine einfache Schaltung für den Notstopp

IGLING II 62
Planung und Steuerung – alles per Computer

DIGITALES OSZILLOSKOP 68
Messen wie die Profis

ELEKTRONIK

LICHTSCHLANGEN-ARDUINOS 72
Hardware und Programmierumgebung, Lichtschlangensteuerung als Arduino-Shield

LOKFÜHRERS PERSPEKTIVE 76
Selbstbau eines Führerstandssimulators – Teil 5

GLOSSAR

BEGRIFFE KURZ ERKLÄRT 80

VORSCHAU/ IMPRESSUM 82

PRAXIS

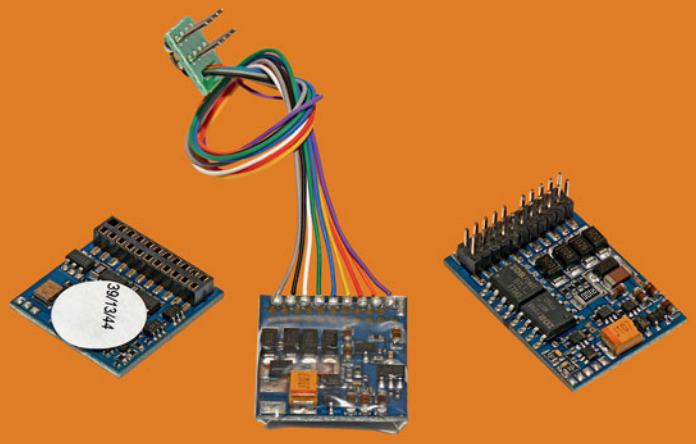
Der Computer und die notwendige Software sind beim Bau und Betrieb einer Modellbahn wichtige Werkzeuge. Mit Erfahrungen aus der Praxis wird der in der DiMo veröffentlichte Anlagenbericht über Igling II ergänzt.

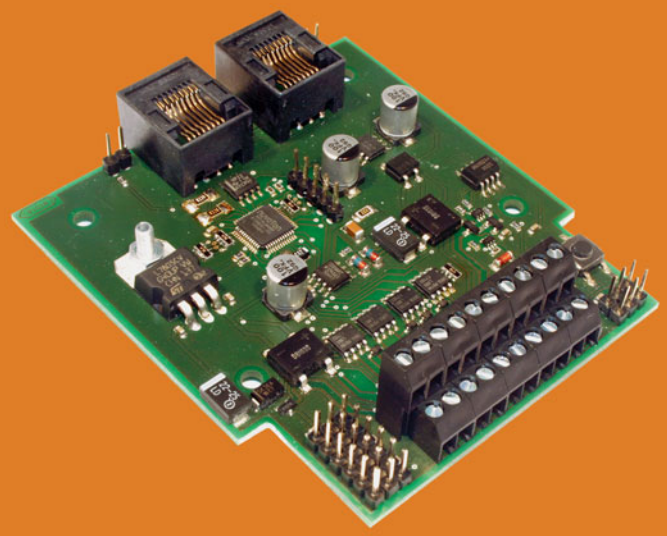
AB SEITE 62

LOK- UND FUNKTIONSDECODER DER GENERATION V4

Passend zu den LokPiloten V4 ist seit kurzem ein Funktionsdecoder mit 21MTC- und NEM-652-Schnittstelle erhältlich. Er eignet sich beispielsweise zum Einsatz in Steuerwagen. Dank identischer CV-Anordnung verhält er sich exakt so wie ein LoPi V4. Letztere sind jetzt auch in einer um das mfx-Format erweiterten Version mit PluX-Schnittstelle erhältlich.

ESU • Art.-Bez. 54620 (LokPilot Fx, NEM652) • € 21,90 • Art.-Bez. 54621 (LokPilot Fx, NEM660) • € 21,90 • Art.-Bez. 64617 (LokPilot M4, PluX22) • € 36,90 • erhältlich im Fachhandel





VIELSEITIG ZUM ERSTEN: 8-FACH-FUNKTIONS- UND SERVODECODER

Mit dem Tams-Multidecoder ist es möglich, Weichen, Schaltartikel und Servos über DCC- oder MM-Digitalsysteme zu steuern. Am Decoder kann verschiedenes derartiges Zubehör gleichzeitig betrieben werden. Dank entsprechender Eingänge für Taster ist zudem ein analoger Betrieb als Weichen- oder Servosteuerung möglich. Die Lage von endabgeschalteten Weichen kann der Decoder im Digitalbetrieb über RailCom und BiDib zurückmelden, auch nach manueller Verstellung. Die Belastbarkeit von Servo- und Schaltausgängen liegt bei jeweils 1 A.

Tams Elektronik • Art.-Bez. 43-03116-01 (Decoder) • € 54,90 • erhältlich im Fachhandel

STOPFEXPRESS DIGITAL

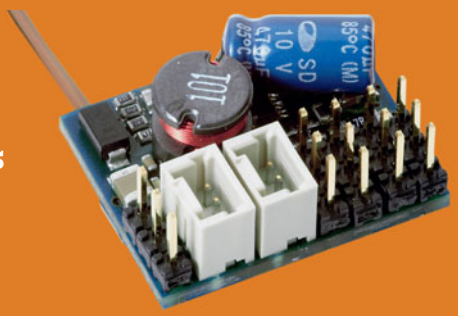
Der im letzten Jahr erschienene Viessmann-Stopfexpress nach Vorbild eines Plasser&Theurer Typ 09-3X ist seit einer Weile als Farbvariante „Infrabel“ erhältlich. Das belgische Infrastrukturunternehmen setzt seine Maschinen überwiegend im Inland ein.

Viessmann • Art.-Nr. 26098 • € 396,50 • erhältlich im Fachhandel

VIELSEITIG ZUM ZWEITEN: 8-FACH-FUNKTIONS- UND SERVODECODER

Der Elektronikbaustein eMotion 8FS ermöglicht die direkte Ansteuerung von vier Servos. Für deren Energieversorgung ist ein 6-V-Festspannungsregler integriert. Der Anschluss erfolgt über Stiftleisten, zwei Mini-CT-Buchsen stehen zudem für Entkuppler zur Verfügung. Mit zwei Adern wird der Baustein an das Digitalgleis angeschlossen. Massoth hat das bisherige Funktionsmapping überarbeitet, um so zunehmenden Möglichkeiten an Funktionsarten, auch in Kombination mit Sondereffekten, einfacher gerecht zu werden. Auch im Bereich des Dimmens wurde an den Funktionsausgängen eine Vereinfachung vorgenommen.

Massoth • Art.-Bez. eMotion 8FS • € 39,95 • erhältlich im Fachhandel



STIMMGEWALTIGER RIESE – BAUREIHE 45 VON LILIPUT IN H0

In limitierter Auflage, anlässlich des 20. Geburtstags der Bachmann-Niederlassung Deutschland in Altdorf, ist die Lokomotive 45 010 mit Neubaukessel erhältlich. Die Modelle sind, unabhängig von der Ausführung, werkseitig mit einem Sounddecoder von ESU ausgestattet. Neben dem Fahrgeräusch stehen mehrere schaltbare, teilweise an Betriebszustände gekoppelte Geräuschsequenzen zur Verfügung, darunter verschiedene Lokpfiffe, Bahnhofsansagen und Pumpen. Wiedergegeben wird die Lok als Epoche-VI-Fahrzeug des DB Museums Nürnberg.

Liliput • Art.-Nr. 131733 (AC/MM), € 399,– • Art.-Nr. 131730 (DC/DCC) • € 396,– • erhältlich im Fachhandel

VIRTUELLE EISENBAHNWELTEN FÜR DEN PC

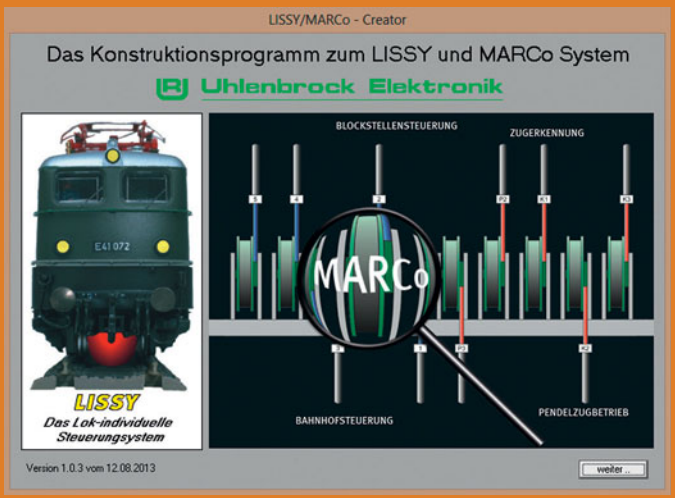
Unter der neuen Bezeichnung Eisenbahn X erscheint der Nachfolger der bekannten Software Eisenbahn.exe (EEP). Mit dem Programm ist es möglich, komplexe Schienennetze nachzubauen und Zugfahrten durchzuführen. Der Fantasie sind dabei keine Grenzen gesetzt: Vom fiktiven ländlichen Idyll bis hin zum vorbildgetreuen großen Rangierbahnhof in urbanem Umfeld ist alles möglich. Ausgehend von der Vorgängerversion ist die Software in zahlreichen Punkten verbessert worden. So können einige Lokomotiven jetzt vom Führerstand aus gesteuert werden, es gibt neue animierte Figuren und einen neuen 2D-Planungsmodus.

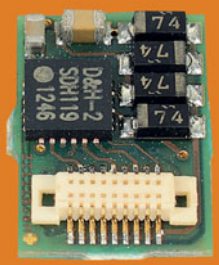
Trend Verlag • Art.-Bez. Eisenbahn X • € 29,99 • Art.-Bez. Eisenbahn X Expert • € 49,99 • erhältlich im Fachhandel

SCHÖPFERISCH – UPDATE DES LISSY/MARCO-CREATOR

Die Uhlenbrock-Software erleichtert nicht nur die Planung einer mit den Systemen LISSY und MARCo gesteuerten Anlage. Die Anwendung kann auch die Programmierung solcher auf der Anlage eingebauter Module sehr effizient übernehmen. Anwendungsfälle wie Pendelzugstrecken oder Schattenbahnhofssteuerungen sind mit dem Tool leicht zu realisieren. Besitzer einer Uhlenbrock-Digitalzentrale können die Software kostenlos verwenden. Das aktuelle Release trägt die Versionsnummer 1.0.0.3.

Uhlenbrock • Art.-Bez. LISSY/MARCo-Creator Update 1.0.0.3 • erhältlich als Download auf www.uhlenbrock.de

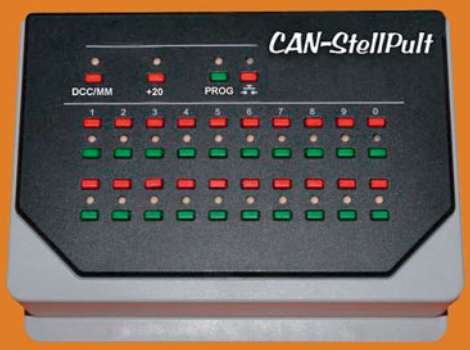




NEUER LOKDECODER, NEUE FIRMWARE

Mit dem Lokdecoder DH18A hat Doehler & Haass einen Decoder für die Next18-Schnittstelle entwickelt, der mit den Digitalformaten DCC sowie Selectrix 1 und 2 arbeitet. Der Baustein ist auf eine Gesamtbelastung von 1 A ausgelegt, die bei Bedarf auch dem Motoranschluss alleine zur Verfügung steht. Weiterhin verfügt der Decoder über zwei Lichtausgänge, die mit je 150 mA belastet werden können, und zwei Funktionsausgänge mit je 300 mA Belastbarkeit. Ebenso ist eine SUSI-Schnittstelle vorhanden. Für zahlreiche andere Decoder von D&H ist eine neue Firmware (3.02.073) erhältlich, die den Einsatz mit Dioden-Bremsstrecken ermöglicht sowie RailCom implementiert.

Doehler & Haass • Art.-Bez. DH18A • € 30,90 • erhältlich im Fachhandel und direkt bei Doehler & Haass GmbH & Co. KG, Eichelhäherstraße 54, 81249 München, www.doehler-haass.de



WEICHEN-STELLPULT FÜR DEN CAN-BUS

Wird das Can-StellPult an Märklin-Geräte angeschlossen, die den Can-Bus verwenden (MS mit Gleisbox, CS II), kann der Modellbahner 20 Zubehörartikel im Direktzugriff schalten. Durch drei zusätzliche Bedienebenen ist es möglich, insgesamt 80 solcher Artikel zu schalten. Das Datenformat kann tastenindividuell als DCC oder MM festgelegt und auch im Betrieb gezielt umgeschaltet werden.

Das Can-digital-Bahn Projekt • Art.-Bez. Can-StellPult • € 129,– • erhältlich direkt unter www.can-digital-bahn.com

Wenn´s sich um Elektronik dreht...

Fordern Sie jetzt kostenlos den Katalog 2014 an!
Stichwort "DIMO"

tams elektronik

www.tams-online.de
mail: info@tams-online.de
Fuhrberger Straße 4
DE-30625 Hannover
fon: +49 (0)0511-556060
fax : +49 (0)511-556161

DIMO 4/2013 – BOOSTER CONTROLLER

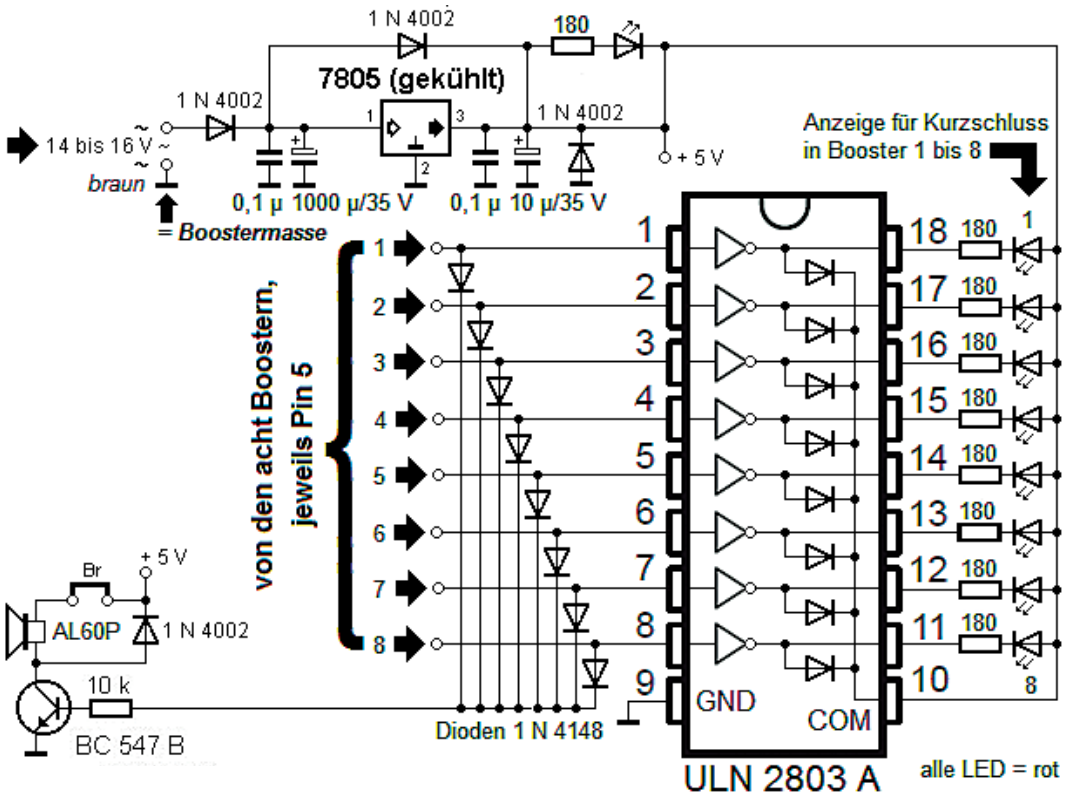
Ihre Zeitschrift begeistert mich immer wieder aufs Neue! Allerdings finde ich Schaltungen mit PICs o. Ä. zum Nachbau nicht so optimal, obwohl ich selbst auch welche verwende (weil sie vieles vereinfachen). Manchmal ist eine einfache Schaltung jedoch auch ohne PIC realisierbar. Der Booster Controller aus Heft 4-2013, Seite 18 ff ist dafür ein Beispiel. Diese Schaltung lässt sich nämlich auch ohne PIC (und PIC-Programm) sowie ohne den (nur noch schwer erhältlichen) GAL wesentlich einfacher und günstiger aufbauen:

eines Boosters + 5 V liefert und damit einen Kurzschluss signalisiert, schaltet der entsprechende NPN-Darlingtontransistor im IC durch und lässt die rote LED an seinem Ausgang leuchten. Es können dabei auch mehrere Booster einen Kurzschluss aufweisen; die Anzeige erfolgt immer korrekt für jeden einzelnen Booster.

Ein Dioden-ODER (OR) aus acht Siliziumdioden 1 N 4148 steuert zudem einen NPN-Transistor BC 547 B an, der den Summer in seinem Kollektorzweig ertönen lässt, wenn

der Schaltung muss mit der Booster-Masse (brauner Draht bei Märklin) verbunden sein! Anstatt des ICs ULN 2803 können auch acht herkömmliche NPN-Transistorschalter Verwendung finden; das IC finde ich jedoch einfacher.

Die kleine (einfache) Schaltung kann der Bastler auf einer üblichen Lochrasterplatine aufbauen. Das IC ist unter anderem beim Versender Reichelt erhältlich. Die Schaltung habe ich als Anlage beigefügt. Wer unbedingt eine Siebensegmentanzeige möchte, kann



Die Booster-Überwachung von Herrn Köhler verzichtet auf komplizierte Logik-Programmierungen und kommt mit wenigen Bauteilen aus.

Neben der Spannungsversorgung (+ 5 V) mit einem positiven Spannungsregler 7805 ist nur noch ein Darlington-NPN-Transistor-Array ULN 2803 A (z. B. von Texas-Instruments) im 18-poligen DIP-Gehäuse mit offenen Kollektor-Ausgängen erforderlich. Diese Schaltung kann sogar acht Booster überwachen und wertet ebenfalls die Spannung am Pin 5 der Booster-Schnittstelle aus. Sobald Pin 5

ein Kurzschluss in einem Booster vorliegt, also mindestens an einer der Dioden-Anoden Pluspotential anliegt. Mit Brücke (Jumper) Br lässt sich die akustische Signalisierung auch unterbinden.

Als Spannungsversorgung der Schaltung kann jeder herkömmliche Modellbahntransformator mit einer Ausgangswechselspannung zwischen 14 und 16 V dienen. Die Masse

hinter jeden IC-Ausgang auch eine Siebensegmentanzeige mit gemeinsamer Katode schalten und vom IC jeweils die benötigten Segmente ansteuern lassen, wie z. B. die Segmente b und c für die Eins oder a bis g für die Acht. Die acht Anzeigen sind erforderlich, da theoretisch alle acht Booster einen Kurzschluss haben könnten, der zu signalisieren ist.

Jürgen Köhler