

# PC-Vollsteuerung

Die digitale Mehrzugsteuerung eröffnete der Modellbahn vor über 20 Jahren neue Perspektiven. Die Kombination mit dem PC und entsprechender Software geht noch einige Schritte weiter in Richtung echter Betriebsabläufe der Bahn. Ein Erfahrungsbericht eines echten Profis mit der PC-gesteuerten digitalen Modellbahn.

Von Rudolf Joerg

**M**it meiner Modellbahn stelle ich Ihnen eine ganz besondere Anlage vor: Sie werden darauf keine schönen, detailreichen Landschaften und Miniaturen antreffen. Die Besonderheiten liegen in einer anspruchsvollen Streckenführung, in der weit getriebenen Anwendung des Digitalsystems mit automatisiertem und dichtem Zugverkehr. Alle diese Eigenheiten lassen sich nicht fotogen darstellen. Deshalb versuche ich einerseits, in einem Erlebnisbericht die Realisierung der Anlage und der eingesetzten Mittel zu beschreiben. Andererseits bemühe ich mich, dem Leser den Aufbau und die Anwendung eines Digitalsystems in möglichst vielen Facetten vorzustellen: mögliche Vorgehensszenarien, konkrete Erläuterungen zu den eingesetzten Komponenten, zum schrittweisen Ausbau und schlussendlich zum grossen Fahrvergnügen.

Für den künftigen Anwender einer Digitalsteuerung habe ich im Text eine Orientierungshilfe eingetragen: Mit eingerückten und gerahmten Textblöcken sind die Ausbauschritte besonders hervorgehoben:

- ▶ Die digitale Grundstufe: Fahren
- ▶ Digital steuern I : Weichenstrassen
- ▶ Digital steuern II : Streckenblock
- ▶ Digitaler Vollausbau: Steuerung mit Software und mit visueller Anzeige

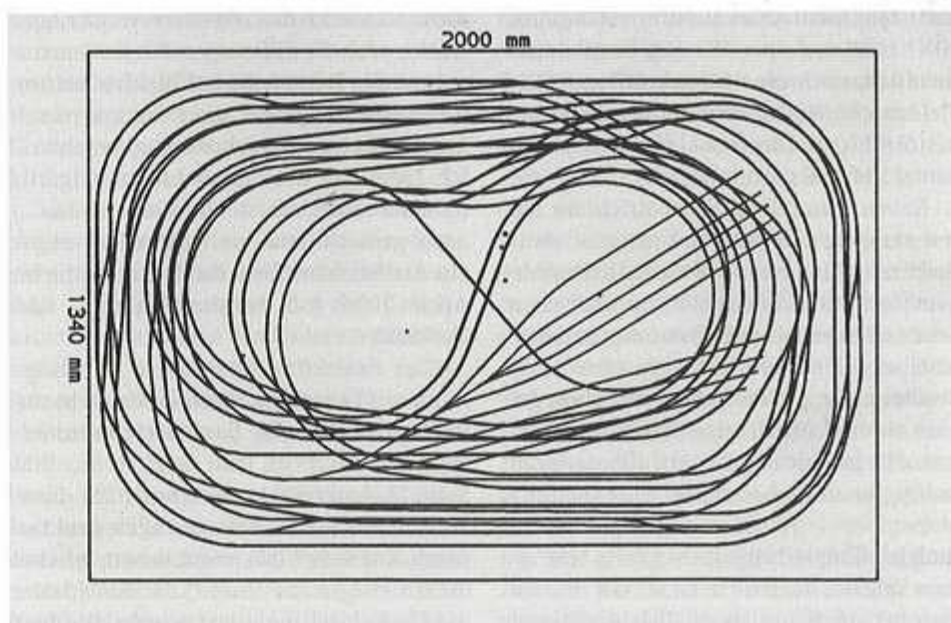
Vielleicht gelingt es mir damit, den einen oder andern Leser zum Einstieg in diese faszinierende und zukunftsweisende Welt der Digitaltechnik zu motivieren, vielleicht kann ich Modellbauer animieren, eine bestehende Digitalbahn weiter auszubauen.

## Mein neues Hobby

Als ich mich im Frühjahr 2003 mit dem

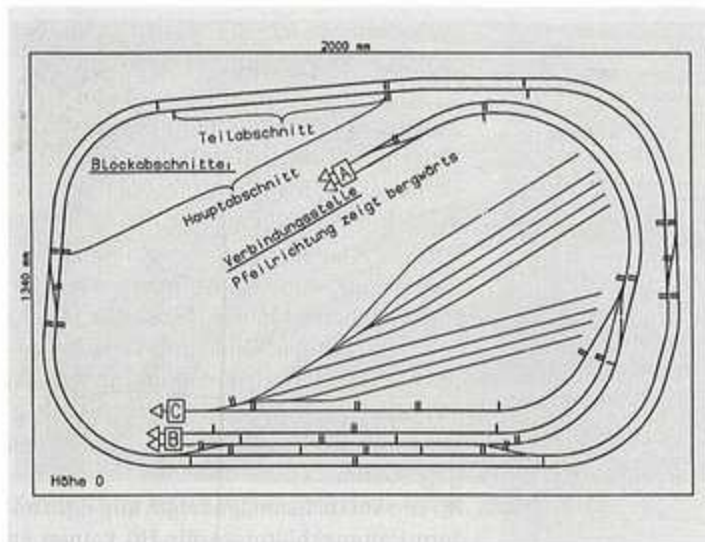


Gesamtansicht der voll digitalisierten N-Anlage mit PC-Steuerung. (Bild 1)

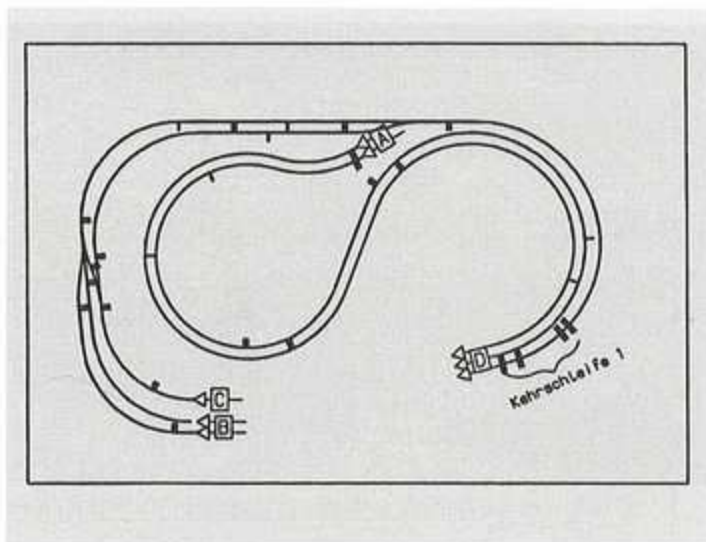


Alle Ebenen der Anlage übereinander dargestellt, die Komplexität ist durchaus gewollt. (Bild 2)

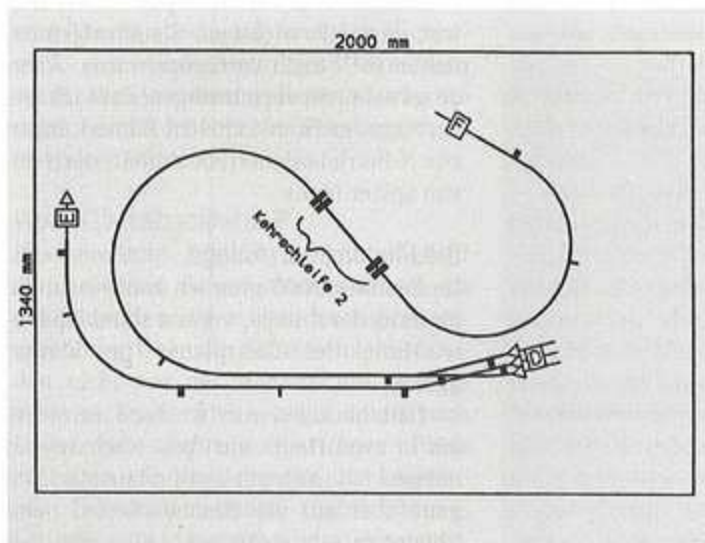




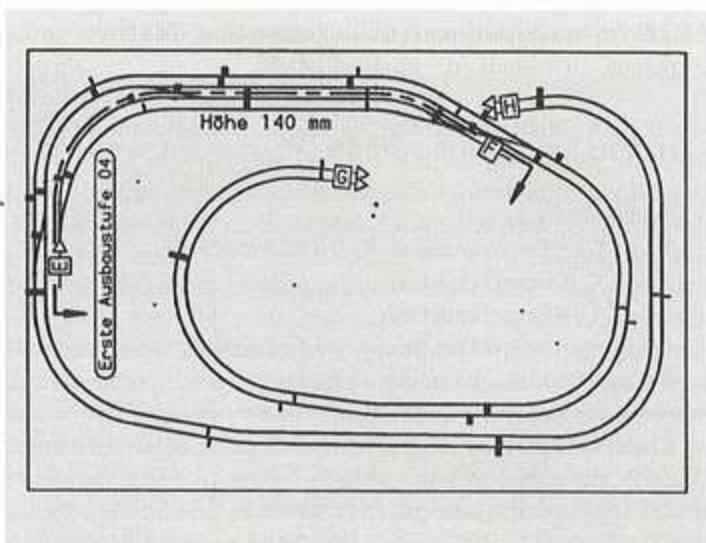
E 1: Hauptebene Basis mit einer Abstellgruppe. (Bild 3)



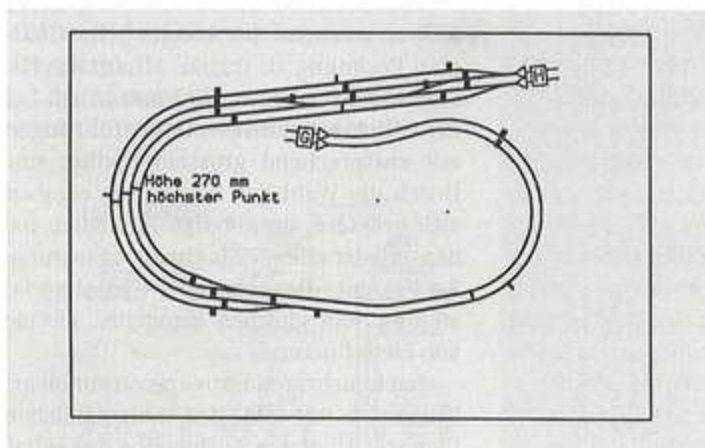
E 2: Verbindung I Basis-Mitte. (Bild 4)



E 3: Verbindung II Basis-Mitte. (Bild 5)



E 4: Hauptebene Mitte. (Bild 6)



E 5: Hauptebene oben mit je zwei Ausweicheisen. (Bild 7)

Gedanken befasste, eine Modelleisenbahn aufzubauen, stellte ich fest, dass meine zwanzig Jahre zurückliegenden Erfahrungen völlig überholt waren. Als Erstes musste ich mich also über den Stand der Technik informieren. Ich studierte Kataloge der Lieferanten, vor allem der Hersteller von Steuerungen. Gleichzeitig setzte ich mich mit Fragen zur Gestaltung einer

künftigen Modellanlage auseinander.

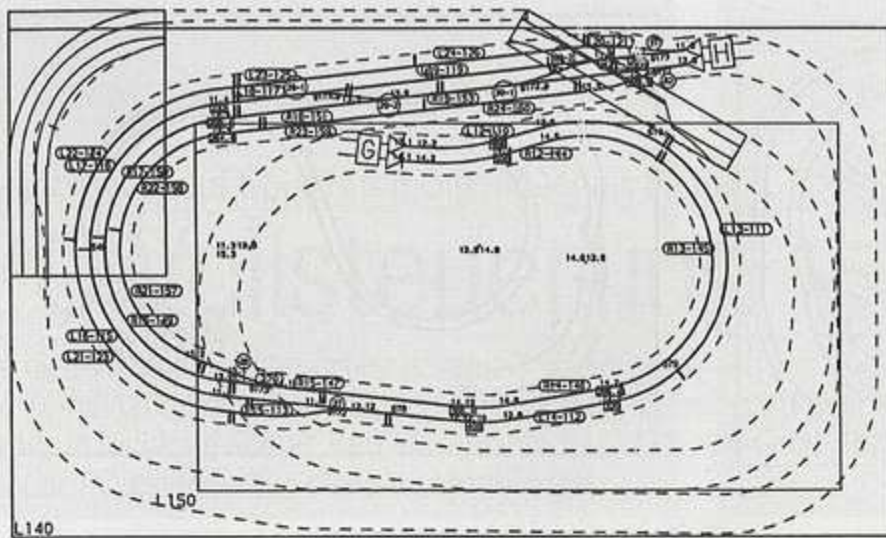
- ▶ Ich stellte mir ein grobes Leitbild vor:
- ▶ Zu den Rahmenbedingungen:
- ▶ Die Raumverhältnisse: Der zur Verfügung stehende Raum war von Anbeginn vorgegeben. Die gesamte Grundfläche, welche auch das Befehlsfeld sowie den Zugang zur Anlage enthalten musste, durfte 3 x 3 m nicht überschreiten.

▶ Zur Anlageart und zum vorgesehenen Betrieb: Die Technik sollte im Vordergrund stehen, ich zog nicht in Betracht, eine Miniaturlandschaft aufzubauen. Aber trotz der kleinen bebaubaren Grundfläche sollte ein reger, attraktiver Fahrbetrieb realisiert werden. Auch sollten wahlweise verschiedene Arten des Betriebes möglich sein. Mir war klar, dass dazu eine Steuerung mit hoher Funktionalität und mit Automationsausbau zwingend notwendig sein würde.

▶ Hobby, Vergnügen: Ich erhoffte mir eine abwechslungsreiche Freizeitbeschäftigung, die handwerklichen Aufgaben reizten mich ebenso wie das Konfigurieren einer Steuerungslogik.

Um der Anwendung der Digitaltechnik näherzukommen, baute ich mit altem Bahnmateriale der Spur H0 eine kleine Versuchsanlage. Ich machte erste Installations-, Fahr- und Schaltversuche in Digitaltechnik, allerdings vorerst noch ohne Streckenblock. Für die realen Ver- ▷





E 5: Alle Zeichnungsfunktionen in der Hauptebene oben. (Bild 8)

N\_V3b 13-DEC-2005 15:09:32

Kolonnen :

- 1 : Liniennummer / Punktnummer
- 2 : X-Koordinaten
- 3 : Y-Koordinaten
- 4 : Y-Koordinaten von oberem Brettrand
- 5 : Winkel Linienverlauf zur Horizontalen

=====  
 Ebene : L160 Bretthöhe : 1800 mm  
 -----

1930.4 mm (Länge der Teilstrecke)

12.1	891.5	984.4	815.6	
12.2	945.1	980.7	819.3	-4.0
12.3	975.7	1445.7	354.3	86.2
12.4	1105.9	998.3	801.7	-73.8
12.5	1212.4	1027.3	772.7	15.2
12.6	1300.0	720.0	1080.0	-74.1
12.7	1357.6	405.2	1394.8	-79.6

-----  
 2007.0 mm (Länge der Teilstrecke)

14.1	889.1	951.0	849.0	
14.2	942.7	947.2	852.8	-4.1
14.3	978.1	1446.0	354.0	85.9
14.4	1115.4	965.2	834.8	-74.1
14.5	1221.5	995.4	804.6	15.9
14.6	1300.6	720.0	1080.0	-74.0
14.7	1351.6	438.2	1361.8	-79.7
14.8	1125.5	398.0	1402.0	-169.9

=====  
 Gesamtlänge (ohne Weichen) 28176.0 mm  
 =====

Abb. 8b Ausschnitt aus der Koordinatenliste für E5

Ausschnitt aus der Koordinatenliste für E 5. (Bild 8b)

suche musste ich die Wahl des Digital-Systems vorwegnehmen: ZIMO

### Spurenscheid und Systemwahl

Aufgrund dieser Musteranlage ergaben sich zwei wichtige Erkenntnisse:

► Meine Vorstellungen zu den künftigen Betriebsarten liessen sich wohl mit der Digitaltechnik am sinnvollsten verwirklichen. Ich befand in der Folge, dass ich das ZIMO-System noch in keiner Weise angereizt hatte. Die erste Bekanntschaft verlief so problemlos und positiv, dass die Fortsetzung mit ZIMO und dessen Lieferanten gegeben war.

► Die Versuchsanlage zeigte mir, dass unsere Raumverhältnisse für H0 keinen attraktiven Gleisplan zulassen würden. Ich entschied mich für die Spur N. Wichtig war, dass alle wichtigen Steuerungsfunktionen in N auch verfügbar waren. Allerdings sei nicht verschwiegen, dass ich aus der Szene mehrere kritische Bemerkungen zur N-Betriebssicherheit erhielt, doch davon später mehr.

### Die Planung der Anlage

Im Sommer 2003 ging ich konkret an die Planung der Anlage, vorerst stand die Entwicklung des Gleisplanes im Vordergrund.

Den heutigen Ausbaustand erreichte ich in zwei Hauptschritten. Nachstehend beziehe ich mich auf den Endzustand, ich gehe aber auf die Besonderheiten beim Entstehen ein, denn auch hier gilt: Der Weg ist das Ziel!

► Den oben erwähnten Warnungen zur N-Spur versuchte ich bereits beim Gleisplan Rechnung zu tragen: Minimaler Radius der Kreisbogen: 280 mm. Auch bei den Weichen wählte ich nur Ausführungen mit entsprechend grossem Radius aus. Durch die Wahl des Flexgleises ergaben sich grössere, notwendige Freiheiten bei den Gleisradien. Maximale Steigung: 2,6 Prozent. Das gesamte Gleismaterial stammt vom gleichen Hersteller, piccolo von Fleischmann

Nach mehreren Entwurfsvarianten arbeitete ich mit CAD den massstäblichen Plan aus. Über den Aufbau und den Informationsgehalt dieser Pläne berichte ich im Abschnitt «Der CAD-Gleisplan».

Der Verlauf ist anhand von Bild 2 wohl kaum nachvollziehbar, damit soll lediglich ein Eindruck von der Gesamtanlage, der Dichte der Fahrspuren, der Aufteilung und der notwendigen Steigungen vermittelt werden.

Die Abmessungen der rechteckförmigen Grundplatte beträgt 1,34 x 2,0 m, also 2,68 m<sup>2</sup>.





Konstruktiver Aufbau der «technischen» Anlage. (Bild 9)



Beide Schalttafeln können in den Rahmen geklappt werden. (Bild 10)

Ich bitte um Nachsicht, wenn ich hier vom Thema abschweife und den Fachbegriff des Gleisabschnittes klarstellen muss. Die Anordnung dieser Abschnitte muss bereits früh in der Planungsphase festgelegt werden.

### Wozu Gleisabschnitte ?

Das gewählte Digitalsystem ermöglicht den gesamten Informationsaustausch zu den fahrenden Zügen über den Fahrstromanschluss. Über die Fahrstromleiter werden nicht nur die Motoren mit Energie versorgt, sondern es werden damit auch Daten, Informationen übertragen. Diese enthalten z.B. die Adressen der Empfänger, Fahrtinformationen (Fahrtrichtung, Grundgeschwindigkeit) und vieles mehr. Der Empfang und die selektive Verarbeitung dieser Informationen erfolgt in den Loks mittels Fahrzeug-Empfängern (Lok-Decodern).

Bei unserer Steuerung kommt eine zweite Informationsebene hinzu: Sie ent-

hält den jeweiligen Standort der Züge sowie die Zugsbeeinflussung durch angepasste Geschwindigkeiten etc.

► Damit dies funktioniert, muss der Schienenstrang in Abschnitte unterteilt werden.

Eines der beiden Schienenprofile, nämlich dasjenige mit dem P-Anschluss, muss unterbrochen werden und mit den angrenzenden Abschnitten isoliert verbunden werden. Im Fahrbetrieb erkennt nun die Belegmelde-Elektronik des Zimo-Systems, ob ein Abschnitt durch einen Verbraucher besetzt ist oder nicht. Je feiner, je häufiger der Schienenstrang unterteilt ist, umso genauer kann der Standort der Fahrzeuge erkannt werden. Natürlich gibt es weitere Merkmale, welche diese Unterteilung bestimmen und deren Feinheit begrenzen, zum Beispiel die Bremswege.

Die Planung der Gleisabschnitte für die Zugbeeinflussung und -erkennung Besonders dann, wenn Flexgleise zum Einsatz gelangen, müssen die Trennstellen für die Gleisabschnitte frühzeitig, d. h. spätestens vor dem Verlegen der Gleise, genau geplant und festgelegt werden. Nachträgliche Korrekturen, die an der fortgeschrittenen Anlage ausgeführt werden müssten, würden sehr aufwendig ausfallen.

Ist die Aufteilung günstig, kann eine hohe Zugsdichte mit vernünftigen Bremswegen und Haltezeiten erreicht werden, es kann eine hohe Betriebssicherheit erzielt werden. Dementsprechend schlecht wirken sich ungünstige Aufteilungen aus.

Was ist nun günstig, was ist ungünstig?

Dazu sind in den Bedienungsanleitungen zum Zimo-Gleisabschnitts-Modul und zur STP-Modellbahn-Software Regeln aufgeführt, welche anhand von Beispielen erklärt werden. Für mich war es jedoch eine grosse Erleichterung, dass ich bei die-

sen und vielen anderen Fragen die kompetente Unterstützung von Damian Mouron, Modellbauland in Hauptwil, beanspruchen konnte.

Mit meinem ersten Plan ging ich also zu Damian Mouron und er zeichnete die notwendigen Trennstellen in die Hauptebene E1 ein. Die Abschnitte auf Abb. 3 sind auch heute noch weitgehend identisch mit den damals eingetragenen. Nicht sichtbar sind die begleitenden Erklärungen von Damian Mouron. Nach der Unterredung ging ich deshalb nach Hause und übertrug diese Informationen schleunigst auf die weiteren Streckenteile.

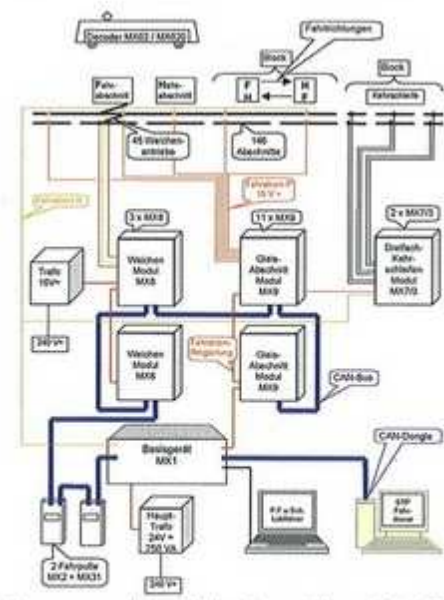
Beispiele für die Länge der Gleisabschnitte: Auf der vorliegenden Anlage sind die kürzesten Abschnitte zirka 200 mm lang, dies jedoch nur in Bahnhofsbereichen, wo die Züge bereits auf vorausgegangenen Gleisabschnitten vorgebremst werden. Auf freien Strecken beträgt die Abschnittslänge etwa 400 mm und mehr.

### Die Streckenführung der gesamten Anlage

Die fünf Abbildungen 3 bis 7 mit den Ebenen E1 bis E5 zeigen die heute realisierte Streckenführung. Die einzelnen Figuren stellen den Verlauf in aufsteigender Anordnung dar, die Fortsetzungsstellen von einer Abbildung zur nächsten sind mit Pfeilen und Buchstaben gekennzeichnet. Die Pfeilrichtung zeigt immer bergwärts. Jeder Linienzug gilt für eine Gleisspur, bei parallelen Linien handelt es sich somit um Doppel- oder Mehrfachspuren.

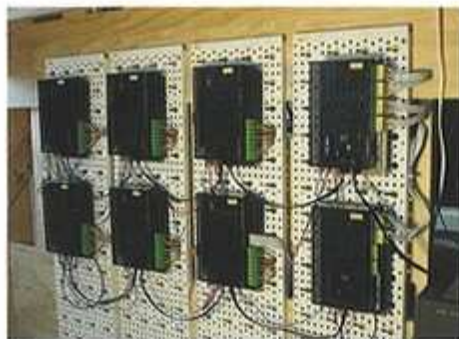
### Die Etappen des Aufbaus

Wie bereits erwähnt, realisierte ich die Anlage in mehreren Teilschritten. Die wichtigste Stufe bestand darin, dass ich bis zum Herbst 2004 die Anlage bis zur Hauptebene Mitte E4 ausgeführt hatte, inkl. der dazugehörigen Steuerung. ▢

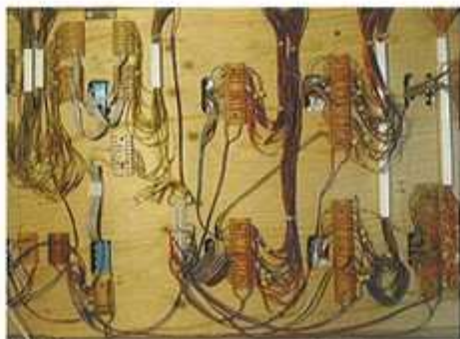


Steuerung, schematische Gesamtübersicht. (11)





Steuerungskomponenten von Zimo. (Bild 12)



Verkabelung der Komponenten. (Bild 13)



Komponenten für die 2. Bauphase. (Bild 14)

Erst danach folgte der vollständige Ausbau.

### Anlagedaten

Abmessung der Grundplatte: 1340 x 2000 mm (2,68 m<sup>2</sup>)

Die Anlage enthält drei Hauptebenen, auf jeder Ebene befinden sich mehrgleisige, durchgehende Kreuzungs- und Haltestellen. Die kompletten Züge werden in einem Abstellbahnhof parkiert.

Gesamte Gleislänge: 77 m, davon Abstellbahnhof, 8,4 m

Weichen: 32 Normalweichen, 5 Dreiweg-Weichen, 3 geschaltete Kreuzungen

Max. Steigung: 2,6 Prozent

Anzahl Gleisabschnitte, 152, davon 146 aktiv in Gleisabschnittsteuerung

Der Schienenverlauf enthält eine größere Zahl von Verzweigungen, Spurwechseln und Kreuzungen sowie zwei Kehrschleifen. Die Streckenführung besteht aus Geraden und Bogen mit konstanten Radien. Aus Platzgründen musste ich auf parabelförmige Ein- und Ausläufe in die Krümmungen verzichten.

### Der CAD-Gleisplan

Der Gleisplan der gesamten Anlage ist in einer einzigen Datei enthalten, ich erinnere an Abb. 2. Die Zeichnungselemente sind sowohl in Oberbegriffen (Sets) als auch in Layertechnik mehrfach strukturiert.

Die Abb. 8 stellt den gleichen Streckenabschnitt dar wie Abb. 7, es sind jedoch alle Einträge zu diesem Abschnitt sichtbar gemacht.

Zusätzlich zu den Gleislinien sind dies folgende Informationen:

- ▶ die Fahrbahn-Linien für den Holz-Zuschnitt
- ▶ die Informationen zu den Gleisabschnitten (Kabel-Bezeichnung, Nummer für die Gleisabschnittmodule)
- ▶ die Weichen-Nummern
- ▶ die Radien der Gleisbogen, die Zentren der Gleisbogen (Koordinaten)
- ▶ der Zuschnitt und dessen Lage der Holzplatte im Rohzustand

Die verschiedenen Informationskategorien lassen sich wahlweise anzeigen oder ausblenden.

Aus dem CAD-Dokument können die Koordinaten, bezogen auf die Roh-Holzplatte sowie die Radien für die Gleisführung, in eine Liste extrahiert werden. Mit diesen Daten lassen sich die Holzbahnen für die Fahrbahnen sehr genau aufreissen und zuschneiden. Abb. 8b zeigt einen Ausschnitt aus einer Koordinatenliste für die Ebene E5 mit den Geometriepunkten 12,1 u. f.

### Einige Merkmale zum konstruktiven Aufbau der Gleisanlage

Die Grundplatte ist auf einem verrippten Gestell auf einer Höhe von zirka 1m abgestützt. Diese Höhe ist nicht kinderfreundlich, dafür konnte ich die Steuerungselemente in übersichtlicher und gut zugänglicher Form in das Gestell einbauen, auch dachte ich an die umfangreichen Lötarbeiten. Bei Enkelbesuch sind Untersätze gefragt!

Die Fahrbahn besteht aus Sperrholz von 5 mm Dicke. Sie ist mit paarweise angeordneten Gewindestangen mit Ø 4 mm und 5 mm abgestützt. Aus Stabilitätsgründen habe ich die Abstände der Stützen auf max. 25 cm limitiert. Die Suche nach der Position für die Gewindestangen artete teilweise zu einer kniffligen Arbeit aus: So mussten oft mehrere übereinander liegende Ebenen, gekrümmte Fahrbahnen, Kabel-Anschlussstellen u. a. m. berücksichtigt werden.

Die Steigungsänderungen werden durch sanfte Übergänge eingeleitet. Als Gleismaterial verwendete ich Flexgleis, deshalb positionierte ich die Trennstellen nach Möglichkeit in Geraden.

Für die Feinjustierung der Rampen montierte ich eine kleine Wasserwaage auf einen Schnellzugwagen: Beim Verschieben des Wagens von Hand konnten so Unregelmässigkeiten in der Steigung zuverlässig erkannt werden. Die Kurven sind ohne Überhöhung ausgebildet. Mit der gewählten Bauweise wäre dies an eini-

gen Stellen nachholbar. Die Anlage hat sich als stabil und dauerhaft erwiesen, allerdings fehlt die Nagelprobe mit einer Ortsverschiebung.

Das Aufbauen der Fahrbahnen, das Verlegen der Gleise war eine spannende und interessante Beschäftigung. Für die Flexgleise entwickelte und entdeckte ich zusehends verbesserte, jedoch einfache Arbeitsvorgänge. Ein Beispiel: Die neuen Gleisstücke musste ich vorerst aus ihrer Starre herausholen. Durch wechselseitiges Biegen der Spur auf einer Tischplatte erreichte ich, dass sich die einzelnen Profile im Gleisbett verschieben liessen.

Die Anlage ist bedingt transportfähig. Die Stützen des Gestelles können entfernt werden, die Anschlüsse der elektronischen Geräte sind alle gekennzeichnet und steckbar, sodass sich die Geräte in kurzer Zeit entfernen lassen. Alle Lötverbindungen können belassen werden, weil die Schalttafeln mit den Anschlussleisten in das Gestell eingeklappt werden können. Mit dem letzten Ausbau der Anlage, wo die Hauptebene oben dazukam, ist die Bauhöhe jedoch so gross geworden, dass nur noch ein Abtransport durch ein Fenster möglich wäre.

### Der Aufbau der Steuerung

Die Abbildung 11 zeigt schematisch die eingesetzten Komponenten und deren Verbindungen. Nicht eingetragen sind Verbindungen, welche dem Benutzer vordergründig keine Funktionen bringen (z.B. Nullleiter). Die Abbildungen 12 bis 14 vermitteln optische Eindrücke von deren Anordnung. Der Steuerungsteil nach Abbildung 14 wurde erst in der zweiten Aufbauphase realisiert. Der Vergleich der Bilder verdeutlicht, dass mit der zweiten Phase ein etwas einfacherer Streckenverlauf umgesetzt wurde.

In der nächsten Folge befassen wir uns mit den einzelnen Komponenten des gewählten Digitalsystems, in meinem Falle Zimo, analog gelten die Ausführungen auch für andere Systeme. ○