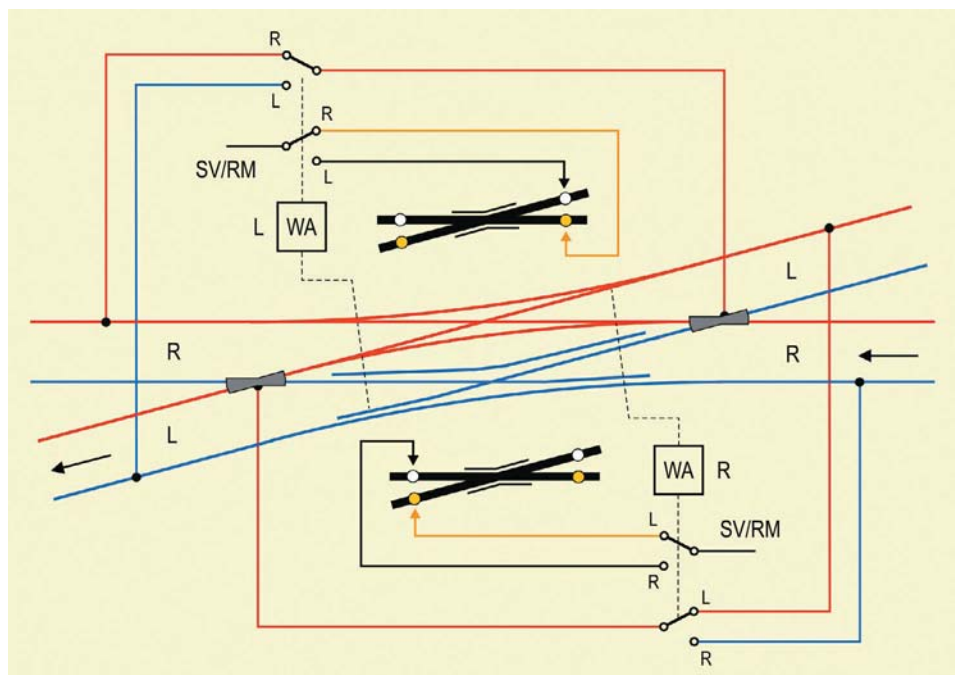
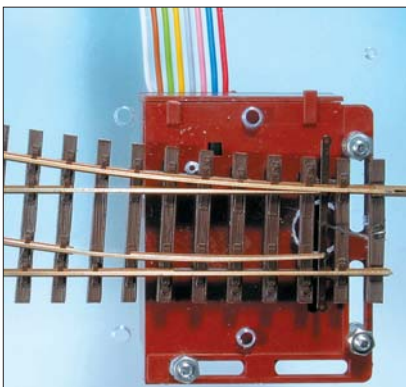
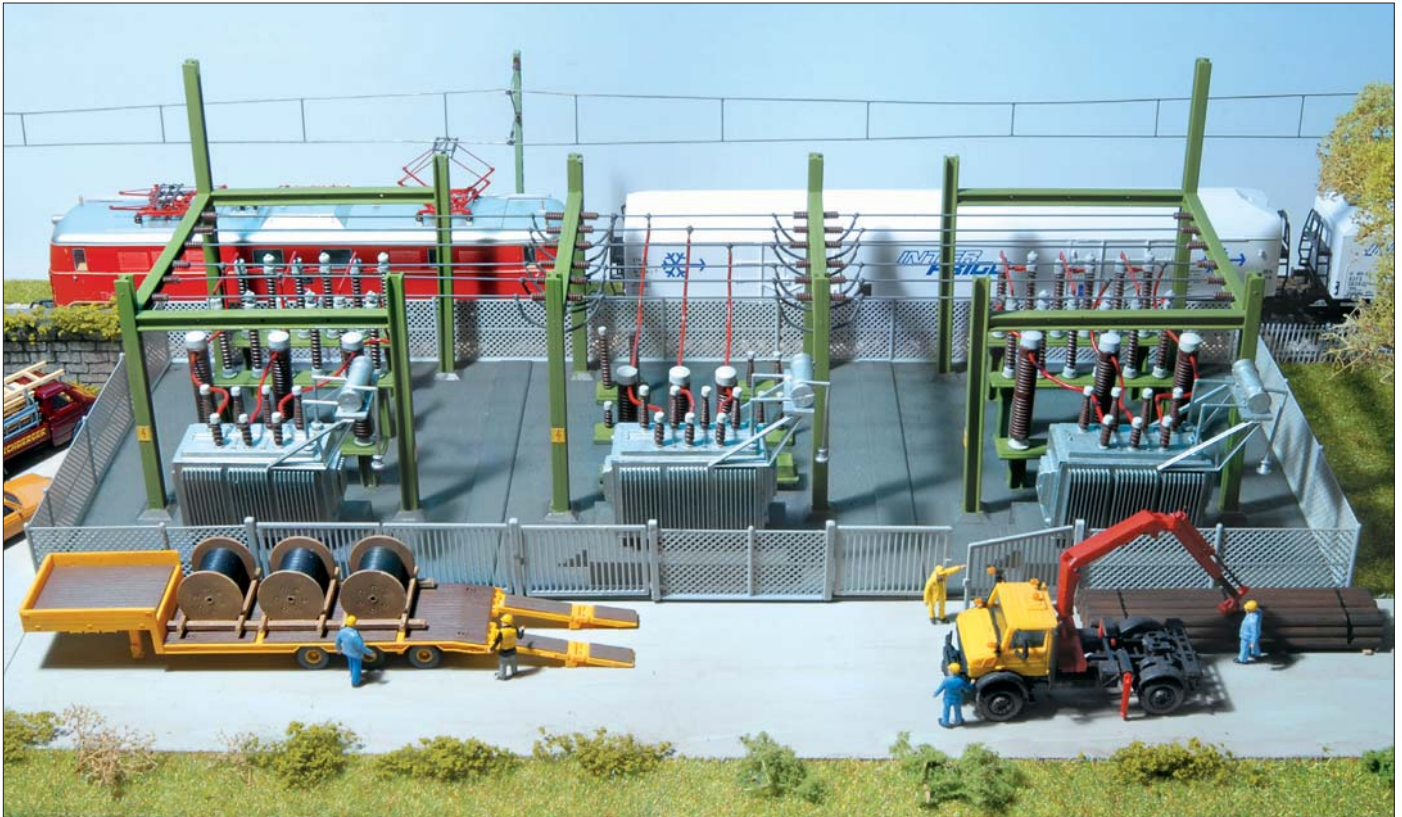


ELEKTRIK FÜR MODELLBAHNER

Grundlagen und Praxis, Werkzeuge und Materialien



Deutschland € 10,-
Österreich € 11,50 · Schweiz sFr 19,80
Be/Lux € 11,60 · Niederlande € 12,75
Italien, Frankreich, Spanien,
Portugal (cont), Finnland € 12,40

MIBA-Modellbahn-Praxis 2/2007
Best.-Nr. 150 87435
ISBN 978-3-89610-244-7



Modellbahn unter Spannung



Während bei den Modellfahrzeugen meist jedes epochentypische Detail korrekt vorhanden ist, bestehen beim Nachbau von Oberleitungen auf Modellbahn-Anlagen große Unsicherheiten, vor allem was die korrekte Funktion und Platzierung der oft filigranen Bauteile anbelangt. Diese Lücke schließt der neue MIBA-Report-Band. Er erläutert zunächst die unterschiedlichen Vorbildbauarten in allen Einzelheiten: Von der Regelfahrleitung 1928 aus der Vorkriegszeit über die Re 160 der Bundesbahn bis hin zu den Varianten Re 250 und Re 330 für Schnellfahrstrecken. Sodann wird Schritt für Schritt gezeigt, wie eine korrekte Fahrleitungsanlage im Modell entsteht. Hierbei gibt es nicht nur wertvolle Tipps und Tricks für die Montage der Großserien-Oberleitungen von Sommerfeldt, Viessmann und Märklin. Eine ausführliche Marktübersicht lässt auch die Kleinserienhersteller nicht unberücksichtigt. Ein längst überfälliger Praxisratgeber für alle Vorbildorientierten Modelleisenbahner!

100 Seiten im DIN-A4-Format, Klebebindung,
mehr als 230 Fotos und Zeichnungen

Best.-Nr. 150 87243 • € 15,-

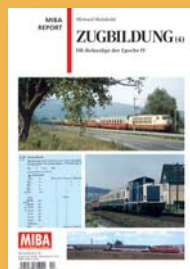
Weitere Bände in dieser Reihe



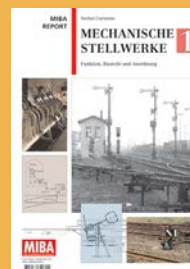
Michael Meinhold
Zugbildung 1
Best.-Nr. 150 87224 • € 15,-



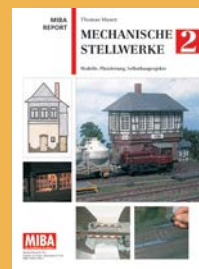
Michael Meinhold
Zugbildung 3
Best.-Nr. 150 87237 • € 15,-



Michael Meinhold
Zugbildung 4
Best.-Nr. 150 87239 • € 15,-



Stefan Carstens
Mechanische Stellwerke 1
Best.-Nr. 150 87233 • € 15,-



Thomas Mauer
Mechanische Stellwerke 2
Best.-Nr. 150 87234 • € 15,-



Peter Driesch
Dienstfahrzeuge 2
Best.-Nr. 150 87236 • € 15,-



Stefan Carstens
Signale 1
Best.-Nr. 150 87240 • € 18,-



Stefan Carstens
Signale 2
Best.-Nr. 150 87241 • € 18,-



Stefan Carstens
Signale 3
Best.-Nr. 150 87242 • € 18,-

Der Aufbau einer Modellbahnanlage ist in etwa vergleichbar mit dem Bau eines Eigenheimes. Man sollte, so behaupten Leute mit entsprechender Erfahrung, dreimal bauen, um all jene Fehler zu unterlassen, die bei den vorhergehenden Projekten gemacht wurden. Wer schon jemals eine Anlage gebaut hat, wird dieses Faktum kennen. Die Funktion des Architekten oder Baumeisters beim Planen und Bauen der Anlage hat in den meisten Fällen der Bauherr, also wir selbst. Wenn die Erfahrung

Das dritte Standbein

in Teilbereichen fehlt, so braucht man spezielle Berater. Da man nicht alles wissen kann, übernimmt die praxisbezogene Modellbahnliteratur diese eminent wichtige Rolle.

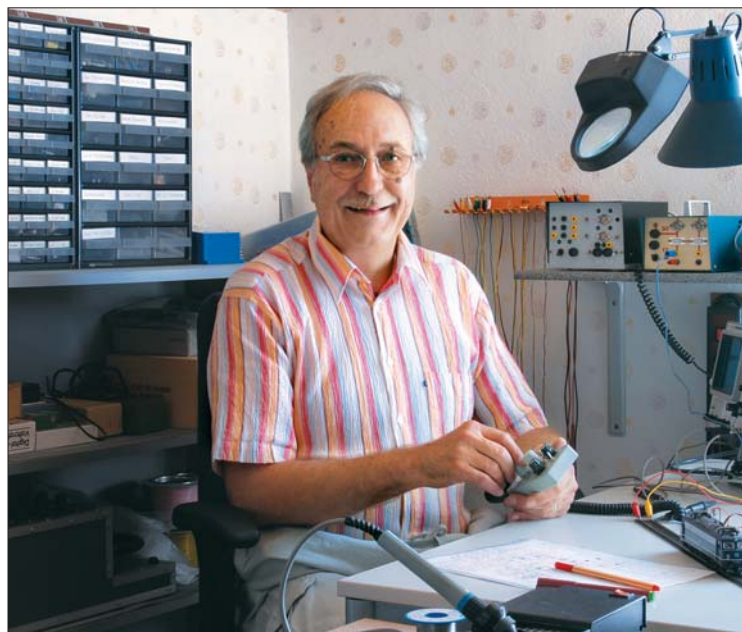
Nach den Grundsatzentscheidungen wie Spurweite und Betriebssystem beginnt die schönste Phase, das Planen. Nach einem Reifeprozess steht das Thema fest und das Eintreffen der ersten Rahmenteile im Eisenbahnzimmer verleiht der Fantasie Flügel. Die Art und Weise der Elektrifizierung ist gedanklich nur ansatzweise vorhanden. Spätestens beim Verlegen des ersten Meter Gleises sind für einen zukünftigen zufriedenstellenden Betrieb elektrische Vorkehrungen zu treffen, ganz gleich ob man sich für den Analog- oder Digitalbetrieb entscheidet. Dies betrifft vor allem Gleis- und Weichenanschlüsse sowie Isolierschienenverbinder. Der Übersichtlichkeit wegen soll

man die Drähte nicht wahllos herunterhängen lassen, sondern die Anschlüsse auf Lötösenleisten oder anderen Verbindungselementen fixieren und dem Anschluss eine Buchstabenkennung mit Nummer zuteilen. So kann man Draht sparen und eine Minimierung von Fehlerquellen bei der späteren Verkabelung erreichen. Isolierverbinder werden auch für Besetzmeldungen gebraucht. Besser einer zu viel – er kann ja überbrückt werden – als einer zu wenig. Nachträglich die Schienen zu trennen birgt gewisse Gefahren. Beim Trennen des Schienenprofils können feine Späne eine Überbrückung verursachen und die Fehlersuche zum Geduldsspiel machen. Ganz wichtig sind auch den Verkehrsströmen angepasste Drahtquerschnitte.

Sorgfältige Planung und ein solider Anlagen-Unterbau sind der erste Garantieschein für einen optimalen Betrieb. Das zweite Kriterium ist die perfekte Gleisverlegung, die Betonung liegt tatsächlich auf perfekt. Das dritte Standbein für einen reibungslosen Betrieb ist die Elektrik. Sie verdient besondere Aufmerksamkeit und wird allzu häufig unterschätzt. Eine Kette ist nur so gut wie ihr schwächstes Glied. Schwachstellen bei einem der drei Glieder lassen die Freude an der eigenen Modellbahn rasch verblassen. Ein missratener Gipserberg kann wieder abgetragen werden und hat auf den Betrieb keinen Einfluss. Bei einer zu schwach dimensionierten Stromversorgung jedoch sind die Auswirkungen deutlich spürbar.

Diese Broschüre soll als Ratgeber und Nachschlagewerk dienen, um Entscheidungen in Elektrifizierungsfragen zu erleichtern.

*Manfred Peter
Haslach, im Juli 2007*



Manfred Peter, Jahrgang 1948, Oberösterreicher aus dem Dreiländereck Deutschland, Österreich, Tschechien, ist seit knapp fünf Jahrzehnten praktizierender Modellbahner mit den Schwerpunkten Elektrik und Elektronik. Bereits im Pflichtschulalter vom elektrischen Schaltungs- und Steuervirus befallen, wurden ausrangierte Auto-Armaturenbretter und Telefonanlagen zu Steuereinheiten für die Modellbahn umfunktioniert. Als logische und konsequente Fortsetzung prägte die Elektrotechnik auch einen großen Teil seines Berufslebens. In den letzten Jahren erschienen in der MIBA zahlreiche Artikel – überwiegend technischen Inhalts, aber auch Beiträge mit Anlagenentwürfen für den Modellbahner.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek:
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.
ISBN 978-3-89610-244-7

© 2007 by Verlagsgruppe Bahn GmbH,
MIBA-Verlag, Nürnberg

Alle Rechte vorbehalten

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

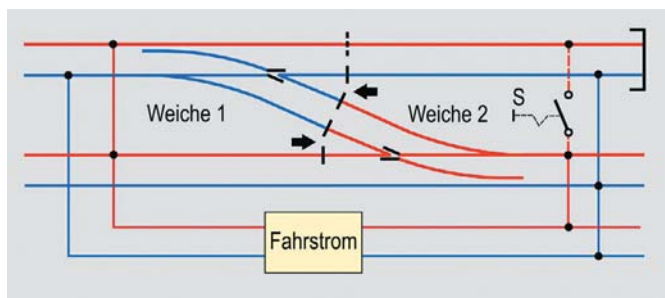
Der Einsatz der in dieser Publikation beschriebenen Werkzeuge und Materialien erfolgte nach bestem Wissen und Gewissen. Die geschilderten Vorgehensweisen und alle Ratschläge sind praxiserprobt. Dennoch ist eine Haftung der Autoren und des Verlages und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden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

Redaktion: Martin Knaden

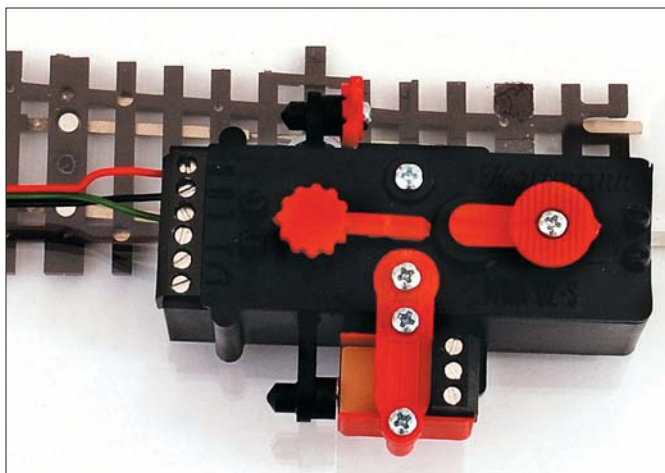
Layout und Satz: Ingrid Barsda

Litho: WaSo PrePrint Service GmbH, Düsseldorf

Druck: WAZ-Druck, Duisburg



22 Weichenelektrik: Umfassende Produktinformationen zu den unterschiedlichen Weichentypen ergänzt mit grafischen Darstellungen für häufig vorkommende Gleisbilder.



34 Unterflur-Weichenantriebe: Ansteuermöglichkeiten für motorische und elektromagnetische Antriebe, Produktvorstellungen inklusive technischer Daten und Tipps sowie die Stellvariante mit einem Servo im Analogbetrieb.



58 Klassische Gleisbildstellwerke: Produktinformationen, Materialien für Frontplatten, Methoden zur Beschriftung sowie diverse Stellwerkstypen.

64 Fahren und schalten: Bedienelemente und Steuermöglichkeiten im Analogbetrieb, Fahrwegschaltungen, Signalsteuerung, Zugererkennung mit SRK und Infrarot sowie Zugüberwachung mit Besetzmeldung und Rückmeldung für endabgeschaltete Weichen.



Ein Wort zuvor

Das dritte Standbein **3**

Elektrowerkstatt

Nützliche Werkzeuge **6**

Löten, Zubehör, Löten am Gleis

Lötgeräte, Tipps zum Anlöten von Anschlussleitungen **8**

Grundlagen der Elektrotechnik

Strom, Spannung, Widerstand
Schaltzeichen **12**

Kabel, Leitungen und Zubehör

Befestigung, Verlegung, Querschnitte **18**

Weichenelektrik

All-Strom-Weichen (ASW)
Richtungs-Strom-Weichen (RSW) **22**

Weichenantriebe

Motorische Weichenantriebe, Servoantrieb
Elektromagnetische Unterflur-Weichenantriebe **34**

Wissenswertes über Relais

Grundlagen, Produkte, Ansteuerung **41**

Vielfalt beim Schalten

Fachbegriffe, Typen, Produkte
Elektronische Bauteile **44**

Stromversorgung

Stromkreisaufteilung, Spannungsstabilisierung **48**

Steckverbindungen

DIN, SUB-D, Reihenklemme, Lötnägel **52**

Klassische Gleisbild-Stellwerke

Materialien, Methoden, Beispiele **58**

Fahren und schalten

Bedien- und Steuermöglichkeiten
Weichen- und Fahrwegschaltungen
Beispiel Licht-Ausfahrtsignalsteuerung
Zugererkennung und Zugüberwachung
Rückmeldung für endabgeschaltete Weichen **64**

Messen, prüfen und testen

Analog- und Digitalinstrumente
Messmethoden und Messzubehör **78**

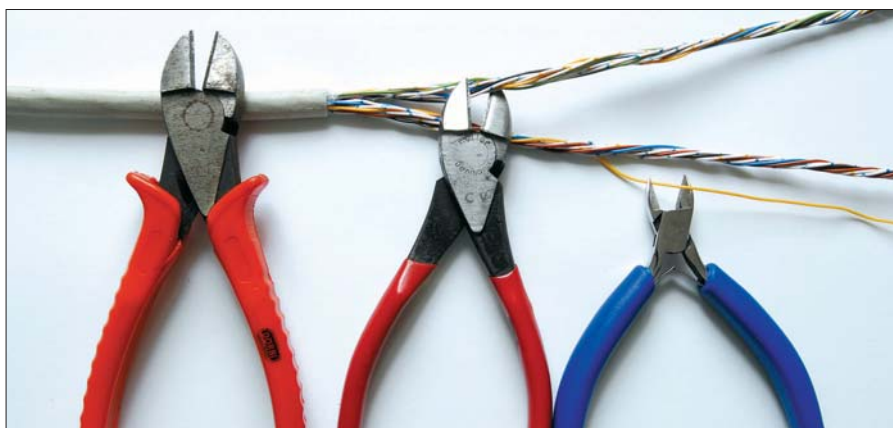
Hersteller, Lieferanten

82



Elektrowerkstatt

Die Anzahl der zur Grundausrüstung einer Modellbahn-Elektrowerkstätte benötigten Werkzeuge hält sich in Grenzen und somit auch die Anschaffungskosten. Sukzessive kann sich der angehende Anlagenelektriker das gewünschte Werkzeug je nach Bedarf beschaffen. Wichtige und empfehlenswerte Werkzeuge seien hier kurz erläutert. Noch ein persönlicher Tipp: Achten Sie auf Qualität beim Werkzeugkauf; es macht sich langfristig bezahlt.



Seitenschneider für unterschiedliche Drahtquerschnitte. Beim Kauf eines Seitenschneiders ist auch der maximal zulässige Drahtdurchmesser zu berücksichtigen. Für die Grundausrüstung reichen meist zwei Größen.

Beginnen wir mit einem Werkzeug, das in jedem Haushalt mehrfach in unterschiedlichen Größen und Varianten vorhanden ist.

Der Schraubendreher: Zur Grundausrüstung gehört die Ausführung für Schlitzschrauben. Klingenbreiten von 2, 3 und 4 mm reichen für den Anfang. Die 2-mm-Variante wird häufig für Schraubanschlüsse an industriellen Bausteinen benötigt. Kaum Bedarf besteht anfänglich an Kreuzschraubendrehern. Sie werden meist zum Öffnen von Gehäusen und Geräten verwendet. Zum Ablängen von Drähten und Kabeln dienen Seitenschneider. Beinahe verwirrend ist das Angebot an möglichen Ausführungen. Für unsere Aktivitäten reichen zwei Varianten:

Der Preis eines guten Schraubendrehers hängt nicht nur von der Legierung und der Klinge ab, sondern auch von der Materialbeschaffenheit des Griffes und seiner speziellen Formgebung. Daher mein Tipp: Machen Sie einen guten Griff – es lohnt sich!



Eine für Leiterquerschnitte bis $0,5 \text{ mm}^2$ und eine für dickere Leitungen bis etwa $1,5 \text{ mm}^2$ Leiterquerschnitt, die auch für Bauteile-Anschlussdrähte (zum Beispiel bei Dioden für 3 A) gebraucht wird. Häufig liest man das Wort „Wate“, es nimmt Bezug auf die Ausführung der Schneidspitze und bedeutet laienhaft gesagt „große Spitze auf kleine Spitze“. Für unsere Belange brauchen wir einen planen Schnitt und somit auch keine Wate. Zum Ablängen gibt es auch sogenannte Vorne-Schneider. Zum Abisolieren von Leitungen verwenden wir eine Abisolierzange. Mehr darüber im Kapitel „Kabel, Leitungen und Zubehör“ (S. 18).

Zum Biegen von (Anschluss-)Drähten und beim rechtwinkligen Verlegen von Leitungen ist eine Flachzange hilfreich. Erwähnen möchte ich meine Lieblingszange (Bild Mitte) aus dem Dentalbedarf, die sich, ausgenommen zum Abisolieren, für alle erdenklichen Aufgaben eignet. Nicht gerade billig, aber – Qualität hat eben ihren Preis – seit über zwanzig Jahren (auch als stabiler Pinzettensatz) in Verwendung. Eine empfehlenswerte Anschaffung.

Zur Anlagenverdrahtung brauchen wir eine Bohrmaschine. Um flexibel zu sein, ist ein Akkugerät von Vorteil. Dazu ein kleines Sortiment an Holzbohrern. Zur Drahtdurchführung von den Schienen an die Speiseleitung reicht normalerweise ein 2-mm-Bohrer, für Drahtquerschnitte über $0,5 \text{ mm}^2$ ein 2,5- bzw. 3-mm-Bohrer. Zur Information: Ein Drahtquerschnitt von $0,5 \text{ mm}^2$ hat inklusive Isolierung einen Durchmesser von etwa 1,8 bis 2 mm. Werden mehrere Leitungen durch Trassenstützen oder Ähnliches geführt, reicht häufig ein 5- oder 8-mm-Bohrer. Damit die Leitungen durch Holzspäne und kantige Ecken nicht beschädigt werden, sollten die Bohröffnungen mit einer passenden Rundfeile gesäubert werden.

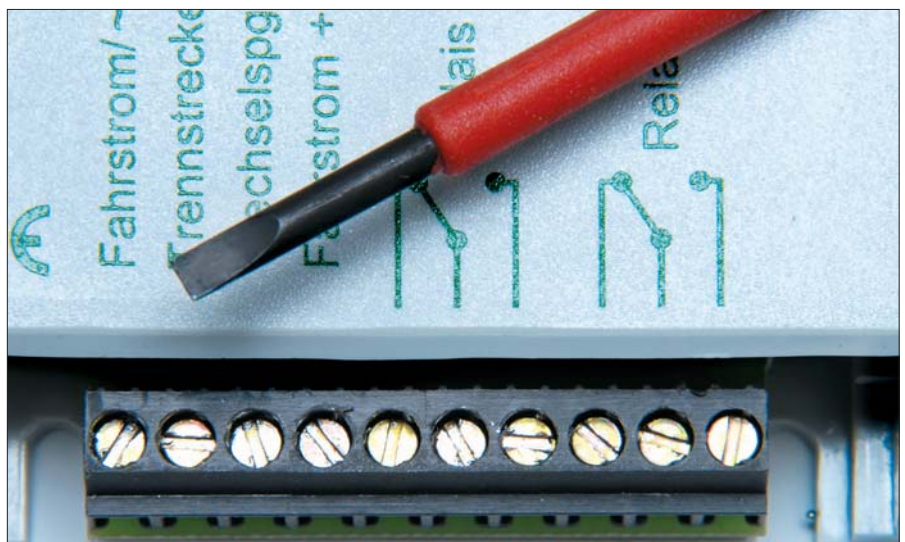
Klebstoffe gehören zwar nicht zu den Werkzeugen, doch erwähnen möchte ich sie, wenn es beispielsweise um die Befestigung von Drahtalterungen geht. Dazu eignet sich auch eine Heißklebepistole. Mit ihr lassen sich Drahtquerschnitte von $0,5 \text{ mm}^2$ und größer relativ leicht fixieren. Zuerst ein Aufstrich für die Drahtalterung, dann die Drähte hineindrücken und abschließend noch eine dünne Deckschicht darüber. Wir bleiben im Hochtemperaturbereich, denn im nächsten Kapitel geht es ums Lötten.



Stilleben beim Verdrahten an der Unterseite einer Bahnhofsplatte. Die Heißklebepistole hilft beim Fixieren größerer Leiterquerschnitte. Ein ausgedienter Blumentopf-Untersetzer aus Ton ist ein idealer Schutz für hitzeempfindliche Materialien in nächster Umgebung, aber auch für das herausquellende heiße Silikon. Die Rundfeile dient zum Entfernen von Holzspänen bei Bohrlöchern, um Schäden an Leitungen zu vermeiden.



Eine Spezialzange aus dem Dentalbedarf für feine und diffizile Tätigkeiten nicht nur im Elektro- und Elektronikbereich, sondern auch bestens geeignet für den Einsatz an Fahrzeugen.



Häufig weisen elektrische Komponenten Schraubanschlüsse auf, die Schraubendreher mit einer Klingbreite von 2 mm erfordern.



Ein LötKolben erlaubt freizügiges Arbeiten auch an weniger zugänglichen und abstellfeindlichen Stellen. Das Bild zeigt eine Ausführung mit einstellbarer Temperatur.

Löten, Zubehör, Löten am Gleis

Beim Verdrahten einer umfangreicheren Modellbahnanlage ist meistens auch Löten angesagt. Und sei es zum Verzinnen von Litzendrähten für Klemm- und Schraubverbindungen oder das Verlöten von Mehrfachsteckverbindern.

Prinzipiell gibt es zwei Arten von Lötvorgängen. Das eine ist das Hartlöten. In unserem Fall spricht man von Weichlöten, das im Bereich von 250° C bis etwa 400° C erfolgt. Bei der An-

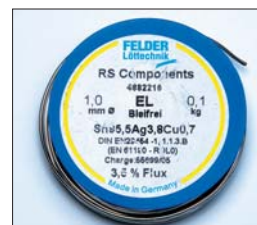
schaffung eines Lötgerätes für den Modellbahnbereich haben wir drei Gerätetypen zur Auswahl, wovon aber nur zwei in die engere Wahl kommen. Variante eins ist ein normaler LötKolben für 230 V Netzspannung. Er ist meist preisgünstig und leicht handhabbar. Man achte auf eine auswechselbare Spitze. Viele LötKolben haben jedoch keine Temperatureinstellmöglichkeit, was ein echtes Manko darstellt. Geräte mit einstellbarer Temperatur sind nur geringfügig teurer. Variante zwei ist eine Lötstation mit einstellbarer Temperatur und austauschbarer Lötspitze. Wichtig für Elektronikbastler und ein Vorteil für elektrisch empfindliche Bauteile – der Betrieb erfolgt mit Nieder-

spannung. Der Preis einer qualitativ hochwertigen Lötstation ist natürlich um einiges höher als ein 230-V-Kolben. Die dritte Variante, die Lötpistole, ist für unseren Gebrauch weniger zu empfehlen. Zwei markante Nachteile: Die Spitzen sind nicht wechselbar und durch den eingebauten Transformator sind sie relativ schwer.

Was hat es eigentlich mit den austauschbaren Spitzen auf sich? Der Grund ist die Wärmeübertragung, denn die zu verlötenden Teile sollen um einiges wärmer sein als der Schmelzpunkt des Lotes, um ein einwandfreies Ergebnis zu erzielen. Auch die Wärmeleitfähigkeit der Lötstelle spielt eine große Rolle. Beispielsweise beim Anlö-



Analoge Lötstation mit elektronischer Temperaturregelung, Ablageständer, Schwammbehälter und auswechselbarer Lötspitze.



Zwei unterschiedliche 1-mm-Lote mit dem gleichen Flussmittelanteil. Das bleifreie Lot oben erfordert eine höhere Löttemperatur im Gegensatz zum bleihaltigen Lot unten.





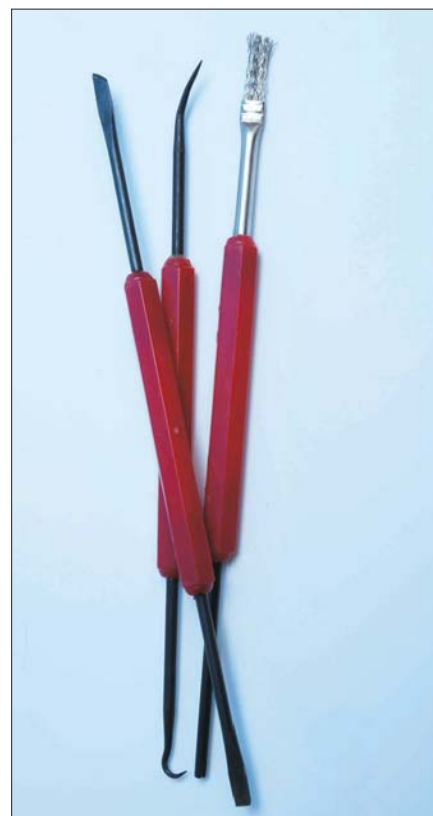
Zwei einfache Möglichkeiten zum Entlöten (Lötstellen vom Lötzinn befreien). Links: Die Entlötlitze mit hohem Saugvermögen. Es gibt sie in unterschiedlichen Breiten. Rechts: der Lötzinn-Absauger. In der Grundstellung oben ist die Feder gespannt, nach Betätigung des Druckknopfes wird das Lötzinn abgesaugt. Der vordere Teil kann zur Reinigung abgeschraubt werden und ist auch als Ersatzteil erhältlich.

ten eines Drahtes an das Schienenprofil, das die Wärme rasch ableitet. Um zu einem guten Ergebnis zu kommen, sollte in diesem Fall eine größere Lötspitze verwendet werden. In Summe einfach ausgedrückt: Für kleine Lötstellen die feine Spitze und für solche, die viel Wärme ableiten, die größere bzw. dickere Lötspitze.

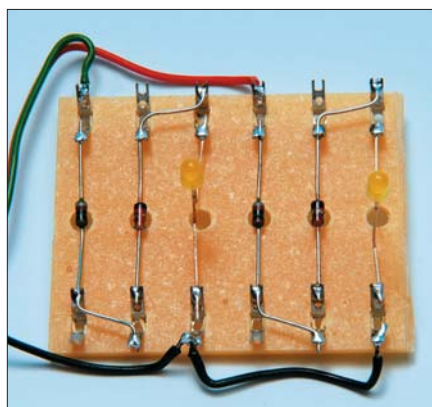
Beim Lötvorgang wird die Lötstelle mit dem Kolben erwärmt, bis die Schmelztemperatur des Lotes um einiges überschritten ist. Nun wird das Lot auf die heiße Lötstelle gebracht (und nicht auf die Lötspitze), dort soll es schmelzen und das im Lot integrierte Flussmittel die Lötstelle ausreichend

benetzen. Betreffend Löttemperatur: Wenn Sie Drähte von etwa $0,2 \text{ mm}^2$ an eine Lötösenleiste anlöten, so reicht eine Einstellung zwischen 300 und 320° C . Beim Anlöten einer Leitung an ein Schienenprofil sind mindestens 400° C empfehlenswert. Beim Löten mit bleifreiem Lötzinn sind generell höhere Temperaturen erforderlich. Benutzen Sie sogenanntes Elektroniklot mit integriertem Flussmittel und einem Durchmesser von 1 mm . Halten Sie die LötKolbenspitze sauber, sie soll stets blank sein und das Lötzinn gut annehmen. Eine gute Lötstelle ist glänzend. Wenn sie verdächtig matt aussieht, handelt es sich um eine „kalte“ Lötstel-

le und diese ist umgehend zu korrigieren. Zur Durchführung eines Entlötvorganges stehen uns Amateuren zwei Möglichkeiten zur Verfügung (professionelle Lötstationen gibt es mit Entlötpumpe.) Entweder die Entlötlitze, das ist ein Geflecht aus Kupferdrähten, oder ein Lötzinn-Absauger auf Vakuumbasis.



Dieses dreiteilige Lötbesteck ist hilfreich bei diversen Reparaturarbeiten an Platinen, Lötösenleisten und dergleichen.



Oben: Versuchsanordnung auf einer zweireihigen Lötösenleiste. Verlötet mit feiner Spitze.

Links: Lötack ist nicht nur bei geätzten Platinen empfehlenswert, sondern auch bei individuell verdrahteten, beispielsweise einer Diodenmatrix auf einer Lochrasterplatine.



Links: Ohne Heraustrennen des Steges kann es beim Lötten am Schienenprofil, z. B. beim Fleischmann-Modellgleis, zu Deformationen kommen.

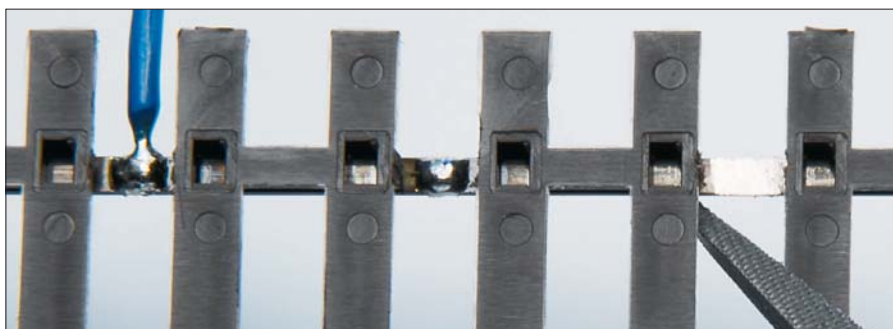
Unten: Mögliche Lötverbindungen zum Fleischmann-Modellgleis. Im Bild links Anschluss seitlich am Schienenprofil, rechts Lötstelle am Schienenverbinder.



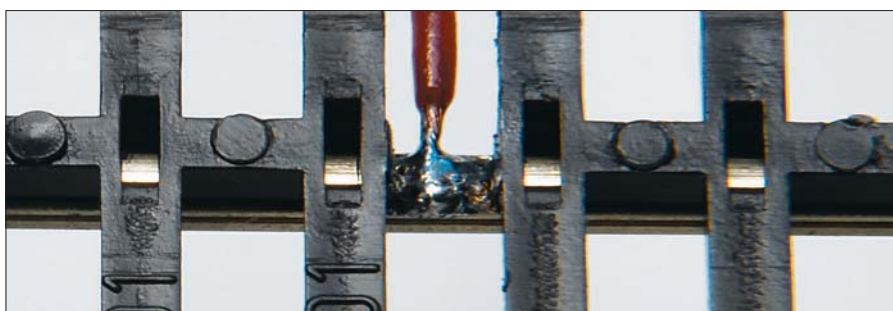
Angelötetes Kabel an der Profilunterseite am RocoLine-Gleis



Verzinnnte Lötstelle unten am Roco-N-Gleis und angelötetes Kabel oben



Auch bei diesem Gleistyp sind die Lötanschlüsse an der Profilunterseite zu empfehlen. Das Tillig-Elite-Gleis mit entfernter Schwarzvernickelung und angelöteter Drahtverbindung.

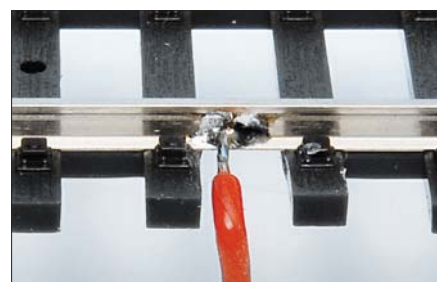


Tipps zum Anlöten von Anschlussleitungen an Schienenprofilen

Diese Tipps sind für jene Modellbahner, die gerne löten und keine firmeneigenen Anschlussmöglichkeiten verwenden wollen. Ein wichtiges Kriterium bildet der Schwellenrost. Liegen die Verbindungsstege zwischen den Schwellen direkt am Profil an, wie beim Piko-A-Gleis oder beim Fleischmann-Modellgleis, so ist höchste Vorsicht geboten. Trennen Sie den Steg heraus und löten das Anschlusskabel am Schienenprofil fest, damit die Wärmeentwicklung beim Lötten keine Deformationen am Gleis verursachen kann. Bevor Sie die Lötverbindung herstellen, ist das Drahtende zu verzinnen, das Profil an der vorgesehenen Stelle mit einer Messingbürste oder kleinen Feile zu reinigen, leicht aufzurauen und ebenfalls zu verzinnen, dann lässt sich das Kabel leichter am Profil verlöten.

Besteht zwischen Schienenprofil und Verbindungssteg ein Zwischenraum, wie zum Beispiel beim RocoLine-Gleis ohne Bettung, ist die Gefahr einer Deformation geringer. Es ist jedoch ratsam, dieser vorzubeugen und wie oben beschrieben zu verfahren.

Am Tillig-Elite-Gleis ist die Schwarzvernickelung an der vorgesehenen Lötstelle komplett zu entfernen, um ein optimales Löt-Ergebnis zu erzielen. Nicht vergessen, die Löttemperatur entsprechend einzustellen (für H0 etwa 420° C, bei N- und TT-Gleisen ca. 350°) und den Lötvorgang so kurz wie nötig durchzuführen.



Oben: Beim Piko-A-Gleis liegen die Verbindungsstege am Profil an. Vor dem Anlöten ist der Steg herauszutrennen.

Links: Lötverbindung zum Tillig-TT-Gleis nach Heraustrennen des Steges