

MIBA MODELLBAHN PRAXIS

Gebhard
J. Weiß

MODELLBAHN ELEKTRONIK HANDBUCH

Marktübersicht:
Wer liefert was
zu welchem Preis?

Blocksysteme
Schattenbahnhöfe
Gleisbildstellpulte

Kompatibilität:
Was geht zusammen
und was nicht?

Elektronische
Fahrregler
Anfahr-Brems-
Bausteine
Umbauten
auf Fremdsysteme

Mehrzugsteuerungen:
Was sie können,
was sie kosten

Modellbahn und
Computer:
Ideen und Konzepte

Der Autor:

Gebhard J. Weiß, Jahrgang 1960. 1980 bis 1985 Studium an der Technischen Hochschule Darmstadt; Abschluß: Diplom-Bauingenieur. Zur Zeit tätig als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TH Darmstadt.

Gebhard J. Weiß ist seit etwa 15 Jahren Hobby-Elektroniker und (noch länger) Modelleisenbahner; er be-

treibt die Elektronik quasi als „Hobby im Hobby“, ohne dabei jedoch Elektronik nur um der Technik willen einzusetzen. Seit geraumer Zeit schreibt Gebhard J. Weiß als „GWF“ für die Kolumne „Praxis-Test“ in der MIBA Testberichte über industriell hergestellte Elektronik für die Modellbahn; außerdem hat er zahlreiche eigene Schaltungen veröffentlicht.

Modellbahn-Elektronik-Handbuch

Kaum eine andere Sparte der Technik hat in den letzten Jahren einen solchen Boom erlebt wie die Elektronik. Vom Eierkocher über die Thyristorzündung im Pkw bis zum Heimcomputer – überall findet man diese Technologie, und es gibt kaum einen Bereich des täglichen Lebens, der davon „verschont geblieben wäre“ – selbstverständlich auch nicht der Bereich der Hobbys, wovon uns natürlich der Modellbahnsektor besonders interessiert. Gab es noch vor zehn Jahren bestenfalls eine Handvoll Schaltungen zum Einsatz auf Modellbahnanlagen, so ist heute das Angebot fast unübersehbar groß geworden und reicht vom elektronischen Blinker am Bahnübergang bis hin zum digitalen Modellbahnsystem mit Anschluß an einen Heimcomputer. Nun, das Angebot wäre nicht da, wenn die Modellbahnelektronik nicht auch einen Markt hätte, und viel diskutiert wird die neue Technologie auch: Was ist mit Hilfe der Elektronik „machbar“? Wofür kann man sie einsetzen? Aber auch: Ist sie überhaupt erforderlich? Geht's nicht auch ohne teure und komplizierte Elektronik?

Wozu also Elektronik auf der Modellbahn?

Mancher Modellbahner setzt Elektronik ein, ohne sich dessen überhaupt bewußt zu sein! Wie das? Beispielsweise werden in vielen Modelllokomotiven für das Wechselstromsystem elektronische Umschaltrelais (für die Fahrtrichtung) serienmäßig eingebaut! In der Bedienung unterscheiden sich diese Loks in gar nichts von ihren Schwestern mit einem althergebrachten mechanischen Relais, sondern bestenfalls in der zuverlässigeren Funktionsweise dieses Bauelementes. Doch sollte dies nur als Beispiel dienen: In vielen Fällen kommt man beim heutigen Stand der Technik gar nicht mehr um die Elektronik herum! Vielerorts werden mechanische Baugruppen durch elektronische ersetzt, die keineswegs anfälliger oder empfindlicher, sondern im Gegenteil zuverlässiger, leistungsfähiger, robuster gegenüber Beanspruchungen und oft auch billiger als mechanische Bauelemente sind.

Doch gibt es für einen Modellbahner auch gute Gründe, in noch weiterem Umfang und „bewußt“ Elektronik einzusetzen. Wer Wert auf einen vorbildgetreuen Betrieb seiner Anlage legt und dabei auch das Fahrverhalten seiner Züge möglichst realistisch gestalten möchte, dem bieten sich mit elektronischen Schaltungen ein sehr weitgehender Bedienungskomfort und sehr vorbildgetreue Funktionen, denken wir z.B. an ein echt wirkendes automatisches Abbremsen und Wiederanfahren an einem Signal! Auch die Zugsicherungstechnik der „großen“ Eisenbahn kann als Vorbild dienen, um den Modellbahnbetrieb noch realistischer ablaufen zu lassen. Das Angebot an Schaltungen für diesen Bereich ist groß und reicht bis hin zu mikroprozessorgestützten Geräten, mit denen fast alle Funktionen eines Vorbild-Stellwerkes, wie Fahrstraßenschaltung, gegenseitige Verriegelung usw., nachgebildet werden können.

In jüngster Zeit kann man außerdem eine weitere Entwicklung beobachten. Manche Zeitgenossen schätzen und lieben an unserem Hobby in erster Linie die technische Seite, und dabei kann gerade die Modellbahnelektronik eine faszinierende Sache sein – es gibt nicht wenige, bei denen sie zum „Hobby im Hobby“ wird, ebenso wie bei anderen Kollegen etwa der Selbstbau von Lokomotiven. Und die Zahl dieser „Technik-Fans“ nimmt ständig zu. Nun, bei diesen Leuten steht die Beschäftigung mit der Elektronik als solcher im Vordergrund, und manchmal dient die Modellbahn nur als Anwendung – denken wir z.B. an einen Computer-Enthusiasten, der auf der Suche nach etwas, das er mit Hilfe seines Rechners steuern kann, bei seiner alten Modelleisenbahn gelandet ist und nun versucht, diese mit selbstgebaute oder käuflich erhältliche Elektronik an den Computer anzuschließen. Auch solche Hobbykollegen sind ein nicht zu übersehender Faktor und vor allem ein Käuferkreis für elektronische Schaltungen – das sollte man nicht vergessen!

Doch zurück zu „Otto Normalmodellbahner“ und zur wichtigsten prinzipiellen Frage, die sich ihm nun stellt: Ob er nämlich das Mehr an Leistungsmerkmalen und Funktionen, beispielsweise eines elektronischen Fahrreglers, wirklich braucht und ob es sinnvoll ist, dafür den Mehrpreis gegenüber z.B. einem einfachen Modellbahnfahrpult zu zahlen. Diese Frage muß nun jeder Modellbahner für sich selbst entscheiden. Wichtig ist dabei, sich darüber klar zu werden, welche Vorstellungen man mit dem Betrieb seiner Modellbahn verbindet. Will man seine Züge in erster Linie fahren sehen, vielleicht sogar automatisch? Oder besitzt man ein Bahnhofsdiorama, auf dem man wirklichkeitstreu rangieren möchte? Legt man Wert auf vorbildgetreue Geschwindigkeiten oder möchte man einfach „Modellbahn spielen“, etwa zusammen mit dem Filius? Auch die Größe der Anlage ist entscheidend. Man wird z.B. kaum ein Kleindiorama eines Nebenbahn-Endbahnhofes mit vier Weichen mit einer Fahrstraßensteuerung mit allen Raffinessen ausrüsten. Und noch eins muß man wissen: Was die betreffende Elektronik kann – und wieviel sie kostet. Hierzu will diese Broschüre eine kleine Hilfestellung bieten.

Kann man als Laie überhaupt Elektronik anwenden?

Manchem Modellbahner erscheinen elektronische Baugruppen irgendwie suspekt: Keine beweglichen Teile, ein Wirrwarr von Leiterbahnen und bunten Bauteilen, Drähten und Platinen. Bei althergebrachter Elektrik kann man sich die Funktion ja noch irgendwie vorstellen, etwa bei einem Relais. Aber bei einer Elektronikplatine? Selbst jemandem mit technischem Verständnis gibt sie ihr Geheimnis nicht so schnell preis!

Nun, die Funktionsweise ist also nicht so einfach zu erraten. Glücklicherweise ist das aber auch gar nicht in jedem Falle notwendig. Oder kümmern Sie sich darum,

wie Ihr Taschenrechner innen funktioniert, auf welche Weise er zwei Zahlen zusammenzählt? Sehen Sie, ganz ähnlich können Sie viele Baugruppen der Modellbahnelektronik betrachten: als sogenannte Black-Box, bei der es für den Anwender nur wichtig ist, welche Aufgabe der Baustein hat und wie er verdrahtet und bedient werden muß. Und das kann man in der Betriebsanleitung auf wenigen Seiten nachlesen. Die komplizierte Innenschaltung hingegen braucht gar nicht zu interessieren, und es ist ein Unding zu glauben, daß die Anwendung von Elektronik nur von Modellbahnern mit fundierten Kenntnissen durchzuführen sei. Wen's also nicht interessiert, der kann durchaus mit gutem Erfolg Elektronik einsetzen, ohne deshalb tiefer in die Materie einsteigen zu müssen.

Andererseits ist aber Elektronik auch kein Buch mit sieben Siegeln. Ihre Funktion ist keine Hexerei, sondern durchaus „verstehbar“! Es ist jedoch bei den meisten Menschen ein psychologisches Problem: In dem Moment, wo neue, unbekannte Thematik auf jemanden einstrahlt (wie es die Elektronik in diesem Fall zu tun scheint), reagiert der Mensch mit einer Blockade: „Ich bin totaler Laie und verstehe das sowieso nicht!“ Diese Schwellenangst ist nur natürlich (und auch dem Autor dieser Broschüre nicht fremd). Doch man sollte sich einer Sache bewußt sein: In jedem Fachgebiet – auch in der Elektronik – wird nur mit Wasser gekocht, und die Technik ist durchaus erlernbar. Nur Mut, liebe Modellbahner, auch Rom ist nicht an einem Tage erbaut worden, und nach und nach kann man sich doch ein bißchen Wissen aneignen! Wer das systematisch tun möchte, für den gibt es im Fachhandel ein breites Angebot an Elektronik-Lehrbüchern, auch solche für Hobbyelektronik, die anhand einfacher nachzubauender Schaltungen behutsam in die Thematik einführen (das Löten kann man nebenher auch erlernen). Auch mehrere Zeitschriften erscheinen zu diesem Thema: Für Anfänger seien hier z.B. „elex“, für weiter fortgeschrittene Hobbyelektroniker „Elo“, „Ektor“, „elv-Journal“ oder „elrad“ genannt.

Wozu diese Broschüre?

Wie bereits erwähnt, wächst das Angebot an elektronischen Schaltungen für Modellbahnzwecke immer mehr an. Das liegt unter anderem daran, daß auch sehr viele Klein- und Kleinstserienanbieter auf den Markt drängen. Außer Ideen für gute, funktionsfähige Schaltungen gehört seitens der Hersteller nämlich gar nicht allzu viel dazu, Elektronikbaugruppen zu produzieren – in finanzieller Hinsicht, natürlich, d.h. es sind keine großen Investitionen für teure Maschinen usw. erforderlich. So finden sich dann unter den Herstellern auch kleine Ingenieurbüros, die diese Marktlücke für sich entdeckt haben, ja sogar Ein-Mann-Betriebe. Und die Größe und der Ruf eines Herstellerbetriebes sagen im allgemeinen wenig über die Qualität und die „Durchdachtheit“ bezüglich Bedienung und Funktion der von dieser Firma produzierten Elektronikbaugruppen aus. Gerade die Großen der Branche mit ihrem auf zu verkaufende Stückzahlen hin orientierten Denken tun sich mit Elektronik oft ein bißchen schwer.

Die Folge der vielen Köche ist jedoch, daß jeder sein eigenes Süppchen kocht und sich wenig darum schert,

daß es zu dem paßt, was die Konkurrenz macht. Es gibt kaum eine Möglichkeit, zu überblicken, was alles auf dem Markt existiert, vor allem aber welche Alternativen zu welchem Preis zu dem Gerät X des Herstellers Y erhältlich sind. Besondere Fragen treten auf, wenn ein Modellbahner eine bestimmte Schaltung bereits verwendet und nun von einer anderen bzw. besseren Platine eines anderen Herstellers hört: Passen die beiden zusammen oder können sie nicht miteinander betrieben werden? Freilich sieht es jeder Hersteller gern, wenn man seinem System treu bleibt.

Verschiedentlich wurden in diesem Zusammenhang bereits Rufe nach einer Absprache bzw. Normung der Modellbahnelektronik laut, was an sich durchaus ein erstrebenswertes Ziel wäre. Aber seien wir doch realistisch: Normen aller Art können stets nur dann durchgesetzt werden, wenn sich dafür hinreichende wirtschaftliche Vorteile ergeben und wenn eine ausreichende Nachfrage vorhanden ist. Und es ist wohl auch heute noch so, daß – verglichen mit der Gesamtzahl der Modelleisenbahner – die Elektronik nur von einer zahlenmäßig geringeren Gruppe angewandt wird. Ein weiteres kommt hinzu: Manche besonders ausgefeilten Schaltungsfunktionen lassen sich gerade dann besonders effektiv realisieren, wenn der Schaltungsentwickler nicht an einer Norm bezüglich des Anschlusses der Schaltung gebunden ist und etwa Trennstellenanordnungen bei Blocksystemen beliebig vornehmen kann. Auf diese Art kann dann z.B. ein Oberleitungsstromkreis mit überwacht werden. Doch dies nur als Beispiel.

Diese Broschüre soll daher in erster Linie eine Marktübersicht sein, ein Handbuch, in dem die meisten heute im Handel erhältlichen Schaltungen in ihrer Funktion beschrieben und einander gegenübergestellt werden – neutral und „überparteilich“. Neben diesen Einzelbeschreibungen sollen gleichartige, in ihrer Funktion vergleichbare Schaltungen (z.B. alle elektronischen Fahrregler) auch in Tabellen zusammengefaßt werden. Für einen effektiven Vergleich genügt jedoch ein einfaches Aneinanderreihen von Katalogdaten nicht. Deshalb sollen auch einige Grundlagen der Modellbahn-Elektrotechnik und -elektronik besprochen werden. Dies ist insbesondere wichtig, um das Prinzip einzelner Schaltungs„gattungen“ zu verstehen und um beurteilen zu können, ob man z.B. ein Blocksystem mit Anfahr-Brems-Funktion zusammen mit einem elektronischen Fahrregler betreiben kann – die Verträglichkeit oder auch „Kompatibilität“ verschiedener Systeme, wie man das heute bekanntlich nennt.

Hingegen kann hier nicht aufgezählt werden, welche Geräte welcher Hersteller mit welchen Baugruppen welcher anderer Firmen garantiert verträglich sind und wie sie verschaltet werden müßten! Solche eingehenden Fragen wissen meist die Hersteller selbst nicht aus dem Stegreif zu beantworten, und dies herauszufinden bzw. zu testen wäre eine Lebensaufgabe für den Autor. Sollte es also in einem bestimmten Fall wirklich nicht ersichtlich sein, ob eine bestimmte Kombination funktioniert oder nicht: Bei den Firmen nachfragen oder – die Sache einfach ausprobieren! An die Hersteller sei appelliert, sich doch darüber mal etwas mehr Gedanken zu machen; leider wird nämlich in den meisten Betriebsanleitungen dieses Problem recht stiefmütterlich behandelt.

Der Gedanke macht ihn blaß, wenn er fragt: Was kostet das?

Beim Durchblättern dieser Broschüre wird man auch Preisangaben finden, da diese für eine Gegenüberstellung einzelner Fabrikate unerlässlich sind. Dazu vielleicht noch ein paar Worte: Elektronische Schaltungen haben den Ruf, verhältnismäßig teuer zu sein, und wenn man mal so zum Spaß eine Preisliste durchblättert, möchte man dem auch recht geben. Der Preis setzt sich nun aus mehreren Komponenten zusammen: Materialkosten (dabei sind mechanische Bauteile in übrigen teurer als elektronische Komponenten), Montage, das Prüfen der Platinen und schließlich die Entwicklungskosten, die ja auf die Serie umgelegt werden müssen. Elektronik ist ihren Preis also durchaus wert!

Weiterhin zu nennen ist eine nicht unbeträchtliche Handelsspanne, und die Preise für dasselbe Gerät können in verschiedenen Fachgeschäften gelegentlich um bis zu 30 Prozent unterschiedlich sein! Es lohnt sich also durchaus, Preise zu vergleichen und evtl. einmal in einer anderen Stadt nachzufragen (leider sind lokale Preisabsprachen durchaus „im Rahmen des Möglichen“). Günstig „fährt“ man auch bei Fabrikaten, die auf dem Versandwege direkt vom Hersteller bezogen wer-

den, etwa von verschiedenen Kleinserienherstellern (die im Falle der Elektronik keineswegs teurer als Großserienfabrikate sind!). Da hier kein Zwischenhändler eingeschaltet ist, sind die Preise naturgemäß günstiger. Freilich bekommt man dabei aber auch nicht die Beratung, wie sie der gute Modellbahn-Fachhandel durchaus liefern kann! (Im Spielwarengeschäft an der Ecke sieht's freilich oft anders aus, aber diese Problematik ist zur Genüge bekannt!).

Die in dieser Broschüre angegebenen Preise wurden bei Firmen, die direkt an den Modellbahner liefern, aus deren Preislisten entnommen; bei nur im Fachhandel erhältlichen Fabrikaten wurden in mehreren Fachgeschäften Preise erfragt und ein ungefährrer Richtwert angegeben, der allerdings bei verschiedenen Händlern nach oben oder unten abweichen kann.

Noch eins: In dieser Broschüre wurden eine Menge von Daten und Beschreibungen zusammengestellt, die jeweils auf Angaben der Hersteller der betreffenden Schaltungen beruhen, z.T. auch auf eigenen Erfahrungen mit diesen Produkten. Sollten Sie daher einen Irrtum oder eine sonstige „Ente“ entdecken, sind wir für Hinweise dankbar. Selbstverständlich können wir für eventuelle Irrtümer keine Haftung übernehmen. – Die Preisangaben beziehen sich auf den Redaktionsschluß dieser Marktübersicht im Mai 1986.

Alle Zeichnungen stammen ebenso wie Bild 43 vom vom Verfasser bzw. aus dem MIBA-Archiv. Für die freundliche Überlassung von Bildmaterial für die beschriebenen Schaltungen bedanken wir uns bei folgenden Firmen: Arnold, Berg + Broman, Fleischmann, Gebhardt, Hartel, Herkat, Hoetzs, Klingeberger, Lauer, Märklin, Minitec, NMW, REPA, Roco, P + P Elektronik, Schröder + Mertens, s.e.s, Trix, Uhlenbrock sowie ZIMO.

Der Lokführer . . .

...oder: Wie man eine Modell-Lok dazu bringt, so schnell oder langsam zu fahren, wie man will – und noch dazu in die richtige Richtung!

Es ist morgens 5.30 Uhr. Soeben hat Lokführer Schmidtke im Bw des Großstadtbahnhofes seinen Dienst angetreten. Seine 44er hat heute als Planleistung den Dg 5081 nach Hannover Rbf zu fahren. Eben betritt der Meister den Rundschuppen, um die Maschine zu übernehmen. Sein Heizer Langemann ist schon mit dem Abschmieren des Dreizylinders fertig und hantiert mit Bläser und Kohlschaufel, denn bis zur Abfahrt ist es nicht mehr weit. Schmidtke inspiziert die Maschine; alles in Ordnung. Langsam wird es Zeit, sich in Richtung Rangierbahnhof in Bewegung zu setzen. Die Drehscheibe schwenkt schon herum und rastet am Gleisstützen ein. Schmidtke kurbelt die Steuerung auf „rückwärts“, löst die Bremse und öffnet den Regler ganz wenig. Mit zischenden Schlammhähnen setzt sich die Maschine ganz langsam in Bewegung und rollt in Dampfswaden gehüllt auf die Drehscheibe, wo sie zum Stehen kommt. Der Maschinist im Drehscheibenhäuschen wendet die 44 auf das Ausfahrgleis. Rumpelnd fährt sie von der Scheibe und raucht mit verhaltenen Auspuffstößen in Richtung Rangierbahnhof davon.

Atmosphäre des Großbetriebes, die die meisten von uns in ihren Bann zu ziehen vermag! Auch wenn der Dampfbetrieb beim Vorbild schon lange vorüber ist, die 44er den Weg allen Eisens gegangen ist und stattdessen Neubaustrecken und schnittige ICE-Hochgeschwindigkeitszüge das Bild der neuen Zeit prägen, hat die Eisenbahn noch nichts von ihrer Faszination verloren. Es bleibt immer noch so ein wenig eines unerfüllten Bubenraumes: Lokführer müßte man sein!

Und viele Väter, viele Söhne sind begeisterte Lokführer – im Kleinen! Kann man sich doch die Eisenbahn im Maßstab 1:87, 1:160 oder noch kleiner ins Wohnzimmer holen und den Großbetrieb auf der Modellbahnanlage nachvollziehen – mit kaum weniger Faszination als in natura!

Diese Broschüre soll nun die Modellbahnelektronik zum Thema haben, und das erste Kapitel ist dem Lokführer gewidmet? Ganz recht! Steigen wir nun also ein in die Modellbahntechnik und betrachten wir einmal die Dinge, mit denen der Minilokführer seine Maschine steuert! Sehr einfach, wird mancher sagen. Ein Modellbahntrafo, zwei Drähte zum Gleis, Lokomotive draufstellen, das ist alles! Doch hoppla – hat man da nicht im Prospekt der Firma XY etwas vom „eingebauten Lokführer“ gehört? Und dann sind doch neuerdings auch „digitale“ Lokomotiven erhältlich! Und überhaupt gibt es ja ganz verschiedene Fabrikate und Systeme! Grund genug, diese Dinge zunächst einmal ganz grundlegend zu beleuchten.

Wer das folgende nun alles bereits weiß, der möge getrost weiterblättern. Nichtsdestotrotz sollte eine Schrift wie diese auch ein bißchen auf die Elektrik an sich eingehen. Hier sind zunächst natürlich nur die „konventionellen“ Systeme gemeint. Was sich „digital“ oder dergleichen nennt, hat eine andere Philosophie und bekommt in dieser Broschüre auch ein spezielles Kapitel. – Also: Altbekannte Technik. Worum geht's? Nun, zunächst einmal: Welche Stromsysteme für die Modellbahn gibt es denn überhaupt?

Stromsysteme für die Modellbahn

Bekanntermaßen wird der Fahrstrom zum Betrieb der Fahrzeuge über die Schienen übertragen. Verschiedene Modellbahnfabrikate unterscheiden sich hier nun

- in der Anzahl der Schienen im Gleis (nur zwei, oder, mit Mittelleiter, drei?)
- in der Anzahl der elektrischen Leiter (das ist nicht dasselbe, denn z.B. das Märklin-System hat drei Schienen, aber nur zwei Leiter, weil die beiden Fahr-schienen elektrisch miteinander verbunden sind!)
- in der „Stromart“, mit der das System betrieben wird. Es gibt Gleich- und Wechselstrombetrieb; dabei ist insbesondere interessant, wie das Vorwärts- und Rückwärtsfahren bewerkstelligt wird.

So gibt es beispielsweise in der Baugröße H0 als meistverbreitetes System den Zweischienen – Zweileiter – Gleichstrombetrieb (Nein, diese Bezeichnung hat weder der Autor dieser Broschüre noch die MIBA-Redaktion verbrochen; das ist allgemein die fachlich richtige Bezeichnung dafür!). Das Gleis besitzt keinen Mittel-leiter und kann damit sehr vorbildgetreu ausgebildet werden. Beide Fahr-schienen fungieren als Hin- und

Bild 1. Schematisches „Innenleben“ einer Modell-Lokomotive für das Zweischienen-Gleichstrom-System (Antriebssteile etc. nicht gezeichnet). Der Motor erhält seine Betriebsspannung über gegeneinander isolierte Metallräder und Radschleifer von den Schienen; dabei ist die in Fahrtrichtung rechts liegende Schiene stets der Pluspol.

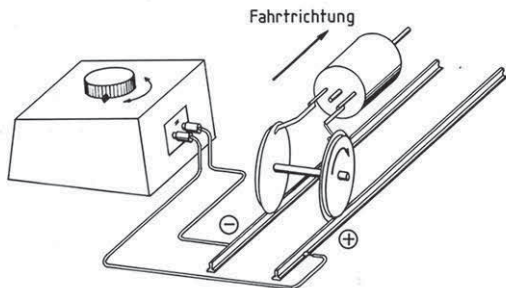
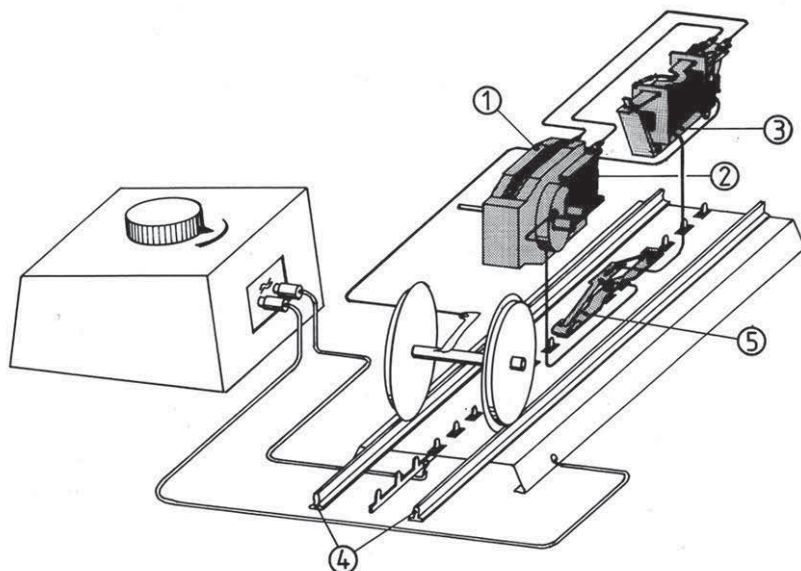


Bild 2. Hier nun die wichtigsten Bauteile einer Lokomotive für das Märklin-Wechselstromsystem: Neben dem Wechselstrommotor (1) mit Feldwicklung (2) ist ein Umschaltrelais (3) erkennbar. Dieses reagiert auf einen 24 V-Überspannungsimpuls und schaltet die Fahrtrichtung durch Wechseln der Feldspulenanschlüsse um. Beide Fahrschienen sind elektrisch miteinander verbunden (4). Die Lok bezieht ihren „Saft“ aus dem punktkontaktförmigen Mittelleiter über einen Skischleifer (5); die Rückleitung erfolgt über die nicht gegeneinander isolierten Metallräder und beide Fahrschienen.



Rückleiter. Die Fahrzeuge besitzen Gleichstrommotoren, die durch Umpolen der Betriebsspannung ihre Drehrichtung und damit die Fahrtrichtung des Modellzuges ändern.

Die Polarität der in Fahrtrichtung rechts liegenden Schiene ist der Pluspol – das ist genormt! Der Strom fließt also durch die rechte Schiene zur Lok und durch die linke Schiene zurück (Bild 1). Bei Rückwärtsfahrt ist alles genau umgekehrt – aber dann ist ja auch rechts da, wo der Daumen links ist, also stimmt's doch wieder! Plus ist offenbar *immer* in Fahrtrichtung gesehen rechts!

Weiterhin ist es üblich, bei Modellen mit Achsschleifern, die pro Achse nur auf einer Seite mit einem unisolierten Rad den Strom abnehmen, diese stromabnehmenden Räder vorn rechts und hinten links anzuordnen. Eine solche Anordnung findet man relativ häufig, z.B. bei der Fleischmann – BR 65. Wichtig ist das für den Bau von bestimmten Schaltungen, die auf den Fahrstrom der Lok reagieren, so z.B. manche Besetzmeldungen und Blocksysteme.

Besitzer des Fabrikates Märklin frönen hingegen dem *Dreischienen – Zweileiter – Wechselstrombetrieb*. Der unvermeidliche Mittelleiter besteht hier aus optisch unauffälligen Punktkontakten. Beide Fahrschienen sind elektrisch verbunden, deshalb drei Schienen, aber nur zwei Leiter. Die Loks besitzen einen Motor, der auch mit Wechselstrom betrieben werden kann. (Es muß übrigens nicht unbedingt Wechselstrom sein – das Maschinenchen ist ein sogenannter Allstrom-Motor und „frißt“ durchaus auch Gleichstrom, doch dies nur nebenbei!) Jedenfalls kann seine Drehrichtung aber nicht durch einfaches Umpolen der Fahrspannung geändert

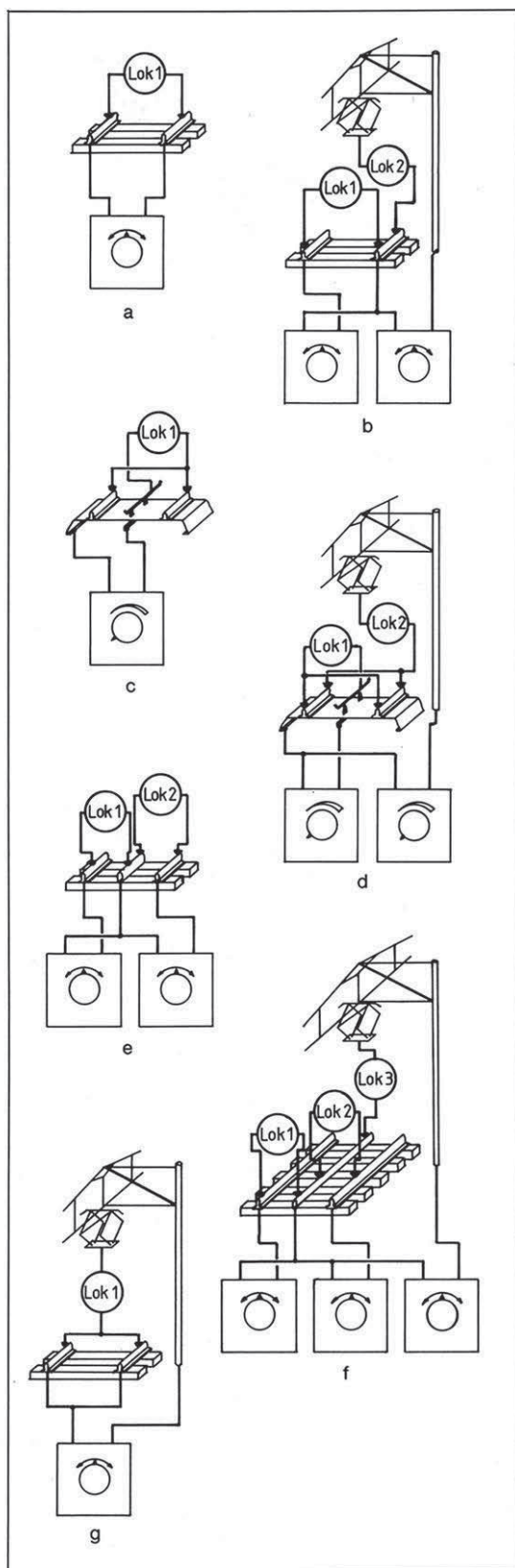
werden (denn umgepolter Wechselstrom ist immer noch Wechselstrom). Wie dann? Nun, wer schon einmal eine Märklin-Lok geöffnet hat, weiß, daß sich darin neben dem Motor noch ein Umschaltrelais befindet (Bild 2), das auf Überspannung reagiert. Immer wenn dieses Bauelement nun eine „Ohrfeige“ von 24 V bekommt – das ist immer dann der Fall, wenn man den Fahrregler nach links in die bewußte Stellung dreht – schaltet es die Motordrehrichtung um, indem es die Feldspule des Motors umpolt. Dazu aber gleich noch mehr.

Schließlich gibt es noch den *Dreischienen-Dreileiter-Gleichstrombetrieb* (Fabrikat Trix-Express). Hm, drei Leiter? Ein Stromkreis benötigt doch nur einen Hin- und einen Rückleiter! Richtig, und der Clou ist dabei die Tatsache, daß zwei Stromkreise insgesamt nur drei Leiter benötigen, da sie sich als Rückleiter durchaus eine einzige Schiene teilen können. Deshalb kann man bei diesem System auch ohne sonstige Finessen zwei Züge unabhängig voneinander auf einem Gleis fahren lassen!

In den Baugrößen TT, N und Z gibt es nur den Zweischienen-Gleichstrombetrieb, ebenso zumeist in den größeren Spurweiten. Eine Ausnahme ist die Spur I von Märklin; hier handelt es sich um ein Zweischienen-Zweileiter-Wechselstromsystem.

Im Zusammenhang mit diesem Kapitel muß auch das Thema Oberleitung erwähnt werden. Damit ist in jedem Fall ein zusätzlicher Leiter möglich, der zum unabhängigen Betrieb eines weiteren Zuges genutzt werden kann (vgl. Bild 3).

Beschränken wir uns im folgenden nun einmal auf die beiden meistverbreiteten Systeme und sehen wir uns einmal einige prinzipielle Vor- und Nachteile des Zwei-



schienen-Gleichstrom- und des Dreischienen-Wechselstrombetriebes an. Beginnen wir beim Märklin-System: Da das Gleis symmetrisch beschaltet ist, können beliebige Gleisfiguren ohne jede Einschränkungen aufgebaut werden, auch Kehrschleifen und Gleisdreiecke, bei denen die beiden Fahrstrassen miteinander verbunden würden (ein H0-Mensch, der die Strecke einer Kehrschleife auf einer Fahrstrasse entlangbalanciert, kommt irgendwann wieder an seinen Ausgangspunkt, allerdings jetzt auf der anderen Schiene! Das kann man sich anhand einer Zeichnung leicht vergegenwärtigen.). Das ist natürlich in bestimmten Fällen ein großer Vorteil, beispielsweise bei Spielbahn-Anlagen, wo die Gleise jeden Tag anders zusammengesteckt werden.

Diese Möglichkeit des freizügigen Gleisaufbaus hat man bei allen Mittleitergleisen mit elektrisch verbundenen Fahrstrassen – auch das Trix-Express-System kann so betrieben werden. Auch bei echtem Oberleitungsbetrieb, bei dem wie beim Vorbild die Fahrstrassen elektrisch verbunden sind, ist diese Symmetrie gegeben. Dies macht man gelegentlich bei Straßenbahnanlagen, wo alle Fahrzeuge mit einem Stromabnehmer ausgerüstet sind. Zudem können dann auch komplizierte, straßenbahn-typische Gleisverbindungen ohne übermäßigen Aufwand an Trennstellen gefertigt werden. Doch dies nur nebenbei.

Ein kleiner Nachteil des Märklin-Systems sind hingegen die genannten Umschaltrelais, da deren Betätigung doch oft etwas illusionsstörend wirkt (Aufblitzen der Stirnbeleuchtung, Schnarren, Rucken der Fahrzeuge usw.). Bei Mehrfachtraktion oder Vorspannfahrten, also wenn mehrere Loks gleichzeitig von einem Fahrregler aus gesteuert werden sollen, kommt es auch hin und wieder vor, daß nicht alle Loks gleichzeitig umschalten. Abhilfe schaffen hier elektronische Fahrtrichtungsschalter, dazu jedoch später mehr!

Bild 3 a–g. Verschiedene Strom- und Gleissysteme für Modellbahnen:

- Zweischienen-Zweileiter-Gleichstrombetrieb
- Zweischienen-Gleichstrom-Betrieb mit Oberleitung: Es lassen sich auf einem Gleis zwei Züge unabhängig steuern.
- Dreischienen-Zweileiter-Wechselstrombetrieb (Fabrikat Märklin)
- Oberleitung beim Dreischienen-Wechselstrombetrieb. Auch hier die Möglichkeit eines zweiten Zuges.
- Dreischienen-Dreileiter-Gleichstrombetrieb: Auch ohne Oberleitung lassen sich bereits auf einem Gleis zwei Züge unabhängig steuern (Fabrikat Trix-Express).
- Trix-Express-System mit Oberleitung: Hier ist sogar ein Dreizugbetrieb möglich – ohne alle Schaltungsstricks oder gar Elektronik!
- Und so funktioniert's bei der Bundesbahn: Echter Oberleitungsbetrieb; beide Schienen sind elektrisch miteinander verbunden. Auch das ist im Modell machbar, wenn man ausschließlich Fahrzeuge mit Stromabnehmern einsetzt (z.B. bei Straßenbahn-Anlagen).

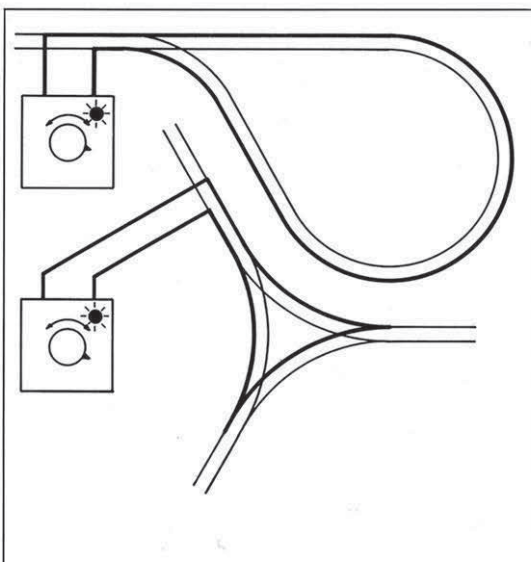


Bild 4. Kehr- oder Dreieckschleifen führen bei Zweischienen-Systemen zu einem Kurzschluß (dick eingezeichnet). Es müssen Trennstellen vorgesehen werden. Zu diesem Thema wird jedoch noch einiges zu sagen sein.

Das Zweischienen-Gleichstrom-System hat demgegenüber diese Vorrichtung nicht nötig; die Züge sind vom Fahrregler aus eindeutig vor- und rückwärts steuerbar. Leider erkauft man sich dies mit der Tatsache, daß die genannten Kehr- und Dreieckschleifen hier nur mit einem elektrischen Aufwand realisiert werden können, um Kurzschlüsse zwischen den Fahrsschienen zu vermeiden. Auch dieses Problem wird noch eingehender behandelt.

Ein weiterer Vorteil des Wechselstromsystems à la Märklin ist eine relativ hohe Kontaktsicherheit, was die Stromaufnahme der Lokomotiven vom Gleis betrifft. Der relativ lange Skischleifer gleitet über die Punktkontakte und wird dabei dauernd „blankgekratzt“; eine Abpolsterung durch Staub, Fusseln o.ä. ist kaum zu befürchten. Die Stromrückführung erfolgt über sämtliche Räder der Maschine und ist daher auch recht kontaktsicher.

Das soll jedoch nicht heißen, daß beim Zweischienen-Gleichstrom-System kein kontaktsicheres Fahren möglich wäre! Doch zeigen manche Lokomotiven, die herstellereitig nur dürtig mit Stromaufnahmepunkten versehen wurden, hier ein unbefriedigendes Verhalten, indem sie zu häufigen Aussetzern neigen. „Allradfahrzeuge“, die den Strom über möglichst viele Achsen aufnehmen, haben meist bessere Fahreigenschaften, doch hängt das auch noch vom eingebauten Motor und Getriebe ab.

Generell sollte man daher – auch beim Wechselstromsystem – in gewissen Zeitabständen die Schienen der Anlage säubern, evtl. auch einen Schienenputzwagen mitlaufen lassen und auch der Sauberkeit der Rad- und Lokräder etwas Aufmerksamkeit schenken. Staub und Fusseln entfernt man mit einer spitzen

Pinzette, und die Radreifen werden mit einem benzinge-tränkten Papiertaschentuch gereinigt. Der nunmehr bessere Kontakt zwischen Rad und Schiene führt übrigens auch zu einem Minimum an Funkstörungen.

Mehrere Züge auf einem Gleis

Eine eingreifende Beschränkung einer Modellbahn nach herkömmlicher Konzeption ist die Tatsache, daß es nicht ohne weiteres möglich ist, mehrere auf einem Gleis stehende Lokomotiven unabhängig voneinander zu steuern, wie dies beim Vorbild ja möglich ist, da jede Maschine ihren eigenen Lokführer besitzt. Ein abwechselnder Betrieb, bei dem immer nur eine Lok unterwegs ist und alle anderen Triebfahrzeuge auf abgeschalteten Gleisabschnitten stehen, ist zwar schön und gut, aber auf die Dauer langweilig. Man kann auch zwei Lokomotiven als sogenannte Doppeltraktion oder Vorspannfahrt vor einen Zug hängen und mit einem Fahrregler steuern, aber ein echter Mehrzugbetrieb ist das auch nicht!

Welche Möglichkeiten gibt es nun aber, mehrere Züge gleichzeitig fahren zu lassen? Über den Trick, mehrere Stromleiter einzusetzen – also eine Oberleitung zu installieren oder ein Dreileitersystem zu verwenden – haben wir bereits gesprochen. Damit sind immer zusätzliche Züge möglich. Bild 3 zeigt das für verschiedene Gleissysteme.

Was ist denn sonst noch denkbar? Der erste Gedanke besteht doch einfach darin, die Gleisanlage elektrisch in mehrere Kreise einzuteilen, z.B. bei einer zweigleisigen Ringstrecke die beiden Gleise! Jeder Stromkreis wird mit einem eigenen Fahrregler verbunden, und schon können entsprechend viele Züge unabhängig ihre Runden drehen. Auf jeder Weihnachts-Anlage, auf der ein Vater und mehrere Filiusse gleichzeitig spielen wollen, wird das wohl so gemacht! Probleme gibt's eigentlich nur dann, wenn ein Zug in einen anderen Abschnitt hineinfahren soll. Insbesondere bei Gleichstrombetrieb muß man unbedingt die beiden Fahrregler der aneinandergrenzenden Kreise in dieselbe Stellung bringen, sonst entsteht beim Überfahren der Gleisverbindung ein „saftiger Kurzer“!

Dieses simple Prinzip der Einteilung der Gleisanlage in mehrere elektrische Abschnitte, von denen jeder fest mit einem eigenen Fahrpult verbunden ist, hat sogar einen Namen: Es ist als Abschnitts-Schaltung oder kurz A-Schaltung bekannt geworden (Bild 5 und 6).

Man kann aber auch noch einen Schritt weiter gehen. Wieder teilt man die Gleisanlage in verschiedene elektrische Abschnitte ein, die nun aber nicht immer demselben, sondern wahlweise verschiedenen Fahrreglern zugeschaltet werden können!

Was bringt das nun? Anders als bei der A-Schaltung kann nun jeder Zug bei seinem Weg über die verschiedenen Gleisabschnitte der Anlage „seinen“ Fahrregler behalten, indem dieser immer auf die Abschnitte geschaltet wird, die der Zug gerade befährt. Es ist eigentlich nirgends ein Wechsel des Fahrreglers erforderlich! Auch der Einsatz mehrerer Züge ist unkompliziert: Sobald ein Zug einen Gleisabschnitt freigegeben hat, kann dieser wieder einem anderen Fahrregler zugeordnet und von einem anderen Zug befahren werden. Dieses Schaltungsprinzip ist als Zuordnungs- oder Z-Schaltung bekannt. Ein konkretes Beispiel für einen kleinen Bahnhof zeigt Bild 7.

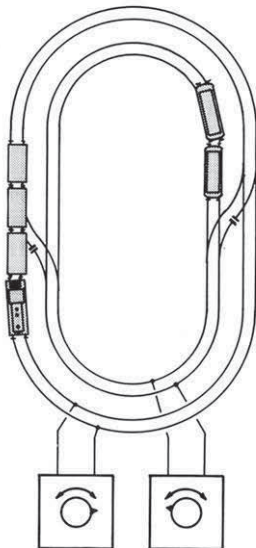
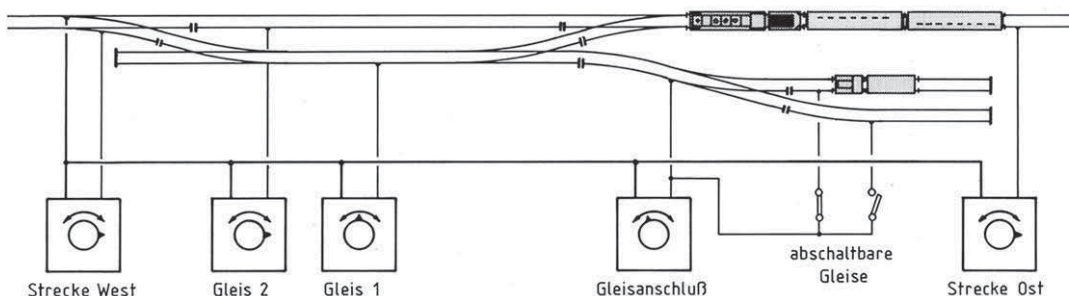


Bild 5. Einfachste Form einer Abschnitts- oder A-Schaltung: eine Spielanlage mit zwei Parallelkreisen, von denen jeder von einem eigenen Fahrregler gespeist wird.

Bild 6. Ein Bahnhof auf einer etwas anspruchsvolleren Anlage, ebenfalls in A-Schaltung: Auch hier ist die Gleisanlage elektrisch in verschiedene Abschnitte getrennt und jeder Abschnitt mit einem eigenen Fahrregler versehen. Ein Zug, der seinen Weg auf der Anlage verfolgt, wechselt also ständig das Fahrpult. Damit dies sicher vonstatten geht, müssen „aneinandergrenzende“ Regler vor dem Überfahren der Trennstelle zumindest auf dieselbe Fahrtrichtung eingestellt werden (hier etwa die Regler „Strecke Ost“, „Gleis 2“ und „Strecke West“ bei der Durchfahrt des Schnellzuges). Mit dem getrennten Fahrpult für den Gleisanschluß kann währenddessen dort rangiert werden. Zur Einsparung von Fahrreglern können selbstverständlich auch abschaltbare Gleise vorgesehen werden.



Man kann dieses Prinzip nun recht weitgehend „ausreizen“, indem man eine Vielzahl solcher schaltbarer Gleisabschnitte vorsieht. Dabei sollte aber nicht vergessen werden, daß die Verkabelung und Verschaltung sehr schnell recht umfangreiche Dimensionen annehmen kann! Auch die Bedienung mit dem „Hinterher-schalten“ der betreffenden Fahrregler ist nicht allzu komfortabel. Dies ist Grund genug, über die Möglichkeit einer Automatisierung nachzudenken. Wie wir noch sehen werden, bieten in der Tat einige Hersteller Baugruppen an, mit deren Hilfe die Bedienung einer Z-Schaltung vereinfacht werden kann.

Zurück zum Mehrzugbetrieb auf einem Gleis. Mit den Fortschritten in der Elektronik eröffneten sich auch noch einige andere Möglichkeiten, die hier vorgreifend angesprochen werden sollen:

Der Grundgedanke aller elektronischen Mehrzugsysteme ist die Idee, mit Hilfe unterschiedlicher elektrischer Signale mehrere Loks getrennt zu steuern. Ein Steuergerät mischt diese Steuersignale und legt sie einfach über zwei Strippen ans Gleis, und ein elektroni-

scher Baustein in jedem Triebfahrzeug sucht die jeweils passenden heraus!

Technisch gibt es hierfür mehrere Möglichkeiten:

- Sogenannte Tonfrequenz-Mehrzugsteuerungen verwenden Wechselströme unterschiedlicher Frequenz, um damit mehrere Fahrzeuge anzusprechen. Dieses Prinzip ist der Nachrichtentechnik entlehnt: Jedes Radio funktioniert auf diese Art und Weise. (Nur geschieht das hier natürlich nicht drahtlos, sondern die elektrischen Signale werden über die Schiene übertragen.)
- Eine zweite, „modernere“ Methode arbeitet auf digitalem Wege. Ein kleiner Computer im Steuergerät legt, in Form elektrischer Impulse verschlüsselt, z.B. den Befehl „Lok 01: Fahre mit Fahrstufe 15“ ans Gleis, und ein Baustein in der 01 erkennt diesen Befehl und führt ihn aus. Mit solchen Systemen lassen sich ohne größeren Aufwand sehr viele Züge gleichzeitig steuern und außerdem noch Zusatzfunktionen wie z.B. Weichen und Signale schalten. Hier sollen diese Geräte daher wegen ihrer Vielseitigkeit als digitale Modellbahnsysteme bezeichnet werden.