33
MIBA SPEZIAL

MIBA SPEZIAL 33

MIBA-Spezial 33
J 10525 F August '97
Internet: http://www.miba.de
DM/sFr 19,80 · S 150,- · Lit 24 000

Modellbahn auf Draht

S. 96
Video-Lok
– als H0-Lokführer über die Anlage

Elektrik und Elektronik

Hallo, wer da?

Schalten und Steuern

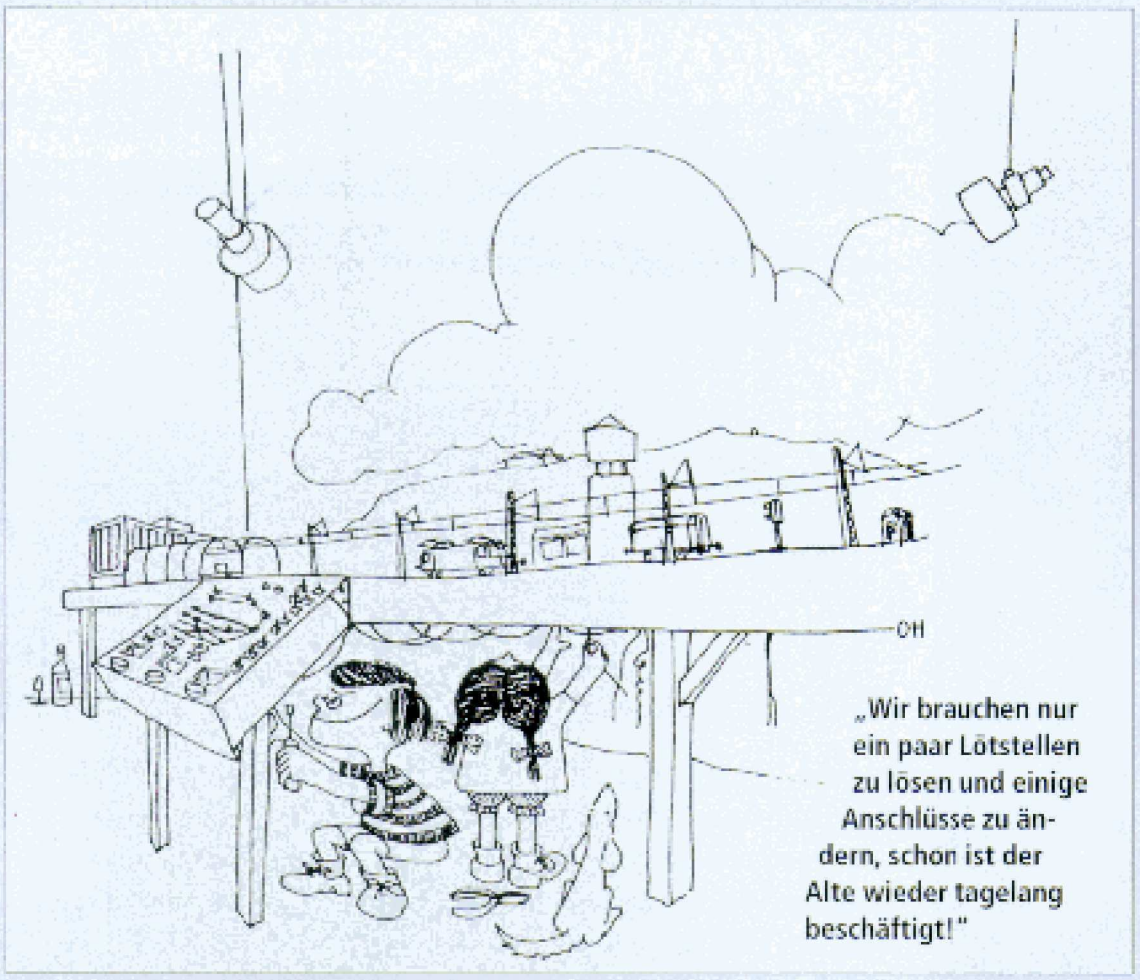
4 Programme für den PC

Platinen und Decoder

Bits in die Loks!

F-Tasten nutzen an Märklins Control Unit:
Seite 58

4 394038 319804 33



„Wir brauchen nur ein paar Lötstellen zu lösen und einige Anschlüsse zu ändern, schon ist der Alte wieder tagelang beschäftigt!"

Alles, Watt ihr Volt!

Bei uns kommt der Strom aus der Steckdose." Bei uns auch, aber was passiert dann mit ihm? Oder gehören Sie zu den Leuten, die lieber ein Getriebe bauen oder einen Bausatz montieren, statt sich in elektronische Schaltungen zu vertiefen? Auch wenn die Antwort „Ja" lauten sollte, bietet dieses Spezial trotzdem etwas für Sie. Denn schließlich fährt unsere „elektrische Eisenbahn" nun mal mit Strom, jener Kraft, die eben nicht nur aus der Steckdose kommt und fertig. Sie will nutzbringend eingesetzt und sinnvoll angewandt sein. Was dabei als sinnvoll zu gelten hat, muß jeder für sich entscheiden.

Der eine – nennen wir ihn mal den „Puristen" – führt vom Trafo zwei Drähte zum Gleis, das selbstverständlich nur von A nach B und zurück verläuft, und das war's dann. Weichen werden von Hand gestellt, denn das war auf der Kleinkleckersdorfer Kreisbahn auch beim Vorbild so. Jede Wette, daß in der Lok nur zwei Drähte von den Stromabnehmern zum Motor führen. Birnchen in der Lok sind Kinderkram; die Züge fahren bei uns nur tagsüber und emaillierte Reflektoren in den Loklaternen werden sowieso am besten mit weißer Farbe dargestellt.

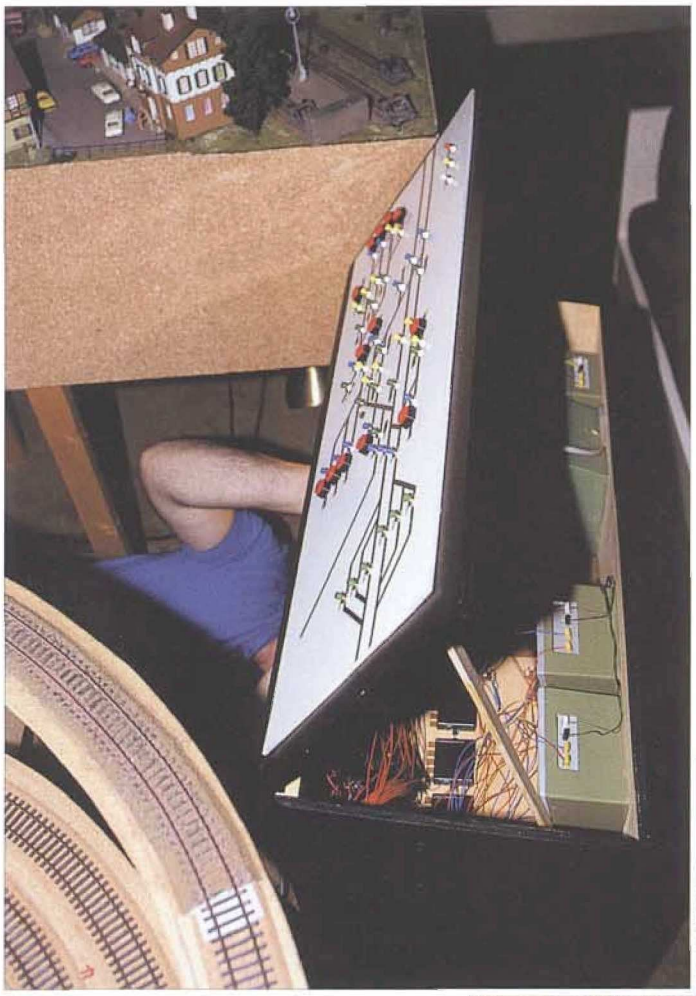
Ein anderer – nennen wir ihn „Freak", denn in der Welt der Hightech sind Anglizismen unvermeidlich – steuert seine Bahn mit dem Computer. Nach wochenlangem Programmieren ist eine Lok bereits in der Lage – zwar mit schnarrendem Getriebe, dafür aber PC-überwacht –, einen Kreisbogen zu durcheilen, der überhaupt nichts mit einer real existierenden Vorbildsituation zu tun hat, aber als ausführendes Organ der PC-Steuerbefehle vollauf genügt. Welch große Spannweite liegt zwischen diesen beiden Hobby-Kollegen! Ebenso groß sind die Möglichkeiten, verschiedene Wege für Elektronen zusammenzustellen.

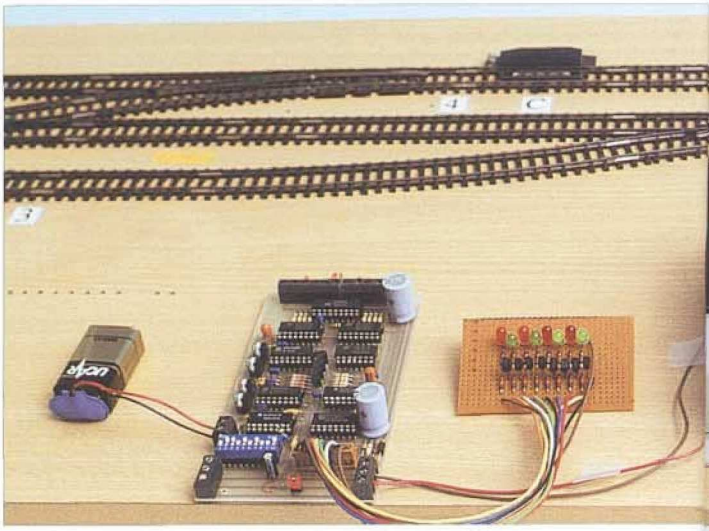
Was soll's. Möglicherweise sind die Differenzen zwischem dem Lager des Puristen und dem des Freaks doch nicht so unüberbrückbar. Der Purist möchte ja vielleicht einerseits seine Lokomotiven unabhängig voneinander steuern und endlich mal auf Isoliergleise und Z-Schaltungen verzichten können, während der Freak sich danach sehnt, Züge nicht nur perfekt, sondern auch sinnvoll zu steuern.

Bei der Zusammenstellung dieser Ausgabe haben wir uns – wie stets – bemüht, für jeden etwas zu bieten. Der Digital-Einsteiger findet ebenso etwas Passendes wie der Elektronik-Profi, der weiß, daß z.B. ein „Multivibrator" nicht unbedingt aus Flensburg versendet wird. Es muß aber nicht immer Elektronik sein. Auch die Elektrik darf kein Drahtverhau sein, sondern muß sachgerecht verlegt werden (s. S. 12ff), will man sich nicht von der eigenen Brut mit diabolischem Grinsen so hinterhältig foppen lassen, wie Oswald Huber dies in seiner Karikatur wieder mal so treffend zeichnete. Übertragen auf die heutige Zeit müßte übrigens der Text lauten: „Wir brauchen nur ein paar Decoder umzuprogrammieren, schon ..." Sollten Sie Kinder haben: Lassen Sie jede Hoffnung fahren, die lieben Kleinen würden mit der Technik nicht zurechtkommen.

Martin Knaden

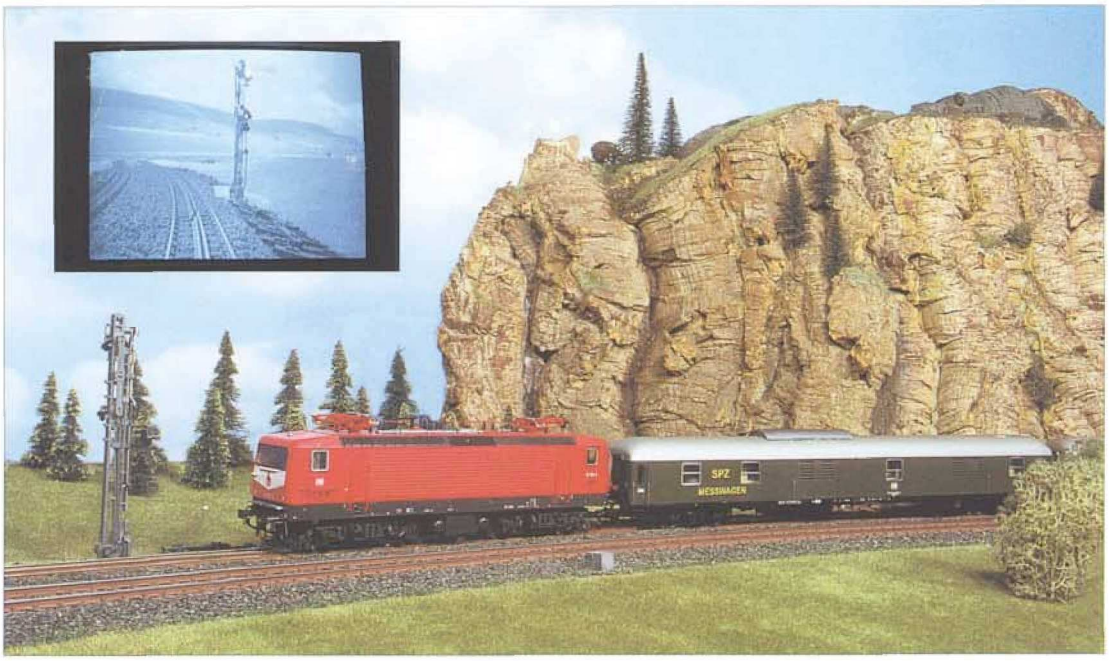
Ein Objekt vom anderen Stern scheint unseren Preiserlein da auf die Strecke gefallen zu sein. Rolf Knipper ließ anläßlich seines zusammen mit Franz Keck verfaßten Beitrags über Modellbahnverdrahtung den Hilfszug auffahren. Die Platine von Jochen Baumgärtner *(kleines Foto: MK)* ermöglicht Anwendern des Märklin-Digital-Systems eine zusätzliche Nutzung der F-Tasten an der Control Unit.





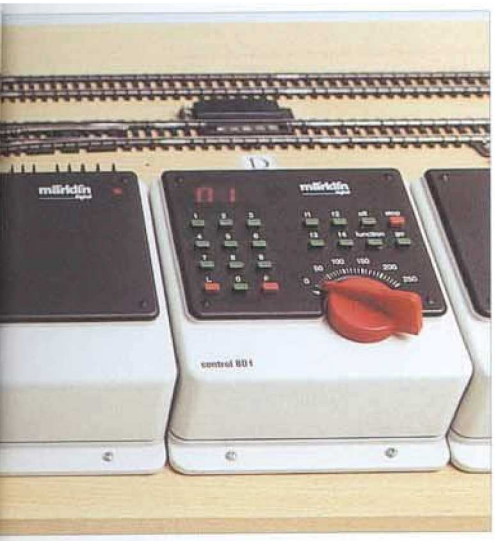
F – wie „funktioniert". Die Funktionstasten an Märklins Digital-Fahrpult erweckt Jochen Baumgärtner zu neuem Leben. Seine selbstgebaute Decoderplatine ist in der Lage, auch ohne teures Keybord und Weichendecoder bis zu 16 Weichen (pro Decoder) digital zu stellen. Die für jedermann nachvollziehbare Bauanleitung beginnt auf Seite 58. *Foto: MK*

Es gibt viel zu tun. Die weitgereiste und vielbewunderte Ausstellungsanlage „Gremberg" der Burscheider Eisenbahnfreunde erhielt eine neue Elektrik. Natürlich wurde diese Gelegenheit genutzt, um alles von Grund auf neu aufzubauen. Die Mitglieder tauchten also in die Unterwelt von „Gremberg". Rolf Knipper und Franz Keck berichten von ihren Erfahrungen ab Seite 12. *Foto: Rolf Knipper*



Bits in die Loks! Keine Angst vor vielen bunten Kabeln. Wir vermitteln die Grundkenntnisse beim Einbau von Digitaldecodern für Gleich- und Wechselstrom-Systeme und bieten viele Tips für die Praxis. Ab Seite 26 *Foto: MK*

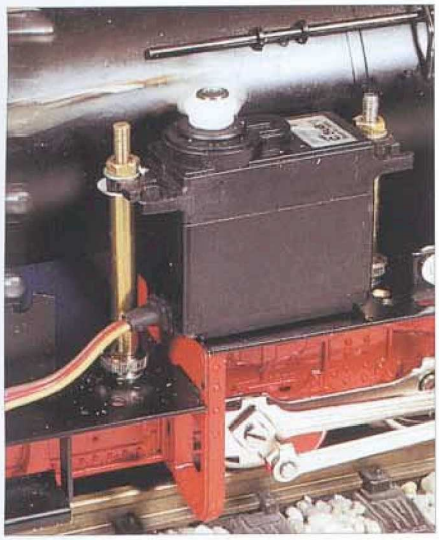
Ich glotz TV. Wilhelm Genz wollte seine Modellbahn aus der Sicht eines H0-Lokführers genießen und baute in eine Roco-112 eine Video-Kamera ein. Sein Umbaubericht ab Seite 96. *Fotos: MK*



MIBA SPEZIAL

INHALT MIBA-SPEZIAL 33:

Live steam auf Draht. Wenn eine Live-steam-Gartenbahnlok ebenso wie die anderen elektrischen Maschinen reagieren soll, muß man sich etwas einfallen lassen. Thomas und Hermann Riedel beschreiben Bau und Einbau ihres Spannungswandlers. Seite 92. *Foto: MK*



ZUR SACHE
Alles, Watt ihr Volt! 3

GRUNDLAGEN
Pladoyer für mittlere Lösungen 6
Ja, wie fahren sie denn? 32

WERKSTATT-PRAXIS
Es gibt viel zu tun ... 12
Warum nicht beides? 24
Bits in die Loks! 26

SELBSTBAU-PRAXIS
F – wie „funktioniert" 58
Universalgerät mit Tastenfeld 64
Hallo, wer da? 72
Rein in den Schuppen, raus aus dem Schuppen 78
Live steam auf Draht 92

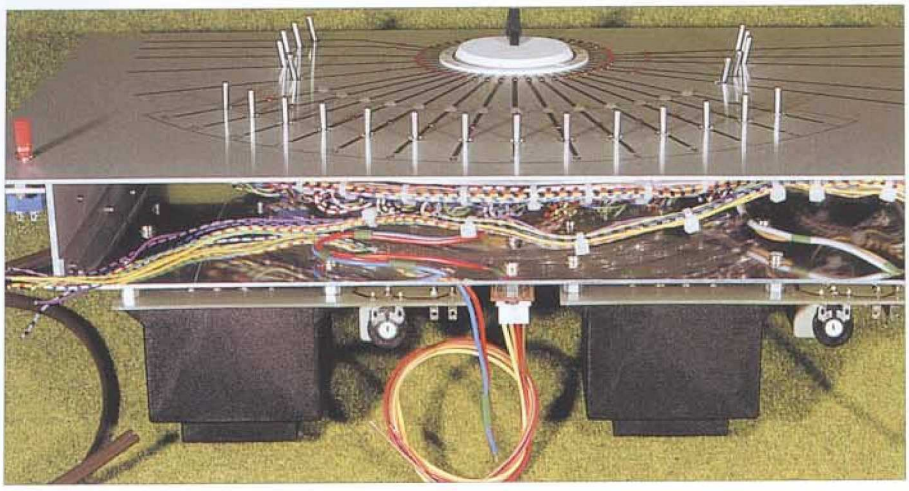
MIBA-TEST
Der neue Häuptling von Digitrax 34
Weiter zufrieden mit Digitrax 36

SOFTWARE
Zug um Zug 40
WinLok für Digitalisten 54

ANLAGENPLANUNG
Gleisplanung per Computer 47

MODELLBAHN-PRAXIS
Sensormodul im Märklin-Gleis 86
Mecatronik=Mechanik+Elektronik 89
Ich glotz TV ... 96

ZUM SCHLUSS
Vorschau/Impressum 106



Rein in den Schuppen, raus aus dem Schuppen. Die Modelleisenbahnfreunde Köln (MFK) – bekannt durch ihre mehrfach prämierten Ausstellungsanlagen – bauten für die stationäre Clubanlage ein Drehscheiben-Steuerpult vom Feinsten, welches auch noch die motorischen Schuppentor-Antriebe bedient. Wie man Feinmechanik und solide Elektrotechnik bestens miteinander verbindet, lesen Sie in der Baubeschreibung ab Seite 78. *Fotos: Lothar Doebel*

Ein Plädoyer für mittlere Lösungen

Steinzeit-Elektrik hier – Tendenz zum Hochkomplexen dort. Was gibt es zwischen konventionellen und digitalen Modellbahnsteuerungen? Bertold Langer meint „wenig" und zieht daraus konkrete Schlüsse: mehr Fahrkomfort für immer bessere Antriebe und Schluß mit dem Kabelsalat unter unseren Anlagen!

Seit gut 10 Jahren haben wir serienmäßige Digitalsteuerungen für die Modellbahn, und seit gut zehn Jahren gibt es deshalb den Gegensatz von *konventioneller* und *digitaler* Modellbahnsteuerung. Manche benutzen auch das Begriffspaar „analog"/„digital", was jedoch die Sache weniger gut trifft, denn auch innerhalb der konventionellen Steuerungen findet man digitale Geräte, und sei es nur das gute alte elektromechanische Relais, das allein die Zustände „aus" und „an" kennt.

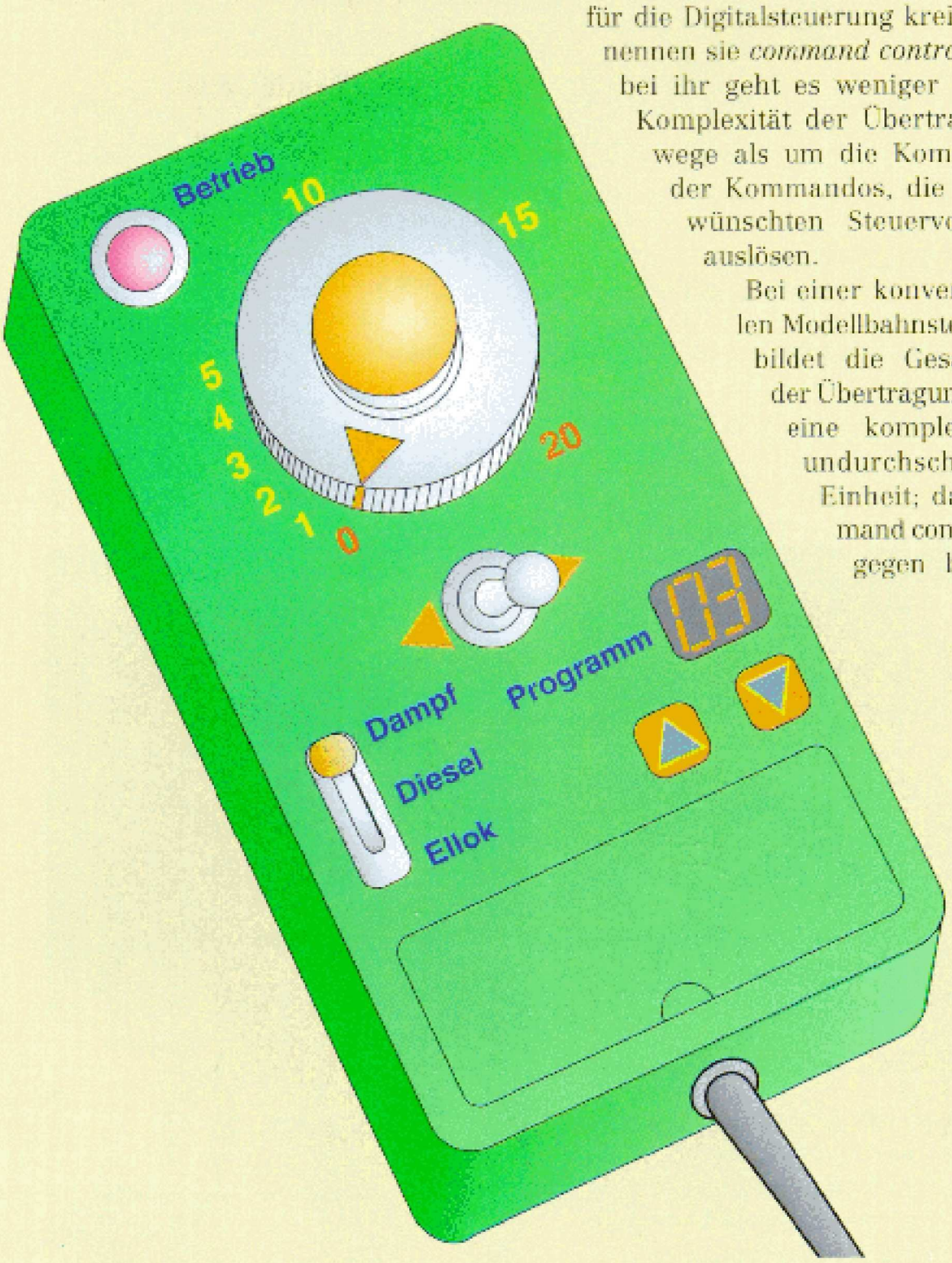
Die amerikanischen Hobby-Kollegen haben eine zutreffende Bezeichnung für die Digitalsteuerung kreiert: Sie nennen sie *command control*, denn bei ihr geht es weniger um die Komplexität der Übertragungswege als um die Komplexität der Kommandos, die die gewünschten Steuervorgänge auslösen.

Bei einer konventionellen Modellbahnsteuerung bildet die Gesamtheit der Übertragungswege eine komplexe bis undurchschaubare Einheit; das command control hingegen benötigt nur einen Übermittlungskanal, und zwar die zwei Leiter eines Gleises. Will man diesen Kanal auch mit Rücksicht auf spätere Erweiterungen nutzen, muß man sich schon einige logische und elektrotechnische Gedanken machen. Gut, diese Arbeit haben die Entwickler von Digitalsteuerungen schon für uns getan, und wie es die Vielfalt der logischen und elektrotechnischen Möglichkeiten erwarten ließ, haben sie verschiedene Lösungswege gefunden.

Erste Forderung

Folgende Empfehlung an den Modellbahnpraktiker liegt auf der Hand: Solange der Kabelsalat der konventionell geschalteten und gesteuerten Modellbahn übersichtlich bleibt, so lange bleibt gegen ihn nichts einzuwenden. Habe ich nur ein kleines betriebsfähiges Diorama zu verschalten, so schösse ich mit der Kanone Digitalsteuerung auf Spatzen, also auf meine maximal 10 Weichen und die einzige Lok, die darauf verkehren soll. In einem solchen Fall wäre überhaupt zu überlegen, ob die Weichen nicht rein mechanisch per Handkraft gestellt werden sollen.

Die Lok kommt an einen Handregler. Aber hier hebe ich zum ersten Mal meine Stimme als Anwalt mittelkomplexer Lösungen: Wie sehen denn eigentlich unsere sog. Handregler aus? Sind es nicht die schweren Transformatoren mit Drehknöpfen, ganz egal, ob sie die Fahrspannung direkt von der Wicklung abgreifen oder ob sie sich „elektronisch" nennen und die Sekundärspannung über Transistoren, einstellbare Gleichrichter oder andere Impulserzeuger in Fahrspannung umwandeln? Wo bleibt der leichte, mobile Großserienregler, der endlich nicht mehr eine Einheit mit dem Trafo bildet? Es wäre doch



So könnte ich mir ein konventionelles mobiles Fahrgerät der Zukunft vorstellen. Es handelt sich um eine Skizze, nicht um einen Entwurf. In der Mitte des 20stufigen Fahrstellers befindet sich die Bremstaste. Die Bremswirkung ist abhängig davon, wie weit die Taste eingedrückt wird. Fahrregler und Bremstaste könnten, wie die Lokmaus von Roco, optoelektrisch funktionieren. Einstellbar sind die Vorbild-Antriebsarten unserer Loks. Im Programmspeicher können weitere individuelle Lokeigenschaften abgelegt werden. Programmiert wird nach Öffnen der Klappe, wodurch einige Taster zugänglich werden. Das ist wiederum nichts Neues. Schauen Sie sich nur Ihre Video-Fernbedienung an! Abbildung ungefähr 1:1.
Alle Zeichnungen: Bertold Langer

endlich an der Zeit, daß jeder große Modellbahnhersteller einen solchen in seinem Programm hat. Besser noch: Er müßte Bestandteil jeder Einsteigerpackung sein.

Nebenbei bemerkt: Die Tage des „Regeltrafos" scheinen sowieso gezählt zu sein, denn die europäischen Sicherheitsbestimmungen trennen strikt zwischen der Spannungsquelle bis zum Sekundärausgang und dem weiteren Verlauf der Spannung, wobei für den ersten Teil strenge, dem Hersteller zusätzliche Kosten verursachende Standards gelten. Unter diesen Umständen ist es viel einfacher, einem in großen Massen produzierten Trafo eine feste Sekundärspannung zu entnehmen und sie dann in einem leichteren und sicherheitstechnisch weniger anspruchsvollen Gerät weiter zu verändern.

• Zu fordern wäre also ein Fahrgerät, welches sowohl stationär als auch mobil einzusetzen ist. Es muß feines Regeln erlauben und die Fahrzeuge ohne merklichen Ruck anfahren und halten lassen.
• Mit Rücksicht auf die verschiedenen Motorcharakteristiken – üblicher Permanentmagnet-Motor versus Motor mit eisenlosem Anker („Faulhaber"), aber auch Märklin-Motor mit Doppelwicklung – sollten einige Standardeinstellungen wählbar sein, vor allem die Pulsfrequenz, die die jeweilige Motorart optimal laufen läßt.
Es wäre doch gelacht, wenn man für die konventionelle Steuerung nicht ähnlich ausgefuchste Lösungen erzielen könnte, wie sie jeder Digitaldecoder fortgeschrittener Technik heute bietet.

Und die „Benutzeroberfläche"?

Es fällt immer schwer, von Gewohnheiten Abschied zu nehmen, aber sind Sie wirklich zufrieden mit dem bisweilen schwergängigen „Drehknopf" ihres Trafos? Gefällt es Ihnen, daß Sie in der Regel außer einem Kurzschlußlichtchen keine weiteren Anzeigen über den Zustand ihres Fahrstromkreises haben? Wäre Ihnen nicht ein Schieberegler sympathischer? Oder liebäugeln Sie insgeheim sogar mit einem Rastenschalter, dessen Stellung allein schon Hinweise auf das von der gerade betriebenen Lok zu erwartende Fahrverhalten hat? Etwa derart: *Mit „5" schafft der Zug die Steigung hinten bei Oberdasing gerade noch, ohne stehenzubleiben!* Selbstverständlich rede ich damit nicht der Rückkehr zum Stufenschalter das Wort, sondern ich plädiere dafür, daß prinzipiell jede meiner Loks auf der gesamten Skala des Reglers deutlich wahrnehmbare Reaktionen zeigt. Dies geht nicht, ohne auf die individuellen Eigenschaften der Loks einzugehen. Die Elektronik gibt uns zudem die Möglichkeit, etwa die bekannten Zugkraftsprünge einer, sagen wir, E41 (päng–klapper–klapper–klapper) im Modell nachzuempfinden.

Dampfloks legen eine ganz andere Fahrweise an den Tag: Die Dampfmaschine mit ihrer Steuerung ist wohl das flexibelste Antriebsaggregat auf Schienen. Es ist ja schon ein Skandal, daß unsere Dampflokmodelle von Elektromotoren angetrieben werden. Viel schlimmer, weil vermeidbar, scheint es mir, daß wir sie mit derselben Skala steuern wie unsere Diesel- und Elloks. Dampflok-Fans – ich selbst mag eher die Loks mit Motor – sollten sich überlegen, wie sich die beiden Elemente der Dampfloksteuerung, Regler und eigentliche Steuerung, auf die Benutzeroberfläche eines Modellbahnfahrgeräts übertragen lassen. Wie

Bei diesem Gerät kommt die Weichen- und Signalschaltung hinzu. Das 16teilige Tastenfeld kann auch für die Eingabe von Parametern genutzt werden. Für die Wahl zwischen „Betrieb" und Programmierung ist Taste P zuständig. Mit der Taste S werden die Eingaben bestätigt, und für die restlichen beiden finden sich auch noch Funktionen.
Das skizzierte Gerät ist mir vielleicht ein wenig flach geraten, aber viel dicker muß es nicht sein, allenfalls der Unterbau des Stellknopfes braucht Platz. Alles sonst: SMD!

empfindet man Dampfmenge und Zylinderfüllung beim elektrisch betriebenen Modell nach?

Eines dürfte jedoch keine Schwierigkeiten machen: „Regler zu und bremsen". Hier müßte der zuletzt erreichte Spannungswert unmerklich abnehmen, bis der Bremshebel – feinfühlig bedient – die Fahrgeschwindigkeit punktgenau auf Null bringt. Solche Fahrpulte gibt es bereits seit langer Zeit zu kaufen, dampflokspezifische Bedienelemente haben sie jedoch nicht.

• Der Modellbahner sollte unter Großserien-Fahrgeräten wählen können, die von Fabrikat zu Fabrikat verschiedene Benutzeroberflächen bieten (Drehknopf, Taster, Schiebepotis). Möglicherweise könnte man zu einer Universalplatine Handregler mit verschieden gestalteten Bedienelementen anbieten.

• Mit einem einzigen Fahrgerät sollte man die verschiedenen Fahrcharakteristiken des Vorbilds (Dampf-, Diesel-, Ellok) nachempfinden können. Die Einstellung nur der Beschleunigungs-/Bremszeiten erscheint hier zuwenig.

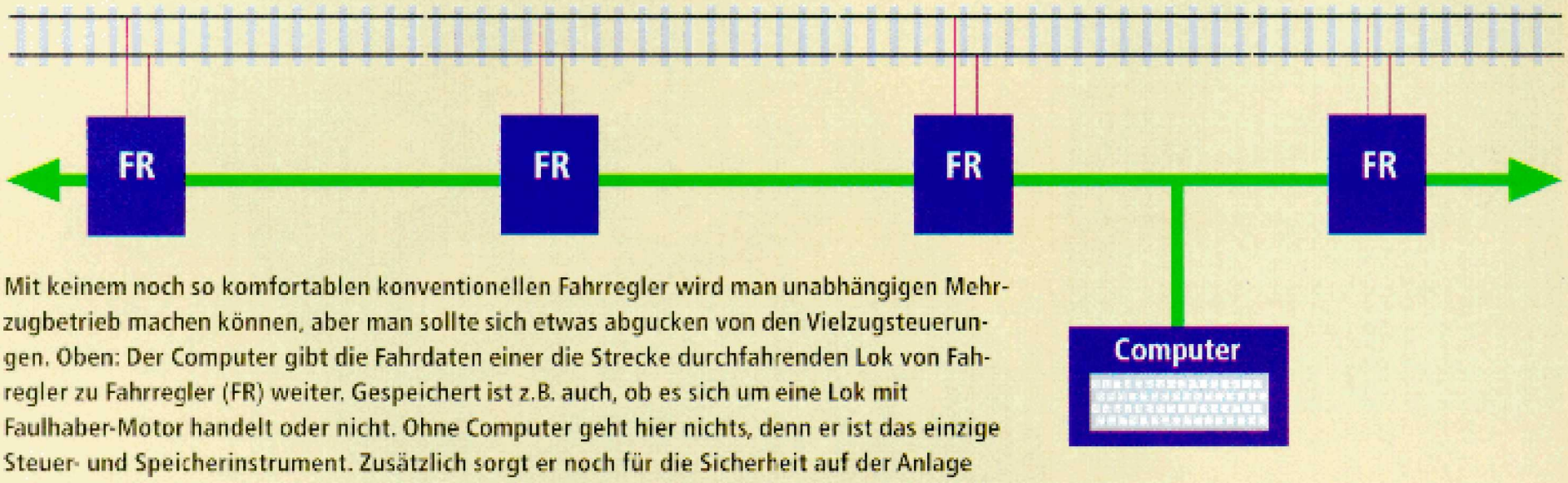
Wem die letzte Forderung zu anspruchsvoll vorkommt, den erinnere ich daran, daß sich in einem winzigen EEPROM-Speicher Tausende von Parametern horten lassen. Damit meine ich nicht, daß wir eine solche Kapazität unbedingt auszunutzen brauchten, vielmehr müßte sich ein Programmierer mit profundem eisenbahntechnischem Wissen nur an den Computer setzen, und wir kämen den Vorbildern recht nahe.

Sicher gibt es auch unter den Modellbahnern mit konventionell gesteuerten Anlagen Software-Bastler, die ihre Künste gerne am universalsten Anwendungssystem für Steuerungssoftware ausprobieren wollen, und das ist und bleibt nun mal die Modellbahn. Aber nicht für diese Minderheit plädiere ich, sondern für die „konventionellen" Modellbahner allgemein. Keine Angst, ich möchte nicht aus jedem von uns einen EDV-Spezialisten machen, sondern uns nur in den Genuß der Technik kommen lassen, derer wir uns z.B. als Autofahrer oder als Spülmaschinennutzer ganz problemlos und ohne viel zu fragen bedienen. In der Regel wissen wir gar nicht, wieviel elektronische Intelligenz im Lauf eines Tages für uns wirkt; und beim Modellbahnspiel darf das nicht anders sein.

Wo es am meisten brennt

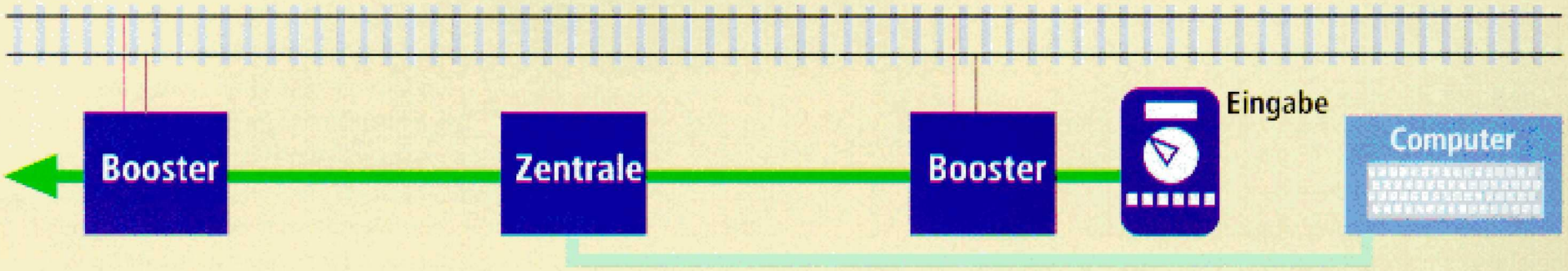
Eigentlich hätte ich nicht mit dem Steuern, sondern mit dem Schalten anfangen sollen. Denn der anfangs beschworene Kabelsalat wird auch mit fortgeschrittenen Steuergeräten nicht weniger. Konventioneller Mehrzugbetrieb auf einer Anlagensektion erfordert immensen Schaltungsaufwand, selbst wenn ihn eine möglicherweise computergestützte intelligente Z-Schaltung verwaltet. Hier plädiere ich eindeutig für die digitale, oder besser: die *Command-Control*-Steuerung.

Wie läßt sich also die Weichen- und Signalschaltung durch simple elektronische Geräte vereinfachen, ohne daß die gesamte Anlage auf ein Digitalsystem umgestellt werden muß? An anderer Stelle in diesem Heft mache ich einen praktischen Vorschlag für den Einsatz einer auch dem Laien verständlichen seriellen Befehlsübertragung. Diese Technik wird z.B. im Automobilbau seit Jahren genutzt. Die Autobauer ärgerten sich über die Kabelbäume in ihren Fahrzeugen, die hohe Montagekosten verursachten und im Fall einer Funktionsstörung großen Reparaturaufwand hervorriefen. Elektrische Fensterheber und ferngesteuerte Außenspiegel in Autos der unteren Mittelklasse kamen wohl erst



Mit keinem noch so komfortablen konventionellen Fahrregler wird man unabhängigen Mehrzugbetrieb machen können, aber man sollte sich etwas abgucken von den Vielzugsteuerungen. Oben: Der Computer gibt die Fahrdaten einer die Strecke durchfahrenden Lok von Fahrregler zu Fahrregler (FR) weiter. Gespeichert ist z.B. auch, ob es sich um eine Lok mit Faulhaber-Motor handelt oder nicht. Ohne Computer geht hier nichts, denn er ist das einzige Steuer- und Speicherinstrument. Zusätzlich sorgt er noch für die Sicherheit auf der Anlage (System Gahler+Ringstmeier). Unten: Bei avancierten Digitalsystemen kann man individuelle Lokdaten speichern, in der Zentrale wie im Decoder. Ein Computer wird nötig, falls die Zugfahrten überwacht werden sollen. Wenn ein weiterentwickelter konventioneller Fahrregler auch immer nur eine Lok zur gleichen Zeit steuern kann, so sollten in ihm doch Fahrdaten mehrerer Loks abgelegt werden können, z.B. „Faulhaber" oder nicht, Dampf-, Diesel- oder Ellokcharakteristik, Anfahrpunkt, Anfahr-/Bremskurven, Maximaltempo usw.
Anderes Thema: Zusatzfunktionen lassen sich auch bei konventionellem Betrieb schalten!

Von avancierter Modellbahntechnik lernen!



dann zum Einsatz, als sich die kostensparenden Digitalsysteme eingeführt hatten. Was einst „High Tech" war, ist mittlerweile alltäglich und billig geworden, warum profitieren wir nicht auch als Modellbahner in viel größerem Umfang davon?

Wer in den Katalogen der Elektronikversender nachschaut, wird die für die Codierung und Decodierung der Befehle notwendigen Bausteine in verschiedener Ausführung finden, einige Decoder sind sogar so stark, daß sie Schaltrelais treiben können. Man kann auch auf Bausteine für die Fernsehfernsteuerung zurückgreifen. Sie sind normalerweise sogar in der Lage, nicht nur digitale, sondern auch analoge Werte auszugeben („laut–leise", „hell–dunkel" usw.).

Für die Weichen- und Signalschaltung auf der Modellbahn genügen jedoch rein digital funktionierende Chips. Mit um die 5,– DM sind die Decoder äußerst preiswert und empfangen, je nach Logik, die Schaltsignale für bis zu acht Weichen. Die Anzahl der mit einem ebenfalls nur etwa 5,– DM teuren Encoder anzusprechenden Decoder geht in die Tausende und überschreitet so den Bedarf selbst der größten Anlage.

Diese Massenartikel der Elektronikindustrie sind prädestiniert für den Einsatz auf der Modellbahn. Sie sind weitgehend störungssicher und meist schon seit langen Jahren im Lieferprogramm. Ihr Übertragungsprotokoll ist unkompliziert, so daß es sich, im Fall eines Produktionsstopps, leicht durch Serienchips emulieren läßt. Warum werden sie nicht in Großserie für die Modellbahn genutzt?

• Gerade von den großen Herstellern von Modellbahn-Komplettprogrammen wäre ein Innovationsschub im Bereich der konventionellen Schaltung zu erwarten. Ich wünsche mir allerdings keine Maximallösungen, sondern lediglich einen Funktionszuwachs, der vom durchschnittlichen Modellbahner als Bereicherung seines Hobbys, nicht aber als technische Überforderung gesehen wird.

• Dabei können die Schaltungen durch den Einsatz von softwareorientierten Elementen (z.B. Mikrocontroller und Speicher) kostengünstig hergestellt werden.

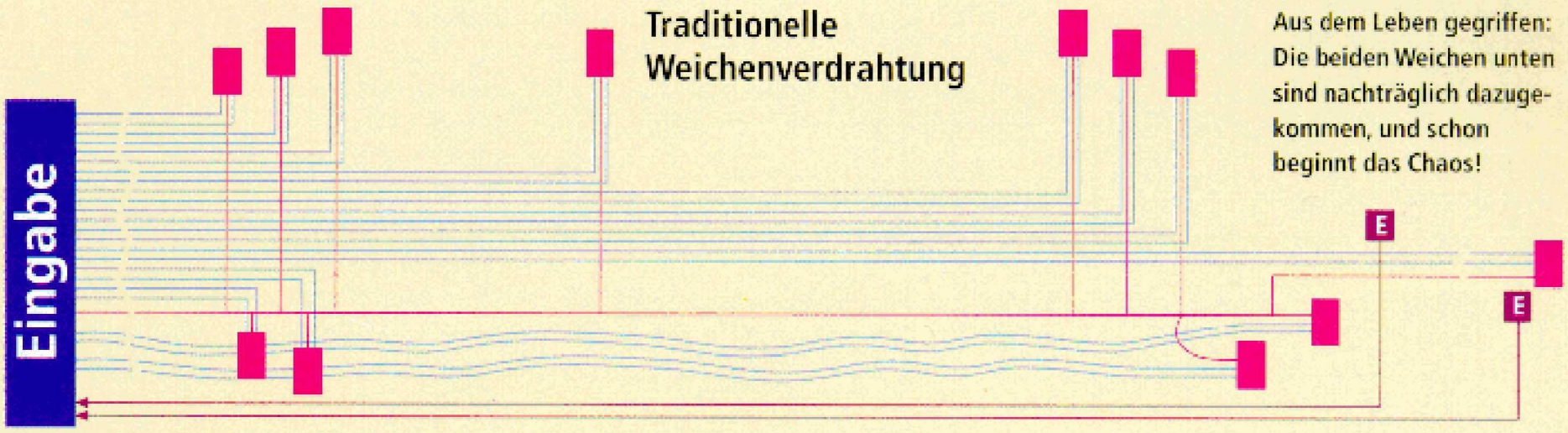
• Bei der erforderlichen Leistungselektronik können die Hersteller auf integrierte Bausteine zurückgreifen, die auch die Hardware einfach und kostengünstig machen.

Und was kostet das?

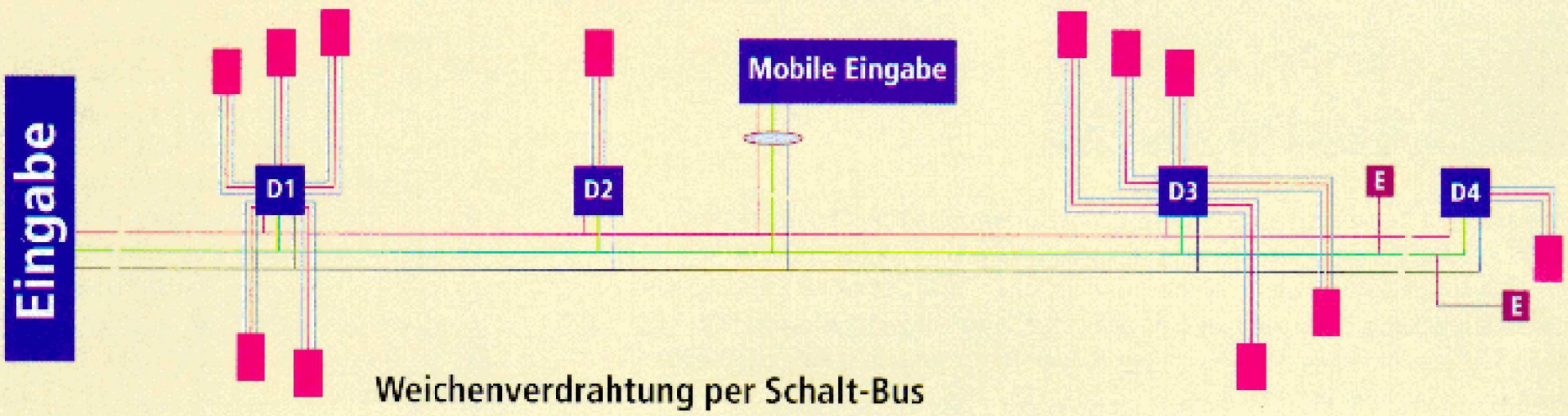
Ich bin kein großer Rechner, aber mehr als 7,– DM muß der Bastler nicht aufwenden, um den Schaltplatz für eine kabelsparende Weiche zu schaffen. Bei den käuflichen Digitalsystemen kostet das – ohne die Eingabegeräte – mehr als dreimal soviel. Eine einzige Weiche plus Decoderplatz für 70,– DM: da muß einem der Spaß am Hobby vergehen.

Das hohe Preisniveau für zum Teil simple elektronische Modellbahngeräte ist zwar schwer zu unterlaufen, aber vielleicht sehen sich die Hersteller in Zeiten rasch abnehmenden Luxuskonsums gezwungen, eine zweite Produktlinie zu starten: Modellbahnelektronik-light, sozusagen. Sie müssen es ihren Kunden ja nicht unbedingt auf die Nase binden, daß sie in ihrem „Premium"-Programm ebenfalls Leichtgewichte führen.

Die Entwicklungsarbeit für solche Artikel der zweiten Garnitur kostet nicht viel, denn alles Wesentliche ist bekannt und erprobt. Wenn es sich erklärtermaßen nicht um ein High-Tech-Produkt handelt, dann braucht die Verpackung nicht aus Glanzkarton zu bestehen. Die Produktion verursacht nicht einmal in China Probleme. Was also steht einer preisgünstigen Modellbahnelektronik der mittleren Art noch im Weg?



Der wesentliche Vorteil einer Weichenschaltung per Datenleitung (unten) besteht im geringen Verdrahtungsaufwand. Der kann jedoch erst dann ganz zur Geltung kommen, wenn man preisgünstige Decoder auch nur für eine einzelne Weiche zur Verfügung hat – sonst gibt es ja wieder Kabelsalat! Sehr günstig wäre ein System, für das sich der Modellbahner Decoder mit soviel Ausgängen bauen könnte, wie er gerade braucht. *E* bedeutet zuggesteuerte Eingaben, die unten direkt in die Ringleitung speisen.



Weichenverdrahtung per Schalt-Bus