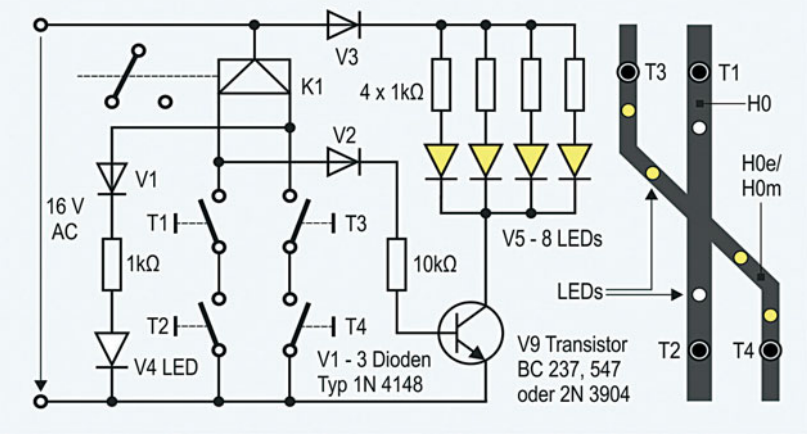
MIBA
DIE EISENBAHN IM MODELL

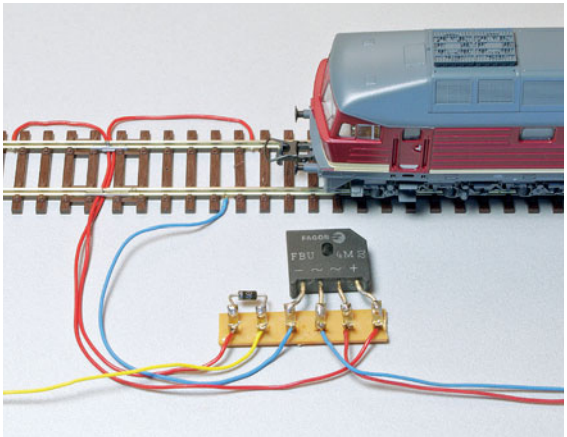
MODELLBAHN PRAXIS

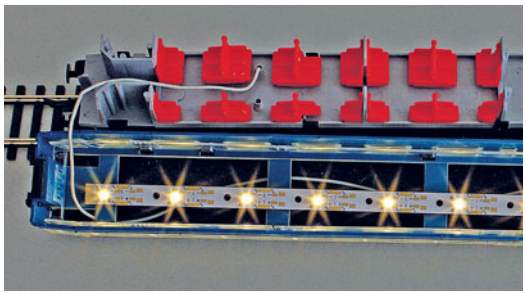
Manfred Peter

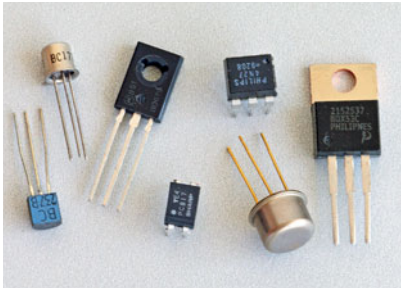
ELEKTROPRAXIS UND ELEKTRONIK

Kabelverlegung, Grundlagen und Anwendung von Halbleiter-Bauteilen, Schaltungen und Steuerungen









Deutschland € 10,–
Österreich € 11,50 · Schweiz sFr. 19,80
Be/Lux € 11,60 · Niederlande € 12,75
Italien, Frankreich, Spanien,
Portugal (cont), Finnland € 12,50

MIBA-Modellbahn-Praxis 2/2011
Best.-Nr. 15087442
ISBN 978-3-89610-282-9

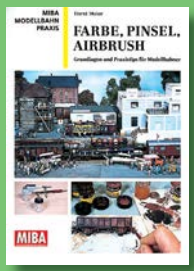
02
4 195843 210009

Profitipps für die Praxis

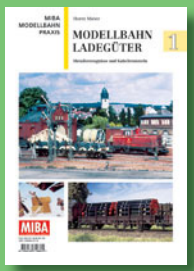
Im zweiten Band des MIBA-Praxis-Ratgebers über „Gleise und Weichen" behandelt Horst Meier zunächst die Gleissysteme von H0-Schmalspurbahnen sowie die großen Spuren 0, 1 und 2m. Den Schwerpunkt bilden jedoch die ausführlichen Kapitel aus der Modellbahn-Gleisbaupraxis. Der Aufbau eines schalldämmenden Unterbaus wird ebenso gezeigt wie perfektes Einschottern. Breiten Raum nimmt die Vorstellung diverser Weichenantriebe ein – von preiswert bis komfortabel. Wer mit Selbstbaugleisen und exakt maßstäblichen Gleissystemen liebäugelt, kann hier auf einen wertvollen Schatz reichhaltiger Erfahrungen zurückgreifen. Abgerundet wird der Band durch Kapitel über die Planung, die Reinigung von Gleisen, den unauffälligen Einbau der betrieblich so wichtigen Entkuppler sowie ein ausführliches tabellarisches Herstellerverzeichnis.

84 Seiten im DIN-A4-Format, Klammerheftung, über 240 Abbildungen
Best.-Nr. 15087441 · € 10,–

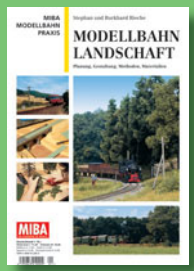
Weiterhin lieferbar aus der MIBA-Serie MODELLBAHN-PRAXIS:



Best.-Nr. 150 87418

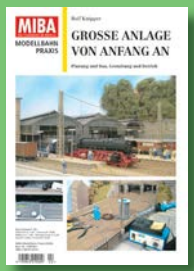


Best.-Nr. 150 87422

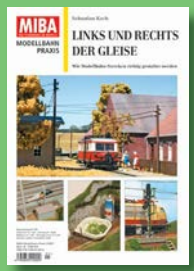


Best.-Nr. 150 87429

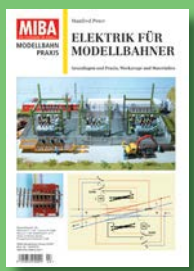
Best.-Nr. 150 87430



Best.-Nr. 150 87431



Best.-Nr. 150 87434



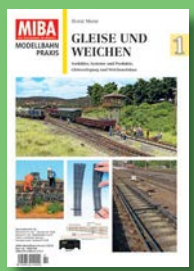
Best.-Nr. 150 87435

Best.-Nr. 150 87436

Best.-Nr. 150 87437

Best.-Nr. 150 87438

Best.-Nr. 150 87439



Best.-Nr. 150 87440

Jeder Band mit 84 Seiten im DIN-A4-Format und über 150 Abbildungen, je € 10,–

Erhältlich im Fach- und Zeitschriftenhandel oder direkt beim MIBA-Bestellservice, Am Fohlenhof 9a, 82256 Fürstenfeldbruck, Tel. 0 81 41/5 34 81 -0, Fax 0 81 41/5 34 81 -100, E-Mail bestellung@miba.de

MIBA DIE EISENBAHN IM MODELL www.miba.de

Elektro-Spagat

Laut Duden ist der Spagat eine Körperhaltung, bei der die Beine so weit gespreizt sind, dass sie eine Gerade bilden. Was bedeutet dies nun für die vorliegende Broschüre? Es ist der Spagat zwischen Modellbahnern, die zwar bei Elektrik und speziell bei Elektronik Interesse und Freude am Selbermachen bekunden, jedoch keine ausgebildeten Elektrotechniker sind – und jenen Modellbahnern, die das Elektrohandwerk erlernt oder ein einschlägiges Studium absolviert haben. Wie so oft im Leben kann man es nie allen recht machen!

Aufgrund persönlicher Kontakte zu Modellbahnkollegen, aber auch aus dem Leserkreis der MIBA weiß ich, dass in Bezug auf den Wissensstand rund um das Thema Elektrik gewaltige Unterschiede bestehen. Daher ist diese Publikation ein Versuch, im übertragenen Sinn den Spagat zwischen dem „elektrisch" Interessierten und dem versierten Modellbahn-Elektroniker zu schaffen – und beiden möglicherweise so manche Schaltungsvorschläge als Anregung für weiterführende Ideen anzubieten.

Das Thema Anlagenelektrik umfasst ein sehr breites Spektrum. Es reicht von der Verkabelung einer Anlage, der ausreichenden Dimensionierung der wichtigen elektrischen Komponenten wie Transformatoren und Leitungen, dem Entwurf eigener Schaltungen bis zum korrekten Anschluss von mehrpoligen Schaltmitteln. Diese Tätigkeiten erfordern teilweise einen hohen Zeitaufwand, ohne dass ein Fortschritt auf der Anlage auszumachen ist. Es gibt auch Tage, da will nichts gelingen (das gilt aber auch beim Geländebau …), und die Freude an der Elektrik hält sich in Grenzen. Doch es kommen wieder Tage, da macht das Thema Elektrik große Freude und Selbstgebasteltes erhöht immer den Stellenwert.

Der Anblick einer industriell gefertigten Platine mit ihren vielen Bauteilen in neuester Miniatur-SMD-Technik ist für den normalen Modellbah-Eelektriker eher verwirrend. Das Befestigen und Verlöten derartiger kleiner Komponenten ist ohne entsprechende Hilfsmittel kaum zu bewältigen. Daher wurde bei den Halbleiter-Bauteilen bewusst auf kommerzielle Ausführungen gesetzt, um die Verarbeitung und eine mögliche Fehlersuche zu erleichtern.

Die Spurkabelsteuerung wiederum bietet alle Möglichkeiten einer komfortablen und absolut sicheren Anlagensteuerung. Durch den modularen Aufbau kann sie beliebig erweitert werden. Mit wenigen Modulen ist auf den damit ausgerüsteten Streckenteilen bereits ein vollwertiger Betrieb möglich.

Ein weiterer Spagat betrifft die Weichenansteuerung – hier reicht die Bandbreite von einer einfachen Matrixschaltung mit Dioden bis zu einer sequentiellen Steuerung über Logikbausteine, wie sie auch auf meiner eigenen Anlage eingesetzt wird. Mit den vielfältigen Möglichkeiten zur Gleisbesetztmeldung ließe sich bestimmt eine eigene Broschüre füllen. Die Palette reicht hier von potentialfreien Varianten mit SRK über Lichtschranken bis hin zum Stromfühlerprinzip.

Empfehlenswerte Anschaffungen für Elektronikbastler sind das Halbleiter-Prüfgerät DCA und das Experimentierbord auf Seite 82, auf dem die meisten Testschaltungen dieser Broschüre aufgebaut wurden.

Der Autor wünscht allen Lesern dieser Publikation gutes Gelingen – beim Spagat zwischen „einfacher" Elektrik und der „anspruchsvolleren" Elektronik!

Manfred Peter
Haslach, im August 2011

Manfred Peter, Jahrgang 1948, ist seit knapp fünf Jahrzehnten praktizierender Modellbahner mit den Schwerpunkten Elektrik, Elektronik, Technik und Anlagenplanung. Zahlreiche praxisbezogene Artikel zu diesen Themen sind in der MIBA und in ausländischen Fachmedien erschienen. Mit Ehefrau Ingrid erfolgt, getrennt nach den Sachbereichen Technik und Gestaltung, der Ausbau der eigenen H0-Anlage. Gemeinsam werden auch Anlagenporträts und Planungsvorschläge erstellt.

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter http://dnb.dbb.de abrufbar.
ISBN 978-3-89610-282-9

©2011 by VGB Verlagsgruppe Bahn GmbH
MIBA-Verlag, Fürstenfeldbruck

Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck, Reproduktion und Vervielfältigung – auch auszugsweise und mithilfe elektronischer Datenträger – nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Verlages.

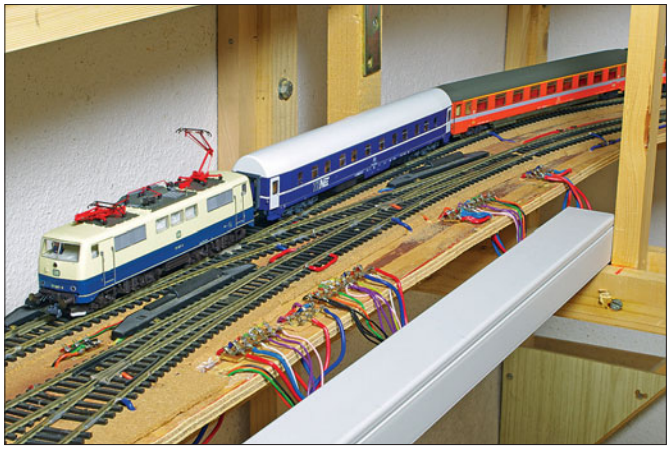
Der Einsatz der in dieser Publikation beschriebenen Werkzeuge und Materialien erfolgte nach bestem Wissen und Gewissen. Die geschilderten Vorgehensweisen und alle Ratschläge sind praxiserprobt. Dennoch ist eine Haftung der Autoren und des Verlages und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ausgeschlossen.

Texte: Manfred Peter, Fotos: Manfred und Ingrid Peter

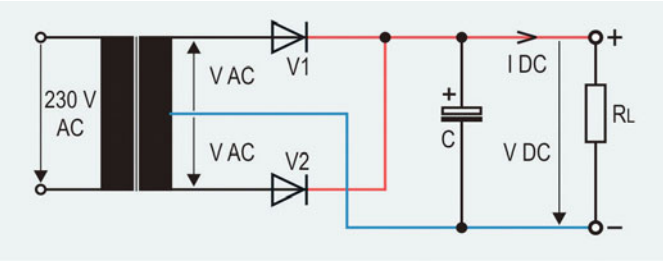
Redaktion: Lutz Kuhl, Martin Knaden

Repro: Akkolade-Verlag-Service Hagen GmbH

Gesamtherstellung: WAZ-Druck, Duisburg

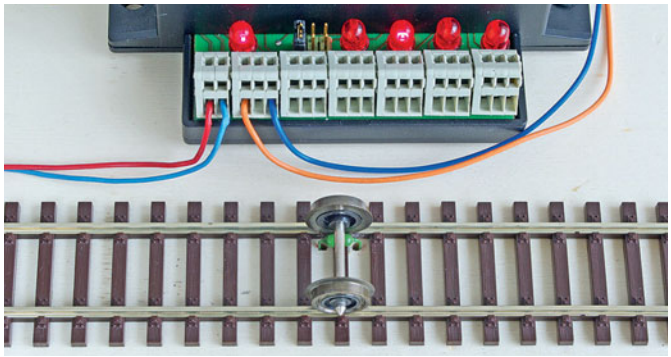


6 Wohin mit den Leitungen? Diese Frage stellt sich beim Anlagenbau immer wieder – Kabelkanäle schaffen hier Ordnung.



32 Für viele Schaltungen wird Gleichstrom benötigt – ihn erhält man beispielsweise mit der Zwei-Wege-Gleichrichtung.

52 Moderne Fahrgeräte bieten deutlich mehr Fahrkomfort im Vergleich zu den meisten normalen Modellbahntrafos.



58 Für automatisch gesteuerte Teilbereiche einer Anlage kann man auf Induktionsbasis kontaktlos Schaltvorgänge auslösen.

Ein Wort zuvor 3
Elektro-Spagat

Kabelkanäle und Verdrahtungshilfen 6
Führung und Bündelung von Leitungen

Weichenelektrik 12
Praxisbezogene Informationen zu Weichentypen

Weichenantriebe 20
Mit Elektromagnet, Motor und Servo

Kontakte im Spiegel 26
Seitenrichtiger Anschluss von Bauteilen

Transformatoren 28
Wechselstrom für die Modellbahn

Sicherungsarten 30
Absicherung von Stromkreisen der Modellbahntechnik

Gleichrichtung mit und ohne Glättung 32
Gleichrichter-Schaltungen im Vergleich

Dioden und Transistoren 34
Halbleiter für die Modellbahnelektronik

Spannungen – fest und einstellbar 38
Dreibeinige ICs für Spannungsregler

Der Thyristor – die steuerbare Diode 40
Eigenschaften und Funktionsweise

LED-Praxis für die Standardbauformen 42
Leuchtdioden-Grundlagen

Optokoppler 48
Halbleiterbauteile zur Potentialtrennung

Bauteile-Analysator 50
Halbleiterprüfgerät DCA 55 von Peak Atlas

Analoge Fahrkultur 52
Moderne Fahrgeräte für den Gleichstrombetrieb

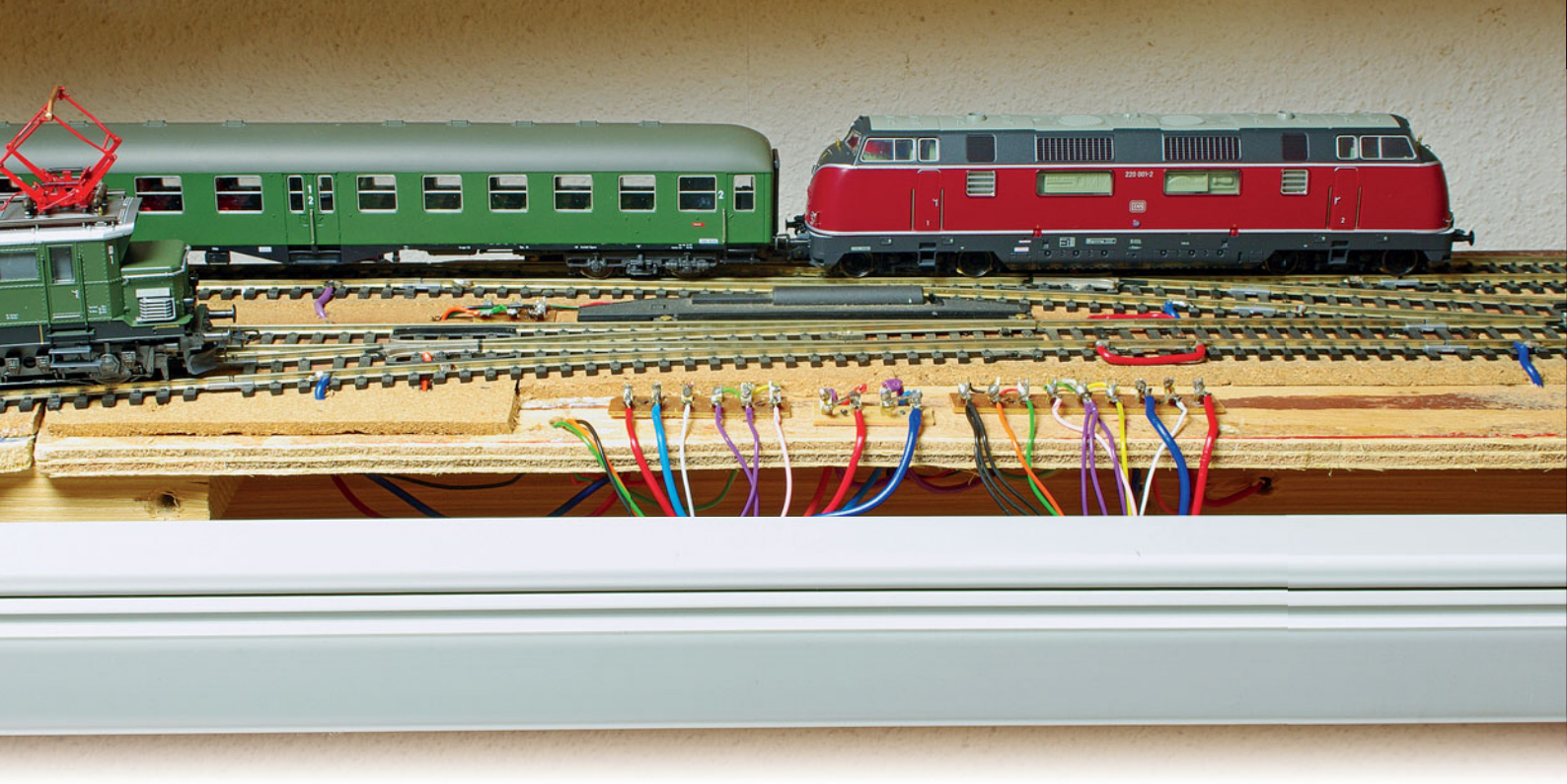
Automatik für Betriebsbereiche 58
Module und Bausteine zur Unterstützung des Betriebs

Digital mit Funkmaus 62
Einstieg, Umstieg und kombinierter Betrieb

Gleisfiguren und Nullleiterschiene 66
Analyse und Schaltungsvarianten

Spurkabelsteuerung und Besetztmelder 72
Modulare Anlagensteuerung

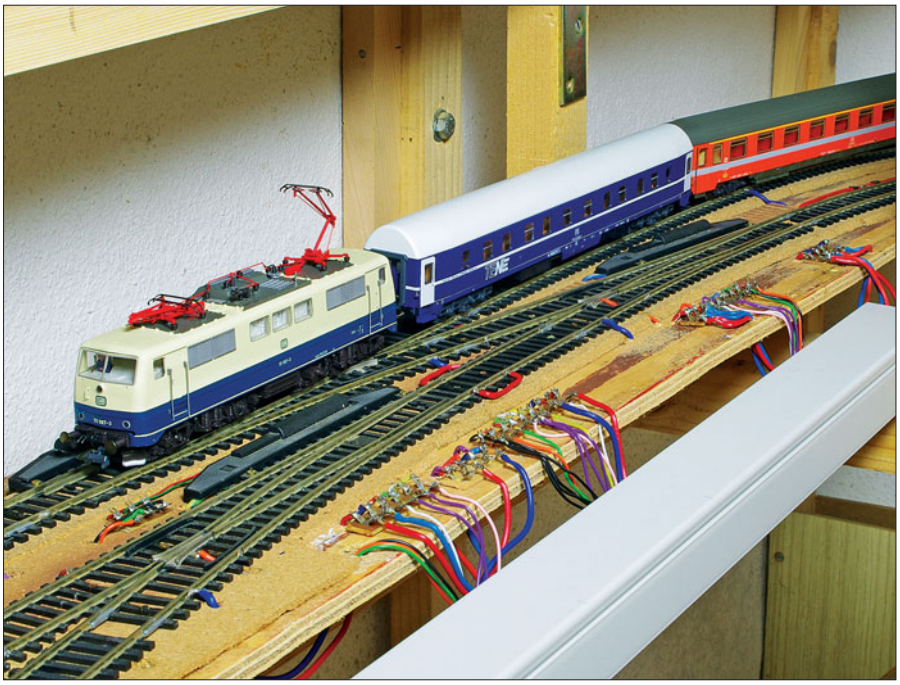
Praktisches für Elektronikbastler 82
Steckplatine von Conrad



Führung und Bündelung von Leitungen

Kabelkanäle und Verdrahtungshilfen

Je nach Verwendungszweck gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Kabel in geordneten Bahnen zu führen. Die unterschiedlichen Ausführungen haben auch spezielle Bezeichnungen wie Installations-, Kabel- oder Verdrahtungskanal. Die folgenden Seiten bieten einen Überblick mit Produktinformationen zum gezielten Einsatz bei Modellbahnanlagen; ergänzend dazu gibt es Tipps und Montagehinweise.



Das Verkabeln einer Anlage ist für viele Modellbahner ein notwendiges Übel – ganz gleich, ob es sich um analogen oder digitalen Betrieb handelt. Es ist empfehlenswert, auch bei dieser ungeliebten Tätigkeit mit System vorzugehen! Allzu oft hängen irgendwo unter der Anlage Drähte herunter, die irgendwann auf eine Weiterführung und einen Anschluss warten …

Hilfreiche Lötleisten

Bei allen elektrischen Komponenten ist es empfehlenswert, ihre Anschlüsse auf eine Lötleiste zu führen, sofern sie nicht mit konfektionierten Steckverbindern versehen sind. Werden beispielsweise die Anschlüsse von Weichen auf einer derartigen Leiste verlötet, ist eine einfache Funktionsprüfung möglich und ratsam.

Mit einem Durchgangsprüfer lassen sich hier auch leicht der Anschluss des Herzstücks und die Fahrstromversorgung der umliegenden Strecken auf Kontaktsicherheit überprüfen – vorausgesetzt, es sind noch keine Geräte angeschlossen und die Polarisierung erfolgt von einem externen Kontakt. Besser als eine optische Anzeige mit einer LED ist ein akustisches Signal.

Oben: Ein Installationskanal neben einer Verzweigung im Bereich des Schattenbahnhofs. Da weitere Leitungen eingezogen werden, ist die Abdeckung noch nicht eingerastet.

Links: In Hinblick auf weitere Leitungen aus der Umgebung, ist der Kanal nicht überdimensioniert. Er nimmt hier auch die Leitungen von einer Lötleiste zur nächsten auf.

Installationskanal

Bezüglich Anschaffung kann der Modellbahnelektriker zwischen zwei völlig unterschiedlichen Bezugsquellen wählen. Beim Kauf in einem Heimwerkermarkt stehen meist nur wenige Größen zur Auswahl, die normalerweise für die häusliche Installationstechnik vorgesehen sind. Entscheidet man sich für den Bezug beim Elektronikfachhandel, stehen auch modellbahntaugliche Dimensionen zur Verfügung, wie die nebenstehende Tabelle zeigt. Diese professionellen Produkte sind zwar etwas teurer, aber dafür mit praktischen Ergänzungen versehen. Dazu zählen beispielsweise verschiebbare Elemente, um den Installationskanal problemlos verlängern zu können.

Ein weiteres in der Position veränderbares Kunststoffteil ist eine Art Sicherung gegen das Herausfallen der Leitungen im geöffneten Zustand. Auf kurzen Distanzen können im offenen Kanal zusätzliche Leitungen problemlos eingezogen werden. Auch das Gegenteil ist möglich, denn wenn eine Leitung ausgetauscht werden muss, kann sie nach der Abnahme der Abdeckung und dem Entfernen der Sicherung mühelos entnommen werden. Die Mehrinvestition lohnt sich also allemal.

Montagemöglichkeiten

Am Boden des Installationskanals befinden sich in gewissen Abständen Befestigungsbohrungen. Bei Bedarf können problemlos zusätzliche Bohrungen angebracht werden. Sind keine Stützelemente am Anlagenunterbau zur Befestigung vorhanden, lassen sich aber einfach zusätzliche Holzleisten oder metallische L-Profile am Unterbau montieren, um den Kanal zu befestigen. Ist auch diese Variante nicht möglich, bleibt als Alternative die Befestigung nach oben. Nach dem Festlegen der Abstände werden die Bohrungen am Werktisch durchgeführt. Um die Holzschrauben bequem mit einem Akku-Schrauber eindrehen zu können, ist die bodenseitige Bohrung dem Aufnahmeschaft des Schraubers anzupassen. Bei seitlichen Bohrungen zum Ein- oder Ausfädeln von Leitungen ist es empfehlenswert, sogenannte Durchführungstüllen (die in verschiedenen Größen erhältlich sind) zu verwenden, denn auch nach dem Entgraten des Bohrlochs kann die Kabelisolierung hier schnell Schaden nehmen.

Ein professioneller Installationskanal mit serienmäßigen Befestigungsbohrungen.

Zur einfachen Verlängerung weisen diese Profikanäle verschiebbare Elemente auf.

Verschieb- und schwenkbar ist auch die Sicherung im geöffneten Zustand.

Zum leichten Entfernen einer Leitung lässt sich die Sicherung verschwenken.

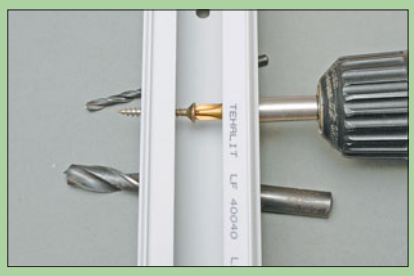
Im geschlossenen Zustand verhindert sie das Herausfallen der Leitungen.

Installationskanal Länge 2 m	
Breite mm	Höhe mm
33	18
40	40
57	40

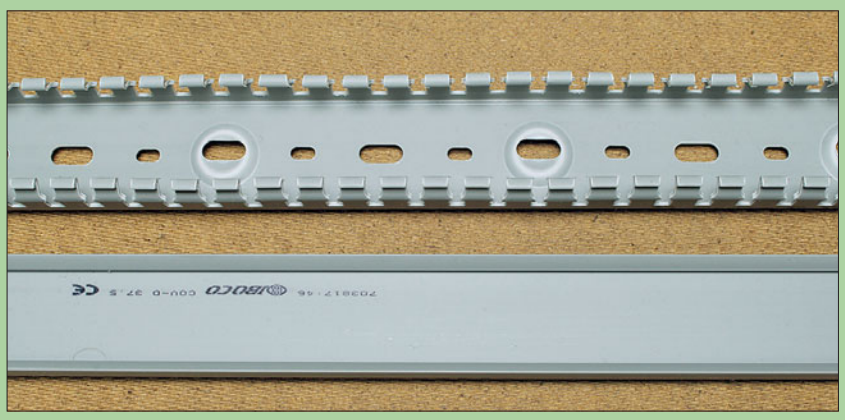
Die Tabelle zeigt die Abmessungen handelsüblicher Installationskanäle.

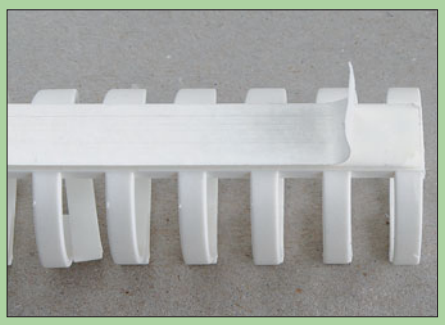
Gummitüllen schützen die Leitungen an den Durchführungen, denn auch nach …

… dem Entgraten kann der scharfe Rand der Bohrung die Isolation beschädigen.



Ist die Befestigung des Installationskanals nur hochkant möglich, lassen sich entsprechende Befestigungslöcher anbringen, wie die beiden Abbildungen zeigen.



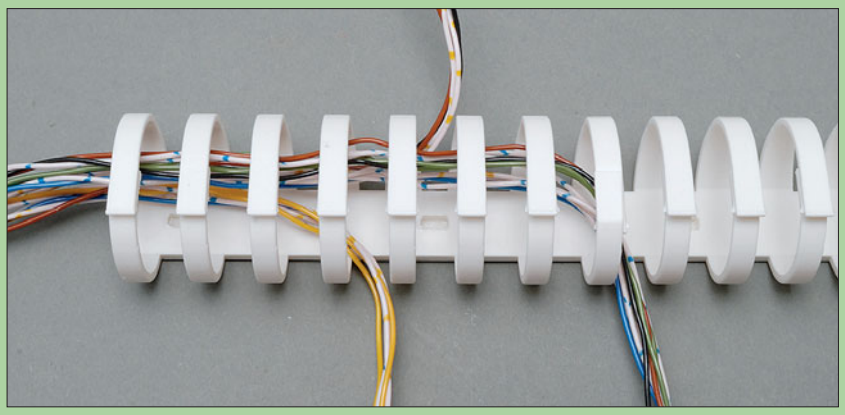


Zur gebündelten Führung von Leitungen sind sogenannte Kabelbündelhalter eine hilfreiche Ergänzung. An der Unterseite befindet sich ein Klebestreifen. Nach dem Abziehen der Schutzfolie haftet die Halterung auf den meisten Materialien.

Ein typisches Anwendungsgebiet für einen Kabelkanal wie den oben abgebildeten ist das Verdrahten von Stellwerken, bei denen viele Leitungen ein- und ausgefädelt werden müssen.

Kabelkanal Länge 2 m	
Breite mm	Höhe mm
25,0	25,0
37,5	25,0
50,0	37,5
25,0	50,0
37,5	50,0
50,0	50,0

Links: An der Innenseite der Kabelbündelhalter sind quadratische Öffnungen für eine Schraubbefestigung vorhanden. Zwischen den Rippen ist so viel Platz, dass der Bithalter eines Akku-Schraubers Platz findet.
Unten: Leitungen lassen sich bequem durch die überlappenden Rippen ein- und ausfädeln.



Kabelkanal

Diese Verdrahtungshilfe ist wie der Installationskanal im Elektro- und Elektronikfachhandel in mehreren modellbahntauglichen Größen erhältlich. Zur Montage sind (wie die Abbildungen links zeigen) in kurzen Abständen Langlöcher vorhanden, um auch industriellen Anforderungen zu entsprechen. Durch die seitliche Anordnung der Stege lässt sich so ein Kabelkanal wie ein Verdrahtungskamm einsetzen – und die Umgebung wirkt aufgeräumt. Soll akkurat an einer Stelle ein Bündel Leitungen austreten, kann mühelos ein Steg herausgetrennt werden. Besondere Vorteile bietet ein Kabelkanal bei der Verdrahtung im Stellwerksbereich, denn durch die Anordnung der Stege können in kurzen Abständen Leitungen ein- und ausgefädelt werden.

Kabelbündelhalter

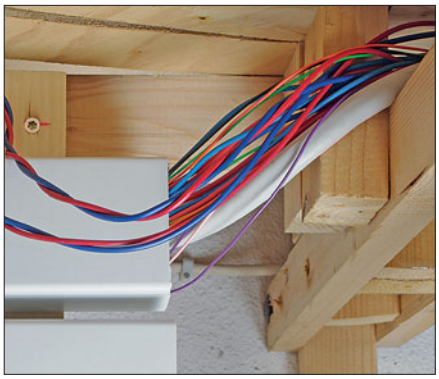
Eine weitere Variante, um gebündelte Stromleitungen übersichtlich zu fixieren, sind Kabelbündelhalter. Dazu ein praktisches Beispiel: Sind elektronische Komponenten und Baugruppen lose oder in Gehäusen unter der Anlage untergebracht, ist diese Verdrahtungshilfe bestens geeignet, die Leitungen übersichtlich zu verteilen. Auch bei der Verdrahtung eines Stellwerkes sind sie gut zu gebrauchen. Erhältlich sind sie in mehreren Durchmessern, wie nebenstehende Tabelle zeigt; die einheitliche Länge beträgt 50 cm. An ihrer Unterseite befindet sich ein abgedecktes Klebeband; nach dem Abziehen der Schutzfolie haftet es an den meisten Materialien. Für eine zusätzliche Schraubbefestigung sind quadratische Öffnungen im Boden eingestanzt. Dies empfiehlt sich bei voller Ausnutzung des Querschnittes und bei Fahrstromleitungen mit größerem Querschnitt.

Kabelschellen und Schraubösen

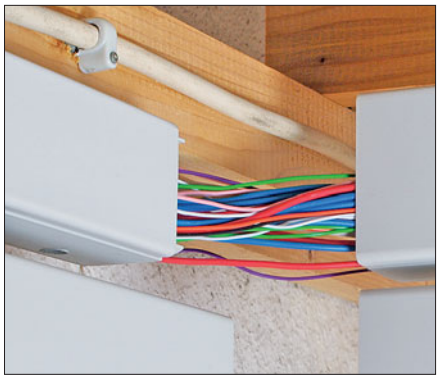
Für Leitungsführungen über kurze Distanzen sind Kabelschellen, die es in mehreren Größen ebenfalls in Heimwerkermärkten zu kaufen gibt, besonders geeignet. Mit ihnen lässt sich auch das Lichtraumprofil im Schattenbahnhof von widerspenstigen Kabeln freihalten. Die Befestigung erfolgt mit einem integrierten Nagel.

Nur für kurze Distanzen empfehlenswert sind geschlossene Schraubösen, wie sie in jedem Heimwerkermarkt an-

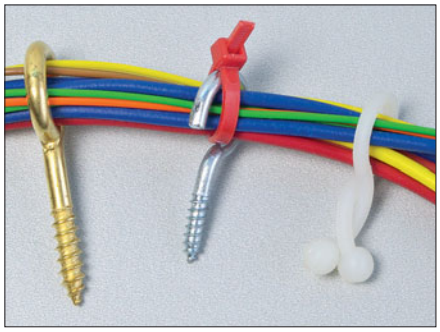
geboten werden. Bei längeren Distanzen müssen die Leitungen im Bedarfsfall ausgefädelt werden, was zeit- und nervenaufreibend sein kann. Besser geeignet sind offene Schraubösen, in denen Leitungen leicht ein- und ausgehängt werden können. Um ein Herausfallen der Drähte zu vermeiden, sind sie zuätzlich mit einem Kabelbinder an der Öse zu fixieren. Um mehrere Leitungen vorübergehend zu bündeln, können auch Kabeldriller verwendet werden. Zum gleichzeitigen Einziehen mehrerer Leitungen sind selbstgebaute oder käufliche Halterungen für die Kabeltrommeln hilfreich.



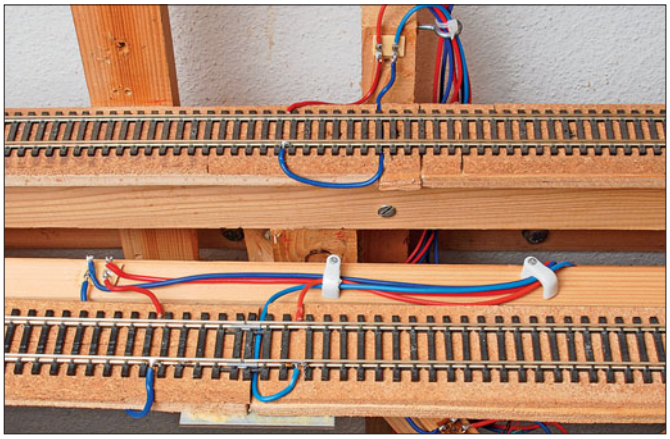
Am Kanalende werden erst nach dem Verlegen alle Leitungen mit Kabelbindern gebündelt.



Im 90°-Winkel treffen Installationskanäle aufeinander. Das Starkstromkabel oberhalb dient zur Steuerung der Fenster-Rollläden.

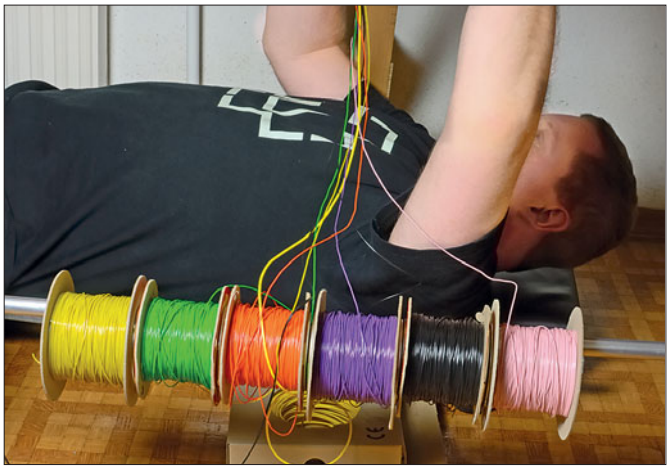


Offene und nur über kurze Distanzen empfehlenswerte geschlossene Schraubösen sowie die praktisch einsetzbaren Kabeldriller.



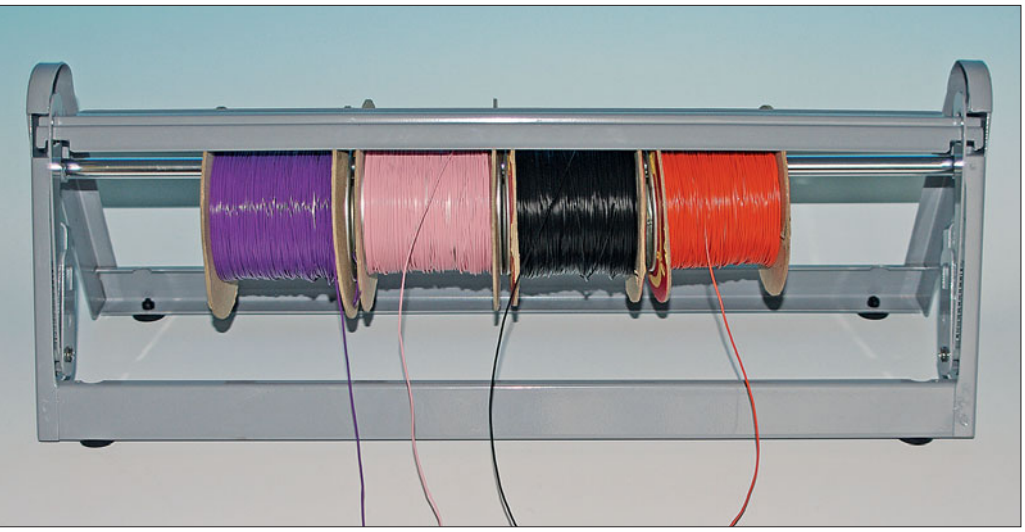
Für die einfache Befestigung von Fahrstromleitungen auf Trassenbrettern und Abstützungen eignen sich normale Kabelschellen aus der Installationstechnik. Durch diese Fixierung kann keine „widerspenstige" Leitung ins Lichtraumprofil ragen.

Mit einer Einziehfeder, wie sie der Elektromeister in der Haustechnik verwendet, lassen sich die Leitungen bequem in die Installationskanäle einziehen.

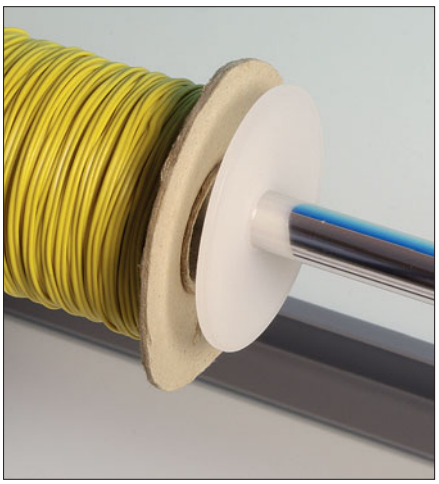


Auf einem Montage-Rollwagen ist das Einfädeln und Nachschieben der Leitungen in halbwegs angenehmer Position möglich. Eine weitere Erleichterung bietet eine selbstgebaute oder käufliche Halterung für Kabeltrommeln, wie nebenstehende Abbildung zeigt.

Bei umfangreicheren Verkabelungsarbeiten unter der Anlage sind sogenannte Montagerollwagen, wie sie im Werkstättenbereich Anwendung finden, eine sinnvolle und die Bandscheiben schonende Anschaffung. Die beiden Bilder zeigen einen faltbaren Montagewagen. Sein Gewicht beträgt 6,5 kg und die maximale Belastung dieser Ausführung liegt bei 90 kg.



Dieser Kabelabroller stammt aus dem Sortiment von Conrad. Die Achsenlänge von 520 mm ist ausreichend, um sechs Kabeltrommeln mit je 100 m 0,2-mm²-Litzendraht aufzunehmen.



Im Lieferumfang sind auch fünf Trennscheiben zum Separieren der Rollen enthalten.

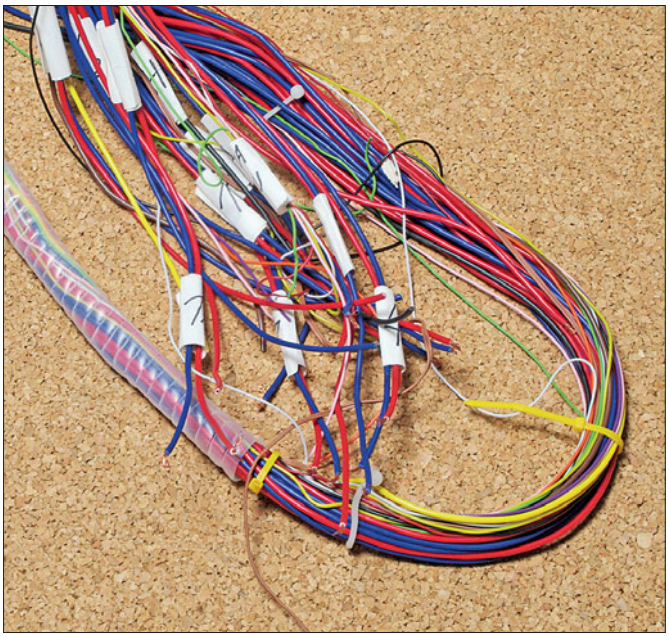
Zum Auffädeln der Kabelrollen wird die Arretierung der Achse nach vorne geklappt.

Hilfreicher Kabelabroller

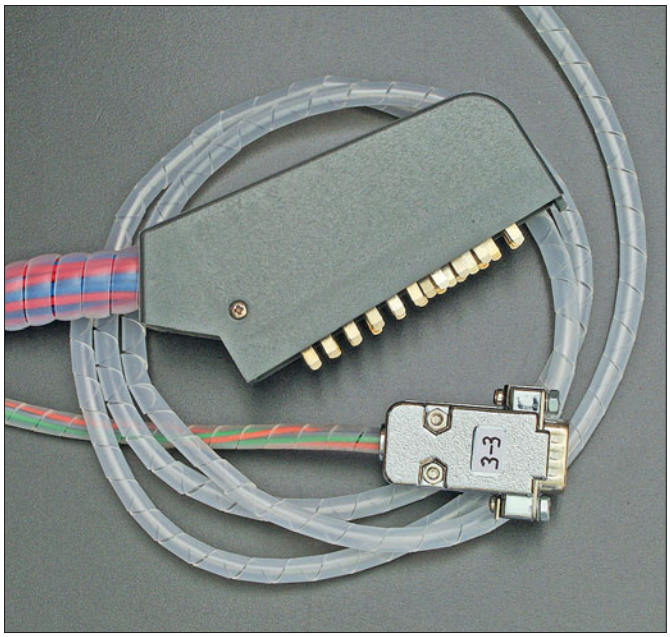
Stress und Ärger sind vorprogrammiert, wenn sich frei herumliegende Leitungen beim gleichzeitigen Verlegen durch das spiralförmige Abwickeln verheddern. Um dem Vorzubeugen, ist die Anschaffung eines Kabelabrollers schon beim Verdrahten einer mittelgroßen Anlage ein wirksames Hilfsmittel, das den Modellbahnetat nur geringfügig belastet und die Nerven schont. Der im Bild gezeigte Kabelabroller von Conrad hat eine Achsenlänge von 520 mm, der Achsendurchmesser beträgt 12 mm. Verwendbar sind Kabeltrommeln mit einem maximalen Durchmesser von 254 mm. Zum Auffädeln der Spulen ist die mit Federkraft angedrückte Arretierung der Achse einfach nach vorne zu klappen. Für das reibungslose Abwickeln kleinerer Spulen können zusätzliche Trennscheiben zwischen den Kabeltrommeln auf die Achse gesteckt werden.

Markierung und Spiralschlauch

Für die zwischenzeitliche Kennzeichnung der Kabel bis zum Anschließen genügen normale Etiketten, die mit Klebeband gesichert werden sollten, da sie beim mehrmaligen Bewegen der Kabelbäume abfallen können. Für weitere Ordnung im Kabelgewirr sorgen Spiralschläuche, die in unterschiedlichen Durchmessern erhältlich sind. Ein Innendurchmesser von 4 mm reicht für eine Bündelung von 4 bis 50 mm aus.



Ein Bündel von Drähten wartet auf den Anschluss, beschriftete Etiketten sollten zusätzlich mit Klebeband gesichert werden.



Mit Spiralschlauch versehene Anschlussleitungen bieten einen gewissen Schutz vor Kabelbruch und sorgen für übersichtliche Verhältnisse.