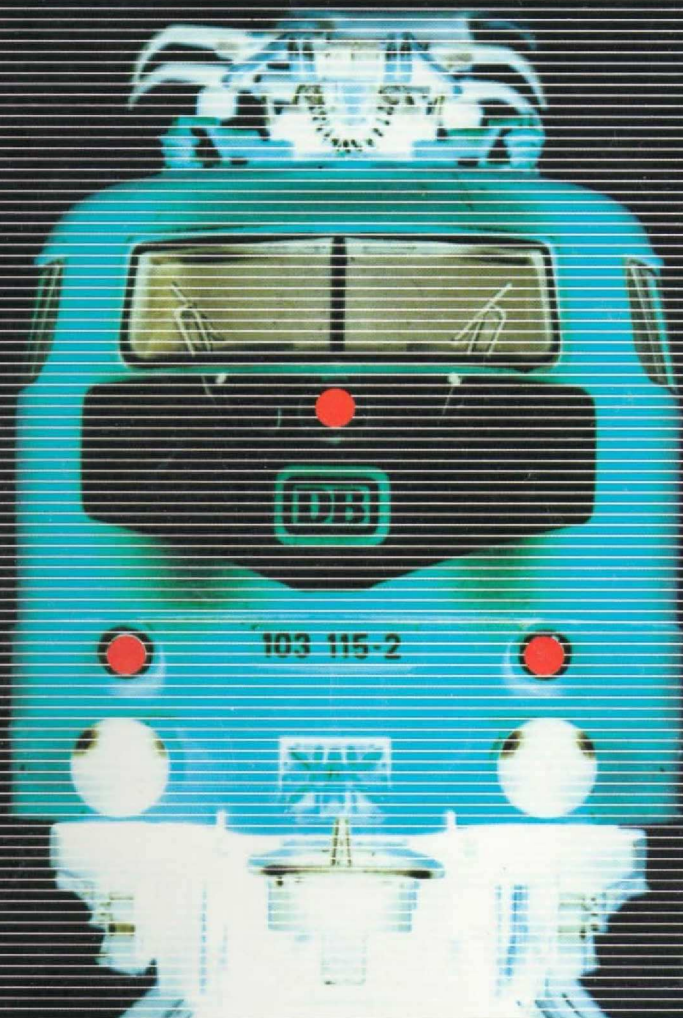


Sonderausgabe
41. Jahrgang · J 8784 E · DM/sFr 16,80
DIE FÜHRENDE DEUTSCHE MODELLBAHNZEITSCHRIFT

MIBA

SPEZIAL

MODELLBAHNSTEUERUNGEN DIGITAL · ANALOG · KONVENTIONELL



PRODUKTÜBERSICHT ● MODELLBAHN + COMPUTER
SELBSTBAU: ELEKTRONISCHE BLOCKSCHALTUNG

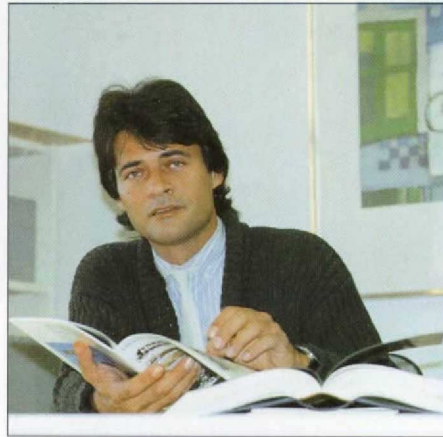
Liebe Leserin, lieber Leser

„Irgend etwas ist doch anders an dieser MIBA“ – wird Ihr erster Gedanke sein, wenn Sie diese Sonderausgabe in Händen haben. Richtig, Sie erhalten mit diesem broschürten Sonderheft das erste MIBA-Spezial, das bei einem Gesamtumfang von 108 Seiten einen redaktionellen Teil von fast 90 Seiten bietet.

Einem lang gehegten Wunsch aus Ihrem Kreise kommen wir damit entgegen. Themen, die wir im laufenden Monatsheft aus Gründen eines ausgewogenen Themenmix nicht umfassend abhandeln konnten, sollen Ihnen zukünftig in Form von Spezialheften zugänglich sein.

Ihr Vorteil: Die Druckauflage von nahezu 45000 Exemplaren ermöglicht uns, den Verkaufspreis vergleichsweise niedrig anzusetzen. Im Abonnement wird's noch etwas günstiger. Geplant sind in der Reihe MIBA-Spezial jährlich 4 Ausgaben, worin auch das Messe-Spezialheft enthalten ist.

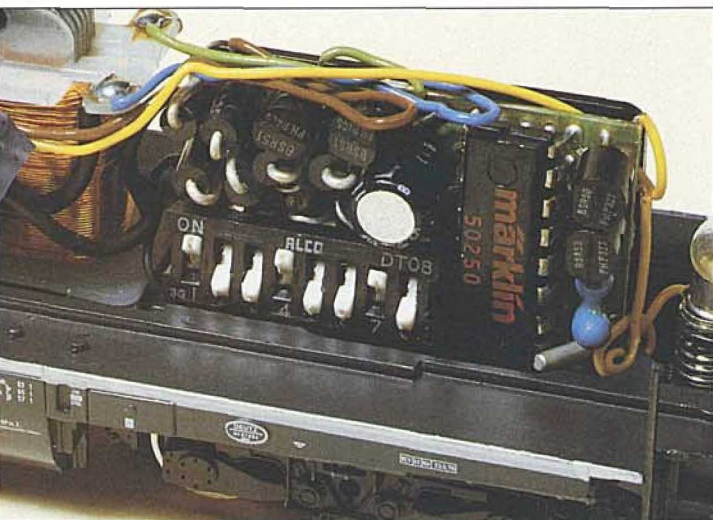
Die vorliegende Ausgabe befaßt sich mit dem – oft zu unrecht – als kompliziert bezeichneten Thema „Modellbahnsteuerung“. Wir wollen Ihnen hier keine schwer verständlichen und theoretischen Abhandlungen liefern, sondern eine Einführung in dieses komplexe Thema für jedermann, mit zahlreichen Praxistips, objektiven Produktübersichten und Systemvergleichen, bis hin zu Selbstbauvorschlägen. Erfahrungsberichte aus Ihrem Kreis runden unser Themenangebot ab.



Erlauben Sie mir einen Blick auf die nächste Spezialausgabe, die Sie noch im Dezember dieses Jahres erwartet: Erleben Sie den Bau einer 12 m² großen Modellbahn-Superanlage, die mit allen technischen Feinessen in knapp einem Jahr von MIBA-Autor Rolf Knipper erstellt wurde. „Große Anlage von Anfang an“: Planungsphase, Wort- und Bilddokumentation der Baufortschritte bis hin zum elektronischen Stellwerk.

Und nun wünsche ich Ihnen recht viel Freude mit dem ersten MIBA-Spezial.

Herzlichst Ihr



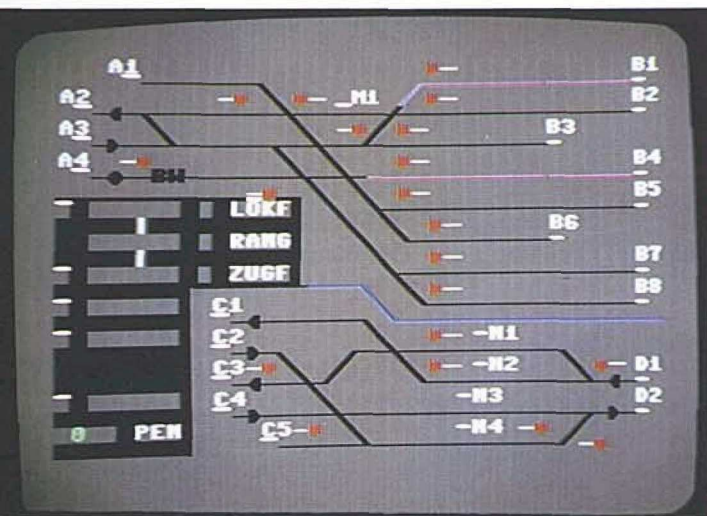
Märklin-digital-Lokempfänger.

Produktvorstellung. „Zu kompliziert und zu kostspielig.“ - Viele Modelbahner mögen so denken. Trotzdem: Digitalsteuerungen sind zu einem ernstzunehmenden Faktor des Modellbahnmarktes geworden.

Wir haben eine Übersicht der bekanntesten Digitalssysteme zusammengestellt. Damit möchten wir den Umsteigern von „konventionell“ auf „digital“ eine Informationshilfe geben.

Also: erste Hilfe vor der Kaufentscheidung. Aber die Qual der Wahl bleibt beim Umsteiger.
Seite 18

Titelbild von Waltraud Baeuerle



IN DIESEM HEFT:

ZUR SACHE 3

GRUNDLAGEN

| | |
|------------------------------------|----|
| Digitale Modellbahnsteuerungen | |
| Wie sie funktionieren – | |
| was sie können | 10 |
| Auf dem Weg zum perfekten Betrieb: | |
| Modellbahnsteuerung per Computer | 52 |

PRODUKTVORSTELLUNG

| | |
|-------------------------------------|----|
| Auf einen Blick: | |
| Modellbahnen multiplex gesteuert | 18 |
| Märklin-digital | 20 |
| Arnold-digital | 24 |
| Fleischmann-FMZ | 26 |
| Trix-Selectrix | 30 |
| Trix-e.m.s. | 33 |
| Zimo | 34 |
| Salota | 36 |
| Entschärft, aber nicht vom Tisch: | |
| Multiplexe Kehrschleifenprobleme | 37 |
| Was uns außerdem aufgefallen ist | 38 |
| Roco-MCS 120 | 49 |
| Hartes und Weiches für den Computer | 62 |

Computerpraxis. Wolfgang Karreth hat einen anspruchsvollen Einstieg in die Modellbahn-Computerei gewählt. Seinen Gleisbildmonitor bedient er mit dem Lichtgriffel.
Seite 66

Selbstbaupraxis. Sozusagen aus Ärger über hyperkomplizierte und schlecht dokumentierte Elektronik-Bauanleitungen hat Burkhard Oerttel eine auch für den Laien nachvollziehbare Blockstellenlogik entwickelt.

Autor und Redaktion haben damit das vorläufig letzte Wort in Sachen Verstehbarkeit und Anwenderfreundlichkeit solcher Bauvorschläge gesprochen. Oder?
Seite 80

MIBA-TEST

Praxistest: Aufbau und Betrieb des Roco-MCS 120/GBS 44

COMPUTER-PRAXIS

Mit dem Lichtgriffel gesteuert: Fahrten auf dem Computer-Gleisbildschirm 66

SELBSTBAU-PRAXIS

Ganz konventionell, aber doch digital: Blockstellen-Logik mit einfachen ICs 80

VORBILD

Regionale Zugüberwachung per Computer 72

VERSCHIEDENES

Annähernd digital: Mehrzugsteuerung im Selbstbau 40

Intelligente Z-Schaltung: Bedenkenswerte Alternative 65

Erfahrungen mit Märklin-digital 75

PARTNER VOM FACH

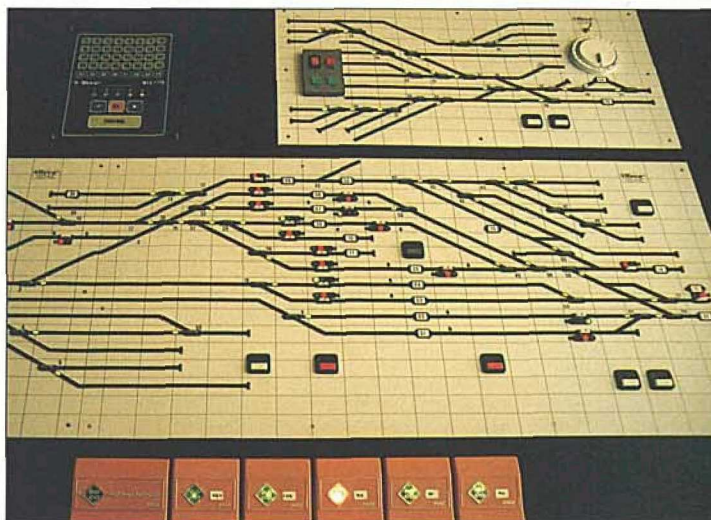
92

VORSCHAU

104

IMPRESSUM

105

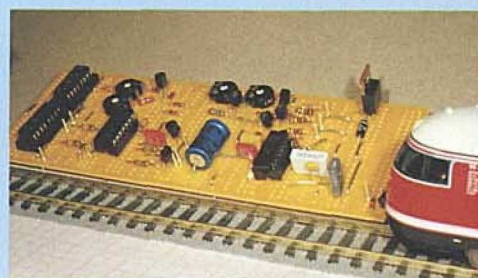
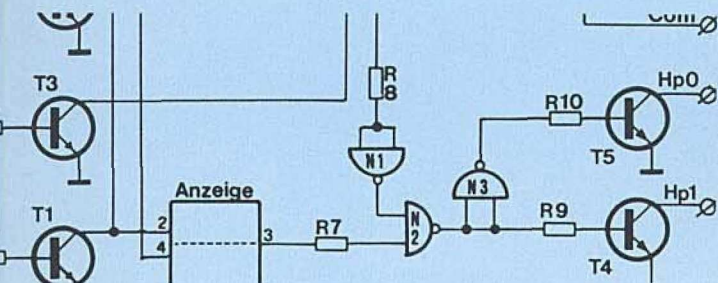


Grundlagen. Digitale Modellbahnsteuerungen sind eine faszinierende Bereicherung unseres Hobbys. Aber man sollte nicht um jeden Preis „digitalisieren“. So das Fazit einer Einführung, die Technik und Anwendernutzen von Digitalsystemen behandelt. Seite 10

MIBA-Test: Gleisbildstellwerk GBS von Roco zusammen mit der elektronischen Weichensteuerung MCS 120. Rolf Knipper berichtet. Seite 44

Modellbahn und Computer: Wozu ist diese Verbindung gut, wie funktioniert sie, und was hat der Modellbahner zu beachten, wenn er sich auf computerunterstützten Modellbahnbetrieb einlassen will? Antworten darauf ab Seite 52.

In beiden Fällen hat MIBA-Elektronikexperte Gebhard J. Weiß „Grundlagenforschung“ betrieben.



DIGITALE MODELLBAHNSTEUERUNGEN

Wie sie funktionieren – was sie können

von Gebhard J. Weiß



Gebhard J. Weiß, MIBA-Elektronik-experte, führt ins Thema „Digitalsteuerung“ ein.

Wenn heute im Kreis von Hobbykollegen das Thema Modellbahnelektronik angesprochen wird, so ist oft zwangsläufig schon im selben Atemzug von den digitalen Mehrzugsystemen die Rede, die sich innerhalb der letzten fünf Jahre den Markt erobert haben. Für den einen das Ei des Kolumbus eines anspruchsvollen und dennoch einfach zu handhabenden Modellbahnbetriebs, für den anderen unnötige, komplizierte und teure Technik – die Geister scheiden sich.

Und in der Tat: Es ist bestechend, welche Funktionen man mit den Digitalsystemen der verschiedenen Hersteller zur Verfügung hat – vorausgesetzt, daß diese Funktionen im Rahmen der eigenen Modellbahnanlage auch sinnvoll zu nutzen sind und man bereit ist, den Preis für solches Gerät zu zahlen. Doch was ist wirklich dran an diesen Systemen, was leisten sie, und wie funktionieren sie im Prinzip?

Hier eine Antwort, besonders auch für die Hobbykollegen, die vielleicht gerade mit einer derartigen Anschaffung liebäugeln und das Für und Wider mit ein wenig mehr Hintergrundwissen abwägen wollen.

Ein alter Traum wird wahr

Viele Züge auf einem Gleis, unabhängig voneinander steuerbar: Ein uralter Modellbahnertraum ist durch die Digitalsteuerung wahr geworden. Die Bedienung muß nicht kompliziert sein. Die einzelnen Loks werden mit Nummern, „Adressen“, versehen, die Lokempfänger entsprechend codiert. Am Fahrpult wird eine Lok per Ta-

stendruck aufgerufen. Am „Drehknopf“ oder wieder über Tasten werden Geschwindigkeit und Fahrtrichtung eingestellt, und ab geht die Fahrt.

Will man eine zweite Lok aufrufen, dann hat man eine andere Adresse zu wählen. Nun läßt sich diese Lok steuern, während die erste mit der gewählten Geschwindigkeit weiterfährt. Und so weiter.

Es gibt auch die Möglichkeit, jeder Lok einen der vorhandenen einzelnen Fahrteinsteller zuzuordnen. Nun können mehrere Lokführer an den „Reglern“ tätig werden. Bei bestimmten Digitalsystemen kann man mit Handsteuergeräten „an der langen Leine“ seine Loks verfolgen.

Ein geniales System, das aber noch mehr kann. Abgesehen von der obligaten Dauerbeleuchtung sind Sonderfunktionen möglich, zum Beispiel Lichtschaltung für Lok und Zug, motorisch bewegte Pantographen – oder Märklins rasender Kellner im Speisewagen.

Der Lokbaustein – ein ferngesteuertes Fahrpult

Das Geheimnis der digitalen Mehrzugsteuerung liegt in der „Zusammenarbeit“ zwischen der Zentraleinheit und den Fahrzeugempfängern. Diese sind sozusagen ferngesteuerte Fahrpulte im Miniformat. Ihr Stromnetz sind die leitenden Schienen, an denen die Betriebsspannung bereitsteht. Nun fehlt nur noch der Miniaturlokfürer, der das Minifahrpult in der Lok bedient.

Seine Funktion wird von der Zentraleinheit wahrgenommen, die – ebenfalls über die Schienen – elektronische Befehle an

die Fahrzeugbausteine schickt. Wie das im einzelnen geht, ob mittels digitaler Impulstelegramme oder mit Tonfrequenzen, ist für das Prinzip ohne Belang. Jedenfalls hat jeder Fahrzeugbaustein ständig „ein Ohr an der Schiene“, und sobald er eine an ihn gerichtete Anweisung der Zentraleinheit aufschnappt, führt er sie umgehend aus; also läßt er etwa die betreffende Lok mit halber Geschwindigkeit und eingeschalteter Stirnbeleuchtung rückwärts fahren.

Ebenfalls digital steuerbar: Weichen und Signale

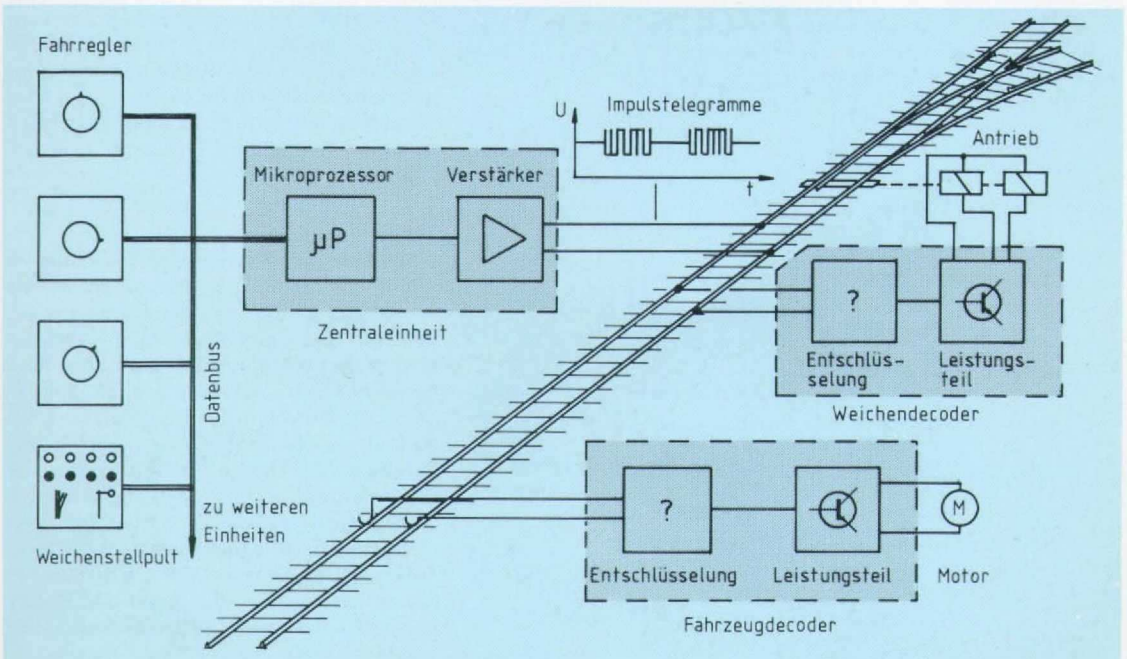
Digitale Modellbahnsysteme bieten darüber hinaus auch für Weichen und Signale die Möglichkeit des digitalen Betriebs. Hierfür sind bestimmte Weichenbausteine erforderlich, die gewöhnlich nicht in der Weiche eingebaut sind. Vielmehr werden sie unter der Anlage in der Nähe der Weichen montiert. An sie können jeweils mehrere Weichen- und Signalantriebe angeschlossen werden. Die Bausteine ihrerseits sind wiederum über eine gemeinsame Leitung mit der Zentraleinheit verbunden. Je nach System sind dies entweder die Schienen oder eine besondere Ringleitung. Die Bedienpulte mit

Tastern werden an die Zentraleinheit angesteckt. Meist läßt sich auch ein Gleisbildstellpult anschließen. Vorteil dieses Systems: Der Kabelverhau unter der Anlage reduziert sich beträchtlich, da nun nicht mehr jeder Antrieb durch zwei oder drei meterlange Strippen mit dem Stellpult verbunden werden muß, sondern nur noch mit dem nächstgelegenen Weichenbaustein. Auch die Fehlersuche gestaltet sich dann weniger nervenaufreibend, vorausgesetzt, es handelt sich um einen einfachen Verdrahtungsfehler.

Einige Digitalsteuerungen bieten außerdem programmierbare Fahrstraßenfunktionen: Zusatzgeräte zur Zentraleinheit „merken“ sich die gewünschte Abfolge von Weichenbetätigungen. So kann man der Anlage z.B. die Einfahrt in Gleis 3 „beibringen“, indem man ihr „sagt“, daß dazu etwa die Weichen 1 und 2 auf „geradeaus“ und Weiche 3 auf „Abzweig“ geschaltet werden müssen und schließlich noch das Einfahrtsignal zu ziehen ist.

Programmiert wird mit den Tasten, und die einmal programmierte Fahrstraße wird ebenfalls durch Tasten abgerufen. Nun stellen sich nacheinander die Weichen, und zum Schluß geht das Signal auf „Fahrt frei“.

Bild 1. Prinzipieller Aufbau einer Digitalsteuerung. Die „Senderseite“ (links) ist nach dem Baukastenprinzip aufgebaut (etwa Märklin-digital).



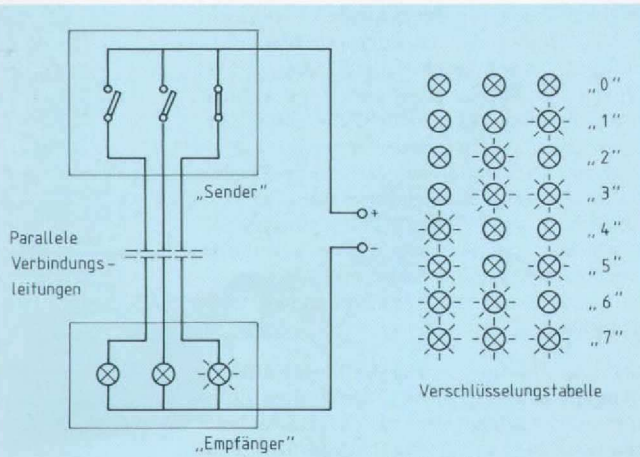
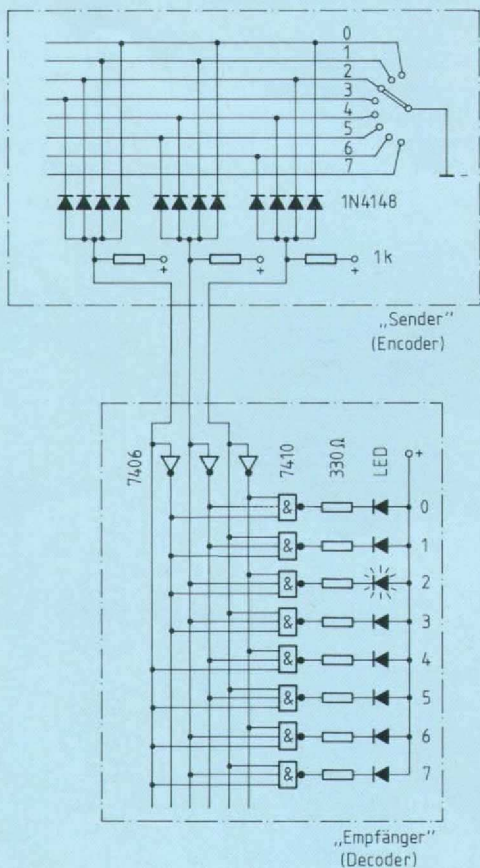


Bild 2 und 3. Parallele Datenübertragung ohne Elektronik (oben). Hier muß man die Verschlüsselungstabelle im Kopf haben. Unten: Elektronische Logik, die den Digitalcode ins betrachterfreundliche Dezimalsystem übersetzt.



Koordination durch Zentraleinheit

Das „Gehirn“ der digitalen Modellbahnsteuerung ist die Zentraleinheit. Sie nimmt über die Bedienelemente die Wünsche des Modellbahners entgegen und erzeugt dementsprechende Anweisungen für die Fahrzeug- und Weichenbausteine. Natürlich muß die Zentraleinheit bei all diesen Vorgängen die Übersicht behalten und genau wissen, zu welchen Sekundenbruchteilen welche Anweisungen und Impulse zu senden sind. Deshalb sorgt in ihr ein Mikroprozessor für die notwendige „Intelligenz“ für diese sehr umfangreichen Funktionen. Zur Bereitstellung der Betriebsspannung ist bei einigen Systemen ein Transformator eingebaut, bei anderen muß ein separater Trafo angeschlossen werden.

Digitalsystem: computerfreundlich

Wem die Fahrstraßenfunktionen noch nicht genügen, etwa weil er mit einer (Teil-)Automatisierung der Anlage liebäugelt, dem bieten sich darüberhinaus noch weitere Möglichkeiten – Stichwort Computer und Modellbahn. Die meisten digitalen Modellbahnsysteme bieten die Möglichkeit, einen Heimcomputer anzuschließen, mit dem sich alle Funktionen des Systems extern steuern lassen. Mit einem geeignetem Programm im Rechner ist es kein Problem, die ausgefallensten Steuerungswünsche zu realisieren. Digitale Modellbahnsteuerung und digitaler Computer passen zusammen. Voraussetzung dafür: ein geeignetes Interface zwischen beiden Systemen.

Was ist digital?

Wie können Fahrbefehle verschlüsselt und decodiert werden? Der Inhalt der Anweisungen an die Fahrzeugbausteine ist, bei Licht betrachtet, verhältnismäßig kompliziert. Ein solcher Befehl könnte im Klartext beispielsweise lauten: „Lok Nummer 01 fahre vorwärts mit der Geschwindigkeitsstufe 10“. Doch wie kann man derartige Zahlenwerte überhaupt elektronisch verschlüsseln? Man könnte zwar beispielsweise den Spannungswert oder die Zeitdauer eines elektrischen Impulses als Maß für die Fahrgeschwindigkeit wählen, jedoch scheiden solche sogenannten „analogen“ Methoden aus Gründen der Störsicherheit häufig von vornherein aus.

Hier kommt das Zauberwort „digital“ ins Spiel. Digitale Elektronik bedeutet ganz allgemein, daß alle Informationen nur mit Hilfe zweiwertiger Begriffe übermittelt werden. Die Ziffernsegmente einer digitalen Armbanduhr zum Beispiel können entweder an oder aus sein, eine Leitung kann Spannung führen oder nicht.

Parallel...

Das Beispiel der Armbanduhr zeigt auch gleich, wie man im Prinzip nicht-zweiwertige Informationen, also z.B. die Uhrzeit, in digitaler Form darstellen und damit verschlüsseln kann: durch eine Kombination mehrerer zweiwertiger Einheiten, hier beispielsweise von sieben Ziffernsegmenten für jede anzuzeigende Ziffer.

Digitalinformationen lassen sich „parallel“ übertragen. Mit nur drei Datenleitern können 8 verschiedene Signale übertragen werden. Jede weitere Leitung verdoppelt die Zahl der übertragenen Signale.

... oder seriell

Bei der Modellbahn mit ihren nur zwei Leitern, dem Gleis, ist es jedoch nicht möglich, mehrere Parallel-Leitungen vorzusehen. Stattdessen arbeitet man hier mit Spannungsimpulsen, die nacheinander abfolgen, also gewissermaßen mit Impulstelegrammen ähnlich den Morsezeichen. Je nach der Kombination der Impulse im Tele-

gramm kann man auch mit der „seriellen“ Methode beliebige Informationen übertragen.

Die Elektronik des Fahrzeugbausteins entschlüsselt diese Impulsfolgen. Der Fahrzeugbaustein „weiß“, welche Nummer seine Lok hat. Erkennt er eine ihm zugeordnete Anweisung, so führt er sie aus. Befehle, die nicht an ihn gerichtet sind, interessieren den Baustein überhaupt nicht. – Statt Entschlüsselung der Informationen hat sich im Computerdeutsch auch der Begriff „Decodierung“ eingebürgert; man spricht deshalb auch von Fahrzeugdecodern.

Jedes Fabrikat arbeitet mit verschiedenen elektronischen Kniffen, um das System möglichst störsticher zu halten. Kurze Kontaktstörungen dürfen die Schaltungsfunktionen natürlich nicht lahmlegen, und Kurzschlußfestigkeit ist auch eine sehr wichtige Forderung. Insgesamt ergibt sich ein doch ganz erheblicher schaltungstechnischer Aufwand. Die ersten Fahrzeugbausteine in den Entwicklungslabors der Hersteller waren Platinen in der Größe eines Schulheftes. Erst durch die Entwicklung „maßgeschneiderter“ integrierter Schaltungen wurde es möglich, die Bausteine so klein zu bauen, daß sie in den Modellbahnfahrzeugen Platz finden. Leider ist die Entwicklung solcher sogenannter kundenspezifischer Elektronikchips sehr aufwendig und erst bei großen Stückzahlen überhaupt rentabel.

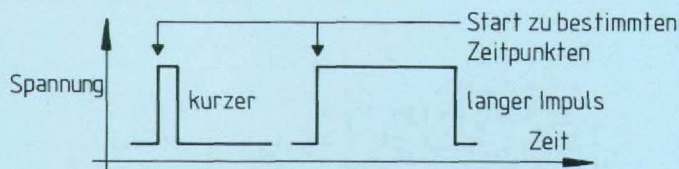
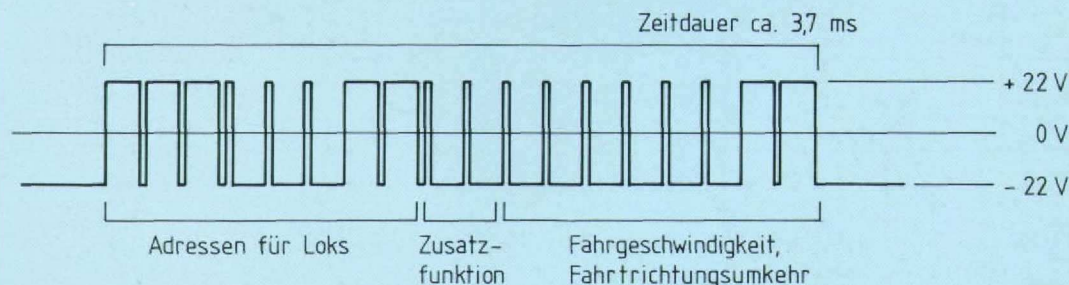


Bild 4. Signale der digitalen Modellbahnsteuerung. Links: der kurze Impuls bedeutet „0“, der lange „1“ im Dualzählensystem. Unten: So könnte das Datentelegramm für eine Lok aussehen.



NOCHMAL: DAS PRINZIP

1. Eine Zentraleinheit stellt am Gleis eine definierte Betriebsspannung für die Fahrzeuge bereit. Dieser Spannung sind elektronische Kommandos überlagert, die an die einzelnen Fahrzeugbausteine gerichtet sind. Auf diese Weise können mehreren Fahrzeugen auf dem selben Gleisstromkreis verschiedene Geschwindigkeitsstufen und Fahrtrichtungen vorgeben werden.

2. Jede Lok hat einen eingebauten Fahrzeugbaustein. Er erkennt, welche Anweisungen an seine Lok gerichtet sind, und läßt demnach den Motor vorwärts oder rückwärts, langsam oder schnell drehen. Die Funktion eines herkömmlichen Fahrpults befindet sich also im Fahrzeugbaustein.

Weichensteuerung: Das gleiche Prinzip

Glücklicherweise funktioniert die Weichenstellung nach dem gleichen Prinzip, so daß wir nicht mehr so weit ausholen müssen. Die Weichenantriebe werden über Weichenbausteine an das Digitalsystem angeschlossen, und diese haben dieselbe Funktion wie die Fahrzeugdecoder. Weichenbaustein X weiß dabei z.B., daß an ihn die Weichen Nr. 5, 6, 7 und 8 angeschlossen sind, fühlt sich daher durch den Befehl „Schalte Weiche 7 gerade!“ angesprochen und führt diese Anweisung aus.

Nicht um jeden Preis digitalisieren

Wichtig ist, daß diese digitalen Steuerungssysteme zwar bestechende Funktionen bieten, aber deshalb noch lange nicht als die „eierlegende Wollmilchsau“ gesehen werden dürfen: Eine kritische Betrachtung ist durchaus angebracht, vor allem wenn es um die Frage nach dem Sinn einer solchen Anschaffung für die eigene Anlage und die dort vorhandenen Gegebenheiten geht. Es ist wenig sinnvoll, bei einer Weichenstraße, die bislang mit der vorhandenen konventionellen Verdrahtung zufriedenstellend betrieben worden ist, die Weichen mit entsprechenden Bausteinen zu „digitalisieren“, wenn man nicht gleichzeitig z.B. die genannten Fahrstraßenfunktionen nutzen möchte. Unter Umständen kann man die konventionell verdrahtete Weichenschaltung mit einer einfacheren selbstentwickelten Elektronik oder gar mit einem Computer automatisieren.

Auch der Fahrbetrieb muß nicht um jeden Preis digitalisiert werden. Wer eine befriedigende Blockstreckenautomatik hat, mit Bremsstrecke vor den Signalen, sollte nicht auf „digital“ umrüsten.

Mehrzugbetrieb kann man schließlich auch durch die entsprechende Zuschaltung des jeweiligen Fahrpults auf die befahrene Strecke realisieren. Auch hier wieder Auto-

Schaltungsprinzip der seriellen Datenübertragung

