

# Modellbahn-Steuerung

---

## Teil 1: Übersicht

Dieser Teil des Handbuches beschreibt die Komponenten und Funktionen der Modellbahn-Steuerung und die verschiedenen Konfigurationsmöglichkeiten.

## Was ist die Modellbahn-Steuerung

Die Modellbahn-Steuerung ist ein Programmpaket zur Steuerung des Zugbetriebes auf Modellbahn-Anlagen. Vom weichen Anfahren und zielgenauen Bremsen, vorbildgerechter Geschwindigkeit, Fahrstraßen- und Blocksicherung, bis hin zur Gleisbild-Anzeige werden fast alle für den Betrieb einer Modellbahn-Anlage erforderlichen Funktionen dem großen Vorbild entsprechend durchgeführt.

Abgestimmt auf die SELECTRIX Mehrzugsteuerung nutzt die Modellbahn-Steuerung alle Vorteile dieses Systems und erweitert es zu einem realistischen Mehrzug-Steuerungssystem, einsetzbar für praktisch jede vorbildgerecht angelegte Modellbahn-Anlage.

Die Steuerung einer Modellbahn ist eine Prozess-Steuerung und -Kontrolle mit vielen komplexen Funktionen. Die Modellbahn-Steuerung reduziert diese Komplexität durch äußerliche Vereinfachung auf das für den Modellbahner erforderliche Minimum.

Die Programme und die erforderlichen Daten der jeweiligen Modellbahn-Anlage werden betriebsbereit ausgeliefert. Die Daten für den Betrieb der Anlage können vom Anwender selbst eingegeben und aktualisiert werden.

**Sicherheit ist groß geschrieben:** Automatische Fahrstraßen-Verriegelung und Blocksicherung verhindern Flankenfahrten und Auffahren auf in Blockabschnitten stehende Züge. Bei nicht feststellbaren Fehlfunktionen (wie z.B. mechanischen Probleme bei Weichen, usw.) wird eine Schadensbegrenzung durchgeführt.

**Weiches Anfahren und Bremsen:** Züge werden weich beschleunigt und gebremst. Auch an Steigungen: Hier brauchen Loks, wie auch bei langen Zügen, mehr Leistung und beschleunigen deshalb langsamer.

**Zielgenaues Bremsen vor Signalen und im Bahnhof:** Züge halten vorbildgerecht vor den Signalen, bei Halt in Bahnhöfen halten die Züge mittig an der Bahnsteigkante.

**Vorbildgerechte Geschwindigkeit:** Jeder Zug hat seine Geschwindigkeit, unabhängig von der jeweiligen Lok - auch für Rückwärtsfahrt. An Halt-erwartenden Vorsignalen wird, wie auch auf abzweigenden Weichen und in Bahnhofsbereichen, mit reduzierter Geschwindigkeit gefahren.

**Betriebsarten:** Automatikbetrieb gemischt mit kontrolliertem manuellem Betrieb; Fahren nach Fahrplänen gemischt mit "manuellem" Stellen von Fahrstraßen; Beschleunigen der Züge und Bremsen automatisch über den Rechner gemischt mit kontrollierter Regelung über Fahrregler.

**Gleisbild-Anzeigen:** Das Gleisbild-Pult ist inbegriffen. Spurplan-Anzeige auf dem Bildschirm, mit bis zu 9 verschiedenen Ansichten einer Anlage, ohne verwirrende Details, das für den Betrieb erforderliche Minimum auf einen Blick.

**Fahrstraßen dynamisch:** Fahrstraßen brauchen nicht "programmiert" werden. Mögliche Fahrstraßen werden aus der Gleisgeometrie von der Steuerung automatisch erkannt und verwendet.

**Signale:** Signale werden automatisch richtig gestellt - ob Hp2 bei Fahrt über abzweigende Weichen oder Vorsignale vor komplizierten Bahnhofseinfahrten.

**Bahnübergänge:** Blinkanlagen werden rechtzeitig vor den Zügen eingeschaltet, Schranken werden rechtzeitig vor den Zügen geschlossen und nach Durchfahrt der Züge wieder geöffnet. Auch bei mehrgleisigen Strecken. Bei Schranken kombiniert mit Blink-

anlage werden die Schranken zeitverzögert geschlossen. Die Schrankensicherung kann sowohl über Hauptsignal (Schutzsignal) als auch mit Bü-Signal erfolgen. Zeitfaktoren, wie z.B. wann eine Schranke vor einem Zug geschlossen werden soll, können individuell angepasst werden.

**Doppeltraktion und Schublok:** Zwei Loks an einem Zug sind kein Problem. Die Loks dürfen auch unterschiedlich schnell sein, die Fahrstufe der zweiten Lok wird automatisch richtig nachgeführt - auch wenn die zweite Lok "verkehrt herum" eingestellt ist. Eine Schublok hilft der Zuglok, ohne die Wagen aus dem Gleis zu drücken, auch bei langen Zügen.

**Überlange Züge:** Züge länger als einzelne Blockabschnitte stören den Betrieb nicht. Die Steuerung kennt ihre Züge und deren Längen und gibt einen Block erst frei, wenn der Zug ihn wirklich verlassen hat.

### Leistungsmerkmale (größte Programmausführung)

#### **Anlagen-Geometrie:**

Blockstrecken bis 19.90 m Länge.  
Bis zu 250 Blockstrecken und Bahnhofsgleise.  
Bis zu 320 Weichen, Kreuzungen und DKW.  
Bis zu 500 Hauptsignale.  
Bis zu 100 separate Vorsignale.  
Bis zu 20 Bahnübergänge.

#### **Loks:**

Bis zu 111 Loks abzüglich der Anzahl Belegtmelder (bei Verwendung von Central-Control 2000 bis zu 103 Loks abz. der Anzahl Belegtmelder).  
Lokdaten: individuelle Geschwindigkeit für Vorwärts- und Rückwärts-Fahrt.  
Bis zu 10 Motorkurven.

#### **Züge:**

Je nach Konfiguration bis zu 62 Züge.  
Zugdaten: Zuordnung Lok-Zug, Zuglänge, v-max (Vorw./Rückw.), Doppeltraktion.  
Fahrplan- oder manueller Betrieb.

#### **Fahrpläne:**

Bis zu 250 Fahrplan-Schritte je Zug (ein Fahrplan-Schritt = eine Fahrstraße).

#### **Gleisbild-Anzeigen (Bildschirm):**

9 Anlagen-Ansichten mit jeweils bis zu 150 Gleisen und bis zu 120 Weichen.  
Belegt-Anzeige, Fahrstraßen-Anzeige, Signal-Anzeige, Zugnummern-Anzeige.

#### **Baugrößen:**

Die Baugrößen N (1/160) und HO (1/87) können beim Aufruf des Betriebsprogrammes angegeben werden. Andere Baugrößen können in den Gleisplan-Daten angegeben werden.

## Voraussetzungen

### **SELECTRIX:**

Zentraleinheit 1, 2 oder Central-Control 2000.  
Booster 1, 2 oder Power-Pack 2000 zur zusätzlichen Leistungsversorgung.  
Triebfahrzeuge mit SELECTRIX-Lokdecoder.  
Belegtmelder, Funktions-Decoder, Encoder A/B.  
Computer-Interface mit Verbindungskabel.

### **Personal Computer oder Personal System oder hierzu kompatibles System:**

Prozessor 8088 oder höher.  
PC oder MS DOS.  
Tastatur.  
Mindestens 512 kB Hauptspeicher.  
1 Diskettenlaufwerk.  
Festplatte mit mindestens 1 MB freiem Platz.  
Serielle Schnittstelle.  
Monobildschirm oder Farbbildschirm.  
Für Gleisbild-Anzeige: Farb-Grafikbildschirm CGA, EGA oder VGA.  
Für Steuerung mit integrierter Gleisbild-Anzeige: mindestens 80286 Prozessor und VGA-Farbbildschirm.

## Konfigurationsbeispiele

### **Steuerung ohne Gleisbild-Anzeige:**

PC mit Prozessor 8088 mit Mono- oder Farbbildschirm steuert bis zu 12 Züge gleichzeitig auf einer Anlage mit bis zu 32 betriebsbereiten Zügen. Schnellere Prozessoren (z.B. 80286) steuern bis zu 32 Züge. Mit VGA-Bildschirm bis zu 62 Züge.

### **Steuerung mit Gleisbild-Anzeige:**

PC mit Prozessor 80286 oder höher mit VGA-Farbbildschirm steuert bis zu 40 Züge auf einer Anlage mit gleichzeitiger Gleisbild-Anzeige auf bis zu 9 Ansichten.

### **Steuerung mit separater Gleisbild-Anzeige:**

PC mit Prozessor 8088 oder höher mit Mono- oder Farbbildschirm steuert die Züge, ein zweiter PC mit Farbbildschirm (CGA oder VGA) zeigt das Gleisbild an. Die Rechner kommunizieren über SELECTRIX und tauschen hierbei die Betriebsdaten aus. Bis zu 4 Zusatzrechner können an eine Steuerung über zusätzliche Computer-Interface angeschlossen werden. Bei diesen Konfigurationen ist evtl. ein zweiter SELECTRIX-Bus erforderlich (siehe unten).

### **Zweiter SELECTRIX-Bus für erweiterte Adressen:**

Zur Erhöhung der Anzahl SELECTRIX-Adressen können bei der Modellbahn-Steuerung die Weichen, Signale usw. über eine separate Zentraleinheit und ein zweites Computer-Interface an eine zweite serielle Schnittstelle angeschlossen werden. Hierdurch werden bei großen Anlagen mehr Adressen für Loks zur Verfügung gestellt. Der zweite Bus ist evtl. auch bei Konfigurationen mit mehreren PC's erforderlich.

## Arbeitsprinzip der Modellbahn-Steuerung

Die Modellbahn-Steuerung ist eine Computer-unterstützte Mehrzug-Steuerung. Sie erlaubt sowohl automatischen als auch teil-automatischen Zugbetrieb auf der Modellbahn-Anlage.

Die einzelnen Funktionen der Modellbahn-Steuerung können in drei verschiedene Funktionsbereiche zusammengefaßt werden, die jeweils über die entsprechenden Funktionen der digitalen Mehrzug-Steuerung SELECTRIX mit der Anlage in Verbindung stehen:

**Fahren - Regeln der Fahrzeuge:** Diese Funktionen beschleunigen und bremsen die verschiedenen Züge der Modellbahn-Anlage. Sie sind zuständig für das Einhalten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und des Bremsweges.

**Schalten - Stellen der Weichen, Signale und Schranken:** Diese Funktionen stellen die Weichen, Signale und Schranken entsprechend den angeforderten Fahrstraßen. Sie sind auch zuständig für das unfallfreie Fahren der Züge.

**Melden - Belegterkennung der einzelnen Gleisabschnitte:** Diese Funktionen melden den Funktionsbereichen Fahren und Schalten den jeweiligen Zustand bzw. die Änderung des Zustandes der Gleisabschnitte.

### Wie funktioniert eine Digitale Mehrzug-Steuerung

Eine digitale Mehrzug-Steuerung hat eine grundsätzlich andere Arbeitsweise als eine konventionell gesteuerte Modellbahn-Anlage.

Bei konventionell gesteuerten Anlagen wird von einem Regeltransformator eine der Stellung des Drehknopfes dieses Transformators entsprechende Fahrspannung über Ein-/Aus-Schalter auf die verschiedenen Gleise einer Anlage und damit an die Triebfahrzeuge geleitet.

Bei einer digitalen Mehrzug-Steuerung ist der Regeltransformator quasi in jede einzelne Lok eingebaut (Lok-Decoder). Die Stellung des "Drehknopfes" dieses "Trafos" wird automatisch entsprechend Steuersignalen eingestellt, die zusätzlich zu der Betriebsspannung von der Steuerungseinheit über die Gleise an die einzelnen Fahrzeuge geleitet wird. Damit nicht alle Fahrzeuge gleichzeitig auf dasselbe "Kommando" reagieren, wird hierbei jedem dieser in die Loks eingebauten "Trafos" ein Name (in der Form einer Adress-Zahl) zugeordnet, und den Steuersignalen wird jeweils die Adress-Zahl des "Trafos" vorangestellt, für welchen dieses Steuersignal bestimmt ist.

Ähnlich wird mit den Antrieben der Weichen, Signale und Schranken verfahren: Bei konventionellen Anlagen werden die Weichen, Signale und Schranken über Drucktaster (bei komplizierten Schaltungen auch über Relais, Dioden-, Transistoren- oder IC-Schaltungen) geschaltet.

Bei digitalen Steuerungen werden die Weichen, Signale und Schranken über sogenannte Decoder an eine Datenleitung angeschlossen, über welche, ähnlich wie bei den Fahrzeugen, Steuersignale mit vorangestellten Adressen an die Decoder geleitet werden, welche die für ihre Adresse bestimmten Signale auswertet und dementsprechend die angeschlossenen Weichen und Signale stellt.

Rückmeldungen über z.B. Gleisbesetzt-Zustände werden bei digitalen Steuerungen ähnlich vorgenommen, hierbei werden jedoch die Steuersignale in die Gegenrichtung übertragen.

## Wie funktioniert die SELECTRIX Mehrzug-Steuerung

SELECTRIX ist eine digitale Mehrzugsteuerung mit spezifischen Eigenschaften. Sie besteht aus zwei grundsätzlichen Komponenten: Steuerungseinheit und Peripherie-Geräte.

### **Steuerungseinheit**

Die Steuerungseinheit bei SELECTRIX ist die **Zentraleinheit**, an welche alle Peripherie-Geräte über eine gemeinsame Steuerleitung (**Daten-BUS**) bzw. über die Gleise der Anlage verbunden sind. Über diese Datenleitung und über die Gleise tauscht die Zentraleinheit mit den Peripherie-Geräte die Steuersignale aus. Die Zentraleinheit speichert von den peripheren Geräten erzeugte Signale und sendet diese wieder über die Datenleitung aus. Die Zentraleinheit ist gleichzeitig die Stromversorgung für die Peripherie-Geräte. Sie kann jedoch, falls erforderlich, durch sog. **Booster-Einheiten** hierbei unterstützt werden.

### **Peripherie-Geräte**

Die Peripherie-Geräte sind in 2 Gruppen zu unterteilen: Die mobilen Decoder und die stationären Decoder.

Die **mobilen Decoder** sind die in die Triebfahrzeuge eingebauten **Lok-Decoder**. Diese werden über die Gleise der Anlage von der Zentraleinheit sowohl mit Steuersignalen als auch mit Betriebsstrom versorgt. Die Kommunikation ist hierbei nur von der Zentraleinheit zu den Lok-Decoder möglich.

Die **stationären Decoder** sind die Geräte, über welche Steuersignale erzeugt und an die Zentrale gesendet werden, bzw. welche Steuersignale auswerten und entsprechend diesen z.B. Weichen, Signale und Schranken schalten. Die stationären Decoder sind alle über eine Steuerleitung (**Daten-BUS**) mit der Zentraleinheit verbunden. Zu den stationären Decoder gehören die **Regler** als Eingabegeräte, die **Funktions-Decoder** (zum Schalten der Weichen, Signale und Schranken), die **Encoder B** zur Anzeige auf Gleisbild-Pulten, die **Encoder A** zur Eingabe und zur Anzeige von Weichenstellungen, die **Belegtmelder** (zur Rückmeldung von Belegt-Zuständen von Gleisabschnitten) und das **Computer-Interface**.

**Booster-Einheiten** sind an und für sich auch zu den stationären Peripherie-Geräten zu zählen. Sie empfangen alle von der Zentraleinheit über die Steuerleitung ausgesandten Steuersignale und leiten diese, wie die Zentraleinheit selbst, an Gleisanschlüsse für die Lok-Decoder weiter.

Alle Peripherie-Geräte sind als gleichrangig zu betrachten, d.h. alle diese Geräte können auf jede bei SELECTRIX zulässige Adresse eingestellt werden und entnehmen dem Daten-Bus die für die eingestellte Adresse bestimmten Steuersignale bzw. senden ihre Steuersignale entsprechend der eingestellten Adresse.

Die Adresse einiger Geräte wird fest eingestellt (Funktions-Decoder, Encoder A, Encoder B, Belegtmelder und die Lok-Decoder) während andere Geräte (die verschiedenen Regler) vom Benutzer bei Bedarf auf eine bestimmte Adresse eingestellt werden können. Hierbei ist aber zu beachten, daß nicht mehrere Eingabegeräte (z.B. Regler oder Belegtmelder) auf dieselbe Adresse eingestellt werden sollten, da hierdurch eine Überlagerung und damit eine Verstümmelung der Steuersignale entstehen würde.

Das Computer-Interface hat hierbei eine besondere Stellung. Das Computer-Interface ist über eine spezielle Datenleitung mit dem Rechner verbunden. Über diese Datenleitung erhält das Computer-Interface vom Rechner Befehle, sich auf eine vom Rechner festgelegte

Adresse einzustellen und vom Rechner festgelegte Steuersignale auf den Daten-Bus auszugeben oder die momentanen, für diese Adresse bestimmten Steuersignale an den Rechner weiterzuleiten. Hierdurch kann das Computer-Interface ständig für die auf verschiedene Adressen eingestellten Geräte Steuersignale aussenden bzw. deren Steuersignale an den Rechner zur Auswertung übergeben.

### Wie benutzt die Modellbahn-Steuerung SELECTRIX

Die einzige Verbindung des Rechners (und damit der Modellbahn-Steuerungsprogramme) zu der Modellbahn-Anlage ist über das SELECTRIX Computer-Interface. Über dieses Gerät werden alle zur Steuerung der Modellbahn-Anlage erforderlichen Steuersignale ausgegeben und alle zur Kontrolle der Modellbahn-Anlage erforderlichen Signale angefordert.

Hierbei sind die 3 Bereiche einer Modellbahn-Anlage (**Fahren**, **Schalten** und **Melden**) zu unterscheiden.

#### **FAHREN: Regeln der Fahrzeuge**

Die zum Fahren der Triebfahrzeuge erforderlichen Befehle werden von der Modellbahn-Steuerung entsprechend den Fahrplänen, den gestellten Fahrstraßen, den Belegmeldungen und den Gleislängen der einzelnen Gleisabschnitte (Bahnhofsgleise, Blockstrecken usw.) ermittelt und über das Computer-Interface an die Modellbahn-Anlage weitergegeben. Hierzu kann auch die Stellung von Fahrreglern mit einbezogen werden.

#### **SCHALTEN: Stellen von Weichen und Signalen**

Die zum Schalten von Weichen, Signalen usw. erforderlichen Befehle werden von der Modellbahn-Steuerung ebenfalls entsprechend den Fahrplänen, den zu stellenden Fahrstraßen und den Belegmeldungen ermittelt und über das Computer-Interface weitergegeben.

#### **MELDEN: Belegerkennung**

Zum Erkennen der verschiedenen Betriebszustände werden ständig die Gleisabschnitte der aktiven Züge überwacht, d.h. über das Computer-Interface werden für die derzeit aktiven Züge, die Belegmeldungen der relevanten Gleise angefordert und ausgewertet. Da SELECTRIX keine Zugerkenntnis hat (eine Rückmeldung, daß in Gleis ABC der Zug XYZ ist - diese Rückmeldung wäre technisch sehr aufwendig und dementsprechend teuer), muß hierbei die Modellbahn-Steuerung aus der Tatsache, daß ein Gleis, in welches die Steuerung einen Zug geschickt hat, plötzlich den Zustand Belegt meldet, ableiten, daß der dorthin geschickte Zug in diesem Gleis angekommen ist (das große Vorbild arbeitet in dieser Beziehung auch nicht anders).

#### **Gleisbild-Pult**

Die für die Überwachung der Modellbahn-Anlage erforderlichen Informationen werden auf dem Bildschirm in Form von Zugdaten und ggf. Spurplänen angezeigt. Zusätzlich kann die Modellbahn-Steuerung auch die für angeschlossene Gleisbild-Pulte erforderlichen Daten erzeugen und über SELECTRIX an diese weiterleiten. Hierbei ist allerdings derzeit eine Einflußnahme von einem Gleisbild-Pult auf den Betrieb nicht möglich.

## Komponenten der Modellbahn-Steuerung

Die Modellbahn-Steuerung besteht aus mehreren, aufeinander abgestimmten und voneinander abhängigen Komponenten: Daten über die Modellbahn-Anlage, Betriebsdaten und die Steuerungs- und Dienstprogramme.

### Anlagen-Daten

Die Anlagen-Daten spiegeln, in für einen Computer verständlicher Form, die Modellbahn-Anlage. Diese Daten enthalten alle Informationen, über welche die Modellbahn-Steuerung die Modellbahn-Anlage steuern und kontrollieren kann. Die wichtigsten Informationen hierbei sind:

**Gleis- und Weichengeometrie:** Diese Informationen sind ein Abbild der Modellbahn-Anlage. Alle Gleise, Weichen, Signale und Schranken der Anlage sind hierin, einschließlich ihrer logischen Abfolge, den Gleislängen und Bremspunkten, enthalten. Hierdurch kann die Modellbahn-Steuerung z.B. die möglichen Fahrwege erkennen, Fahrstraßen stellen, Schranken schließen und öffnen und Züge punktgenau bremsen.

**SELECTRIX Decoder-Zuordnung:** Diese Informationen ermöglichen das Stellen der einzelnen Weichen, Signale und Schranken über das SELECTRIX Computer-Interface und das Abfragen der Belegmeldungen der einzelnen Gleisabschnitte.

Außerdem enthalten die Anlagen-Daten die notwendigen Informationen zur Ermittlung von Fahrgeschwindigkeiten und zur Anzeige von Gleisbildern (Spurplänen).

### Betriebsdaten

Die Betriebsdaten enthalten die Daten, die sich durch den Betrieb auf der Anlage ergeben bzw. die für den Betrieb erforderlich sind. Die wichtigsten Informationen hierbei sind:

**Zugdaten:** Diese Daten enthalten Informationen über alle auf der Anlage verkehrenden Züge wie z.B. das dem Zug zugeordnete Triebfahrzeug, die Länge des Zuges, Höchstgeschwindigkeit und die Nummer des Gleises, in welchem sich der Zug derzeit befindet.

**Lokdaten:** Für jedes auf der Anlage möglicherweise einsetzbare Triebfahrzeug enthalten diese Daten die zur Ermittlung der Fahreigenschaften des Fahrzeuges notwendigen Werte. Zusätzlich werden für alle Triebfahrzeuge die Laufleistungen (in Stunden und Kilometer) ermittelt und festgehalten.

Außerdem können die Betriebsdaten auch Fahrpläne für die einzelnen Züge, die auf der Anlage verkehren sollen, enthalten.

### Programme

Die Programme der Modellbahn-Steuerung erlauben das Erstellen der Anlagen- und Betriebsdaten und benutzen diese Daten für die Steuerung der Modellbahn-Anlage. Die Programme gliedern sich in 2 Programmbereiche: die Steuerungsprogramme und die Dienstprogramme.

**Steuerungsprogramme:** Die Steuerungsprogramme enthalten Funktionen für die Überwachung und Kontrolle der fahrenden Züge, für das Beschleunigen, für das genaue Einhalten der erlaubten Geschwindigkeit, für das punktgenaue Bremsen der fahrenden Züge, für das Stellen von Fahrstraßen, für das Überwachen von Blockabschnitten und Fahrstraßen und für die Anzeige von Gleisbildern der Modellbahn-Anlage. Darüber hinaus

enthalten die Steuerungsprogramme Funktionen zum Fahren einzelner oder aller Züge nach vorgegebenen Fahrplänen.

Die Steuerungsprogramme sind in verschiedenen Ausführungen verfügbar: Ausführungen für verschiedene Anlagengrößen und Ausführungen mit oder ohne integrierte Gleisbild-Anzeigen.

**Dienstprogramme:** Mit den Dienstprogrammen können die Anlagen-Daten und die Betriebsdaten angezeigt und geändert werden. Für die verschiedenen Daten gibt es jeweils spezifische Funktionen, mit welchen diese Daten eingegeben und geändert werden können.

Zusätzlich steht eine für den Benutzer einfache Programmsteuerung zur Verfügung, über welche die einzelnen Programme und Funktionen ohne besondere Computer-Kenntnisse aufgerufen werden können.

### SELECTRIX

Zu den Komponenten der Modellbahn-Steuerung ist auch das SELECTRIX Mehrzug-System zu zählen. Dies ist ein wichtiger Bestandteil der Modellbahn-Steuerung, da hierüber alle Abläufe der Modellbahn-Anlage gesteuert und kontrolliert werden.

Für die Steuerung einer Modellbahn-Anlage sind die folgenden Geräte des SELECTRIX-Systems erforderlich bzw. einsetzbar:

**Stromversorgung** für Weichen, Signale und Schranken

**Zentraleinheit**, ggf. Booster-Einheiten

**Lok-Decoder:** Jedes zum Einsatz kommende Triebfahrzeug muß mit einem SELECTRIX Lok-Decoder ausgerüstet sein.

**Funktions-Decoder:** Alle Weichen, Signale und Schranken müssen über Funktions-Decoder oder über Encoder B angeschlossen sein.

**Encoder A, Encoder B:** Anzeige-Bausteine von Gleisbild-Pulten müssen über diese Decoder oder Funktions-Decoder angeschlossen werden.

**Besetzmelder:** Alle zu überwachenden Gleisabschnitte (Blockabschnitte, Bahnhofsgleise, Abstellgleise) müssen über Belegmelder angeschlossen sein. Zum Bremsen vor Signalen ist hierbei kein stromloser Abschnitt erforderlich, da das Betriebsprogramm die Fahrwege berechnet und die Fahrzeuge rechnerisch punktgenau bremsen.

**Computer-Interface:** Die Verbindung des Rechners mit dem SELECTRIX-System muß über das Computer-Interface vorgenommen werden. Dieses muß an die erste oder zweite serielle Schnittstelle des Rechners angeschlossen sein.

Die Modellbahn-Steuerung ermöglicht das Anschalten von bis zu 2 Computer-Interface an den Rechner. Hierbei können z.B. die Decoder der Weichen und Signale an den Daten-BUS einer zweiten Zentraleinheit angeschlossen werden, die über das zweite Computer-Interface an die zweite serielle Schnittstelle des Rechners angeschlossen ist. Hierdurch stehen ggf. mehr Adressen für die Triebfahrzeuge zur Verfügung.

## Die Funktionen im Einzelnen

Eine Modellbahn-Anlage besteht aus zwei grundsätzlichen Teilen: dem stationären Teil (Gleise, Weichen, Signale, Schranken) und dem mobilen Teil (Züge mit Loks und Wagen).

Beide Teile der Modellbahn-Anlage und deren elektrische Verhältnisse müssen der Modellbahn-Steuerung bekannt sein und werden von dieser für die Steuerung und Kontrolle der Anlage ausgewertet und verwendet.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die einzelnen Funktionen der Modellbahn-Steuerung bzw. die Auswirkungen verschiedener Faktoren auf den Modellbahn-Betrieb.

### Die Gleisanlagen

Die Gleisanlagen einer Modellbahn-Anlage bestehen aus Blockabschnitten, Bahnhofsgleisen und Abstellgleisen, die über Weichen und Kreuzungen miteinander verbunden sind. Zusätzlich gehören zu den Gleisanlagen die Sicherheitseinrichtungen, d.h. die Signale und Schranken bzw. Blinkanlagen von Bahnübergängen..

Diese Gleisgeometrie wird mit den Anlagen-Daten der Modellbahn-Steuerung zur Verfügung gestellt.

**Blockabschnitte:** Ein Blockabschnitt ist ein Gleisabschnitt, in dem zu jeder Zeit nur ein Zug sein darf. An beiden Enden eines Blockabschnittes schließen entweder andere Blockabschnitte oder Weichen an. Jeder Blockabschnitt ist zur Überwachung des Gleisbesetzt-Zustandes an eine separate Position eines Belegtmelders angeschlossen. Für jeden Blockabschnitt wird in den Anlagen-Daten die Länge des Blockabschnittes und die Bremspunkte in beiden Fahrtrichtungen angegeben. Grundsätzlich kann die Modellbahn-Steuerung jedes Gleis in jede Richtung befahren. Es ist Aufgabe des Fahrdienstleiters bzw. der Fahrpläne, eventuelle Richtungseinschränkungen einzuhalten. Die Bremspunkte der Blockabschnitte sind die Punkte, an denen ein Zug bei Halt-zeigendem Signal zum Stehen kommen muß. Zusätzlich werden diese Punkte als die Stelle verwendet, an der das Ende eines Zuges das Auflösen einer Fahrstraße bewirkt.

**Bahnhofsgleise:** Bahnhofsgleise entsprechen den Blockabschnitten, jedoch kann hierbei ein Bremspunkt für die Mitte eines Bahnsteiges angegeben werden. Hierdurch halten Züge bei einem Bahnsteighalt mit der Mitte des Zuges in der Mitte des Bahnsteiges.

**Geteilte Bahnhofsgleise:** Bahnhofsgleise, bei denen nicht nur an den Enden Weichen anschließen, sondern bei denen die Bahnhofsgleise zusätzlich durch Weichenüberleitungen miteinander verbunden sind, werden in separaten Teilabschnitten eingegeben. Jedoch halten Züge mit geplantem Bahnsteighalt trotzdem mit der Mitte des Zuges an der Mitte des Bahnsteiges an.

**Abstellgleise:** Abstellgleise für komplette Zuggarnituren werden wie Blockabschnitte behandelt. Jedoch kann es sich hierbei, wie auch bei Bahnhofsgleisen, um Stumpfgleise handeln. Soll in solchen Abstellgleisen jedoch ein abzustellender Zug immer bei der Einfahrt mit dem Zugende direkt hinter der letzten Einfahrweiche zum Stehen kommen, kann dies erreicht werden, indem der Bremspunkt für das stumpfe Ende des Gleises weggelassen wird.

Sind mehrere Abstellgleise (oder Stumpfgleise) hinter Weichen mit Stop-Funktion, können diese Gleise über die Weichen mit Fahrstrom versorgt und damit an eine Besetzmelder-Position angeschlossen werden.

**Rangierabschnitte:** An Bahnhofs-einfahrten können sog. Rangierabschnitte vorhanden sein. Das sind Gleisabschnitte, die wie Blockabschnitte an eine Besetzmelder-Position angeschlossen sind. Jedoch können diese Rangierabschnitte beim Stellen der Fahrstraßen übersprungen werden.

**Ausweichgleise:** Mehrere parallel verlaufende Gleise, die an beiden Enden gleichwertig über Weichen mit den nachfolgenden Gleisen verbunden sind, können zu gegenseitigen Ausweichgleisen angeordnet werden. Der typische Einsatzbereich hierfür sind Abstell- oder Schattenbahnhöfe. Hierbei wird zur Einfahrt eines Zuges in eines dieser Gleise geprüft, ob das gewünschte Gleis frei oder belegt ist. Ist das gewünschte Gleis belegt, wird ein anderes Gleis, in welches der Zug bei evtl. Zughalt paßt, zur Einfahrt zugeordnet.

**Gleisgruppen:** Gleise von eingeleisigen Strecken mit z.B. einem Ausweichbahnhof können zu Gleisgruppen zusammengefaßt werden. Um zu vermeiden, daß zu viele Züge eine solche eingeleisige Strecke blockieren, kann hierfür für den Fahrplan-Betrieb die maximale Anzahl der in einem solchen Bereich befindlichen Züge festgelegt werden.

**Weichen:** Alle Weichen der Modellbahn-Anlage müssen an eine Position eines Funktions-Decoders angeschlossen sein (u.U. ist es möglich, Weichen mit z.B. motorischem Weichenantrieb auch über Encoder B anzuschließen). Weichenbereiche sind nicht an Belegtmelder angeschlossen (die ohnehin hohen Kosten für die Elektronik der Modellbahn-Anlage würde sonst noch größer sein). Die Feststellung von Belegt-Zuständen der Weichenbereiche wird rechnerisch durchgeführt.

**Koppelweichen:** Bei Gleisüberleitungen, an welchen zwei Weichen immer parallel gestellt werden (d.h. beide Weichen immer gerade oder abzweigend), können diese zwei Weichen zusammen an eine Decoder-Position angeschlossen werden.

**Dreiweg-Weichen:** Bei Dreiweg-Weichen wird sichergestellt, daß z.B. bei abzweigender Fahrt über das erste Zungenpaar das zweite Zungenpaar in Stellung Gerade steht, um nicht mit dem ersten Zungenpaar zu kollidieren. Dies ist bei Dreiweg-Weichen verschiedener Hersteller erforderlich, da hierbei die Weichenzungen sehr eng aufeinander folgend angeordnet sind.

**Kreuzweichen und Kreuzungen:** Die Modellbahn-Steuerung kennt sowohl doppelte Kreuzungsweichen (DKW), einfache Kreuzungsweichen (EKW) und Kreuzungen. Hierfür wird im Gleisplan angegeben, welche Fahrwege der Kreuzweiche oder Kreuzung nicht möglich sind.

**Kreuzweichen mit einem Antrieb:** Normalerweise werden die Zungen von Kreuzweichen über zwei Antriebe gestellt (d.h. eine Kreuzweiche hat 4 Stellungen). Kreuzweichen verschiedener Hersteller sind jedoch nur mit einem Antrieb ausgerüstet (die möglichen Fahrwege sind hierbei entweder Bogenfahrt oder Kreuzungsfahrt). In den Gleisplan-Daten kann hierfür angegeben werden, daß eine Kreuzweiche nur einen Antrieb hat. Die Anzeige der Kreuzweiche auf einem Gleisbild wird jedoch entsprechend dem Fahrweg richtig angezeigt.

**Kehrschleifen:** Kehrschleifen sind bei digitalem Betrieb ebenso unerläßlich, wie bei konventionellem Betrieb. Dies ist auf die 2-Leiter-Stromzuführung zurückzuführen. Allerdings muß bei digitalem Betrieb nur die Kehrschleife selbst umgepolt werden, und nicht der Rest der Anlage. Das Umpolen kann unter dem fahrenden Zug erfolgen. Entsprechende Definitionen im Gleisplan ermöglichen eine automatische Umpolung von Kehrschleifen durch die Betriebssteuerung. Hierbei wird sichergestellt, daß ein Zug komplett in einen umzupolenden Abschnitt eingefahren ist, bevor die Umpolung dieses Abschnittes durchgeführt wird.

**Geschwindigkeiten:** Für alle Gleise und Weichen sind die folgenden Geschwindigkeitsbeschränkungen standardmäßig vorgegeben:

Fahrt frei: 160 km/h.

Fahrt frei mit ermäßigter Geschwindigkeit: 70 km/h.

Halt erwarten: 90 km/h.

Bahnhofsbereich: 90 km/h.

Rangieren: 40 km/h.

Kleinste mögliche Höchstgeschwindigkeit: 40 km/h.

Diese standardmäßigen Geschwindigkeiten können sowohl für die gesamte Modellbahn-Anlage, als auch für einzelne Gleise und Weichen erhöht oder verringert werden.

## Signale

**Hauptsignale:** Alle auf der Anlage vorhandenen Hauptsignale müssen über Funktions-Decoder oder über Encoder B angeschlossen sein. Hauptsignale mit 3 Signalbegriffen benötigen hierzu zwei Anschlußpositionen. Die Signalstellung Hp2 wird entsprechend den Weichenstellungen der nachfolgenden Fahrstraße eingestellt. Auf den Gleisbild-Anzeigen werden nur die Signale angezeigt, die im Gleisplan angegeben sind. Sollen Signale auch an Stellen angezeigt werden, an denen keine auf der Anlage vorhanden sind (z.B. in nicht sichtbaren Bereichen), können diese im Gleisplan, ohne eine Decoder-Position zu belegen, angegeben werden.

**Sperrsignale:** Alle auf der Anlage vorhandenen Gleissperrsignale müssen über Funktions-Decoder oder über Encoder B angeschlossen sein. Wie bei den Hauptsignalen werden auf den Gleisbild-Anzeigen nur die Sperrsignale angezeigt, die im Gleisplan angegeben sind. Sollen Sperrsignale an Stellen angezeigt werden, an denen keine auf der Anlage vorhanden sind, können diese im Gleisplan ohne eine Decoder-Position zu belegen, angegeben werden.

**Kombination von Haupt- und Sperrsignalen:** Licht-Sperrsignale können, wie beim großen Vorbild, mit Licht-Hauptsignalen auf einem Signalschirm vereinigt sein (Signalstellungen: Hp0, Hp00, Hp1 und ggf. Hp2).

**Vorsignale:** Vorsignale bei Blockstrecken sind meistens elektrisch mit dem zugehörigen Hauptsignal verbunden. Bei Bahnhofs-Ein- und -Ausfahrten ist dies meistens nicht möglich. An solchen Stellen können Vorsignale angegeben werden, die unabhängig von einem Hauptsignal an Funktions-Decoder oder Encoder B angeschlossen sind. Das Betriebsprogramm stellt solche Vorsignale automatisch entsprechend dem im eingestellten Fahrweg nachfolgenden Hauptsignal.

## Bahnübergänge

Die Sicherungsanlagen von Bahnübergängen (Blinkanlagen und/oder Bahnschranken) werden automatisch entsprechend den Zugfahrzeiten eingeschaltet und nach Vorbeifahrt der Züge wieder ausgeschaltet.

**Sicherungsanlage einschalten:** Die Sicherungsanlage eines Bahnüberganges wird entsprechend den Angaben für den Bahnübergang in den Gleisplan-Daten rechtzeitig vor Ankunft eines Zuges eingeschaltet (die Blinkanlage wird eingeschaltet, die Schranke wird

geschlossen). Hierfür können in den Gleisplan-Daten folgende Zeitfaktoren angegeben werden: Zeit zum Schließen einer Schranke (Standard: 5 Sekunden), Mindestzeit, die die Schranke vor dem Zug geschlossen sein muß (Standard: 10 Sekunden).

Eine Blinkanlage kann jedoch erst eingeschaltet werden, bzw. eine Schranke geschlossen werden, wenn diese eine bestimmte Zeit ausgeschaltet bzw. offen war. Hierfür kann in den Gleisplan-Daten für den Bahnübergang eine Mindestens-offen-Zeit angegeben werden (Standard: 10 Sekunden). Gegebenenfalls wird die Fahrt eines Zuges verzögert, um diese Zeiten einzuhalten.

**Sicherungsanlage ausschalten:** Nach Vorbeifahrt eines Zuges wird die Sicherungsanlage eines Bahnüberganges, nach einer Toleranzstrecke von 10 cm und einer Toleranzzeit von 2 Sekunden wieder ausgeschaltet (die Blinkanlage wird ausgeschaltet, die Schranke wird geöffnet).

**Blinkanlage mit Schranken:** Bei einer Kombination von Blinkanlage und Schranken wird die Blinkanlage entsprechend den in den Gleisplan-Daten für den Bahnübergang angegebenen Daten vor dem Schließen der Schranke eingeschaltet, damit der Straßenverkehr vor dem Schließen der Schrankenbäume anhalten kann.

**Mehrgleisige Bahnübergänge:** Bei Bahnübergängen über mehrere Gleise wird nach der Vorbeifahrt eines Zuges die Sicherungsanlage nur ausgeschaltet, wenn kein weiterer Zug sich dieser Schranke nähert oder auf der Schranke ist.

**Sicherung mit Bü-Signal:** Sobald eine Sicherungsanlage eingeschaltet ist, d.h. die Schranke geschlossen bzw. bei Blinkanlagen ohne Schranke die Blinkanlage eingeschaltet ist, wird, sofern im Gleisplan für den Bahnübergang angegeben, das zugehörige Bü-Signal eingeschaltet. Dieses Signal wird beim Öffnen der Schranke bzw. dem Ausschalten des Warnblinklichtes ausgeschaltet.

**Sicherung durch Hauptsignal:** Wird in den Gleisplan-Daten für einen Bahnübergang kein Bü-Signal angegeben, muß das letzte Hauptsignal im Fahrweg eines Zuges vor einem Bahnübergang Halt zeigen, solange dieser noch nicht gesichert ist (Schranke geschlossen, bzw. Blinkanlage eingeschaltet). Um zu vermeiden, daß eine Bahnschranke zu früh vor Durchfahrt eines Zuges geschlossen ist, wird das Stellen dieses Hauptsignals auf Fahrt-frei ggf. verzögert, jedoch höchstens so lange, daß der Zug nicht am davor befindlichen Vorsignal wegen Signal Halt-erwarten seine Geschwindigkeit reduzieren muß.

**Bahnübergang im Durchrutschweg:** Ist ein Bahnübergang im Durchrutschweg eines Halt-zeigenden Hauptsignals, wird die Sicherungsanlage bei Annäherung eines Zuges eingeschaltet. Sie wird jedoch nach dem Anhalten des Zuges vor dem Signal (und damit auch vor dem Bahnübergang) ausgeschaltet.

**Bahnübergang vor einem Hauptsignal:** Ist ein Bahnübergang vor einem Hauptsignal z.B. in einem Bahnhofsbereich wird die Sicherungsanlage ausgeschaltet, falls der Zug vor dem Bahnübergang anhält. Vor der Weiterfahrt des Zuges wird die Sicherungsanlage wieder eingeschaltet.

## Die Züge

Jeder auf der Modellbahn-Anlage verkehrende Zug muß der Modellbahn-Steuerung bekannt gegeben werden.

**Loks:** Jedem fahrbereiten Zug wird ein Triebfahrzeug zugeordnet. Der Zug wird hierbei ständig unter seiner Zugnummer geführt, unabhängig davon, welches Triebfahrzeug dem Zug zugeordnet ist.

**Doppeltraktion:** Für Doppeltraktion oder Schiebebetrieb kann einem Zug eine zweite Lok zugeordnet werden. Die zweite Lok (mit einer eigenen Lokdecoder-Adresse) kann zu der ersten Lok des Zuges unterschiedliche Eigenschaften besitzen. Die Fahrstufe der zweiten Lok wird entsprechend der Geschwindigkeit der ersten Lok nachgeführt. Die zweite Lok kann auch gegenläufig eingestellt sein. Die Fahrtrichtung der zweiten Lok wird dementsprechend festgelegt.

**Zuglänge:** Für jeden Zug muß eine Zuglänge angegeben werden. Mit Hilfe der Zuglänge wird von der Modellbahn-Steuerung berechnet, wann eine durchfahrene Fahrstraße aufgelöst bzw. eine geschlossene Schranke geöffnet werden kann.

**Geschwindigkeiten:** Jeder Zug hat eine individuelle Höchstgeschwindigkeit. Diese Geschwindigkeit wird nie überschritten, auch wenn im jeweiligen Gleisabschnitt eine höhere Geschwindigkeit erlaubt ist. Für Rückwärtsfahrt wird eine separate Höchstgeschwindigkeit angegeben, damit ein Zug bei einem Rangiermanöver (z.B. rückwärts Einrangieren in ein Abstellgleis) nicht mit unerlaubt hoher Geschwindigkeit fährt.

**Lok-Spitzenlicht:** Züge werden grundsätzlich mit eingeschaltetem Spitzenlicht gefahren. Bei Doppeltraktion kann wahlweise das Spitzenlicht einer oder beider Loks eingeschaltet werden (Vorspann, Nachspann oder Schublok). Bei Fahrplan-Betrieb eines Zuges wird das Spitzenlicht bei langen Wartezeiten ausgeschaltet und erst kurz vor Abfahrt des Zuges wieder eingeschaltet. Bei Wendezügen wird hierbei das Spitzenlicht in der Fahrtrichtung eingeschaltet, in welches der Zug abfahren wird. Wird die Geschwindigkeit eines Zuges über einen Fahrregler kontrolliert, wird das Spitzenlicht entsprechend dem Taster für Lokbeleuchtung des Fahrreglers eingeschaltet.

## Die Loks

Für jedes auf der Modellbahn-Anlage einzusetzende Triebfahrzeug müssen die Fahreigenschaften der Modellbahn-Steuerung zur Verfügung stehen.

**Lok-Faktoren:** Diese enthalten für jedes Triebfahrzeug die Daten der individuellen Laufeigenschaften in der Form von Geschwindigkeitsfaktoren. Da Triebfahrzeuge nicht immer in beiden Richtungen gleich schnell laufen, sind diese Faktoren sowohl für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt vorhanden. Zusätzlich verweisen diese Faktoren auf eine für dieses Fahrzeug zu verwendende Motortabelle, die die relativen Geschwindigkeit für jede Fahrstufe enthält, und deren individuelle Anpassungen.

**Motorkurven:** Die Motorkurven enthalten Geschwindigkeitsfaktoren für jede Fahrstufe von SELECTRIX-Lokomotiven. Aus diesen Motorkurven und den individuellen Lokfaktoren der einzelnen Fahrzeuge wird ständig der Fahrweg je Zeiteinheit (und damit die zurückgelegte Fahrstrecke eines Zuges im jeweiligen Blockabschnitt) berechnet. Dies ist für eine genaue Zielbremsung zum Halt vor Signalen und zum Berechnen, wann Fahrstraßen aufgelöst und Schranken geöffnet werden können, erforderlich.

Die SELECTRIX-Lokdecoder regeln die Lokmotoren, d.h. sie vergleichen ständig die Geschwindigkeit des angeschlossenen Lokmotors entsprechend der eingestellten Fahrstufe mit einem Soll-Wert und gleichen den dem Motor zugeführten Strom dementsprechend an.

Das Verhalten der Lokmotoren ist jedoch entsprechend der Bauart des Decoders und der Decoder-Einstellungen sehr unterschiedlich. Hierbei spielen außer der Bauart und den Einstellungen des Decoders auch Bauart des jeweiligen Motors, Laufeigenschaften des Getriebes und Schwungmassen eine Rolle.

Für die verschiedenen Decoder-Bauarten und deren Einstellungen stehen verschiedene Motorkurven zur Verfügung, die über die Lokfaktoren noch zusätzlich an die Eigenschaften einzelner Loks angepaßt werden können.

**Laufleistungen:** Für jedes eingesetzte Triebfahrzeug werden ständig die Laufleistungen in Betriebsstunden und zurückgelegten Kilometern (umgerechnet entspr. der Baugröße) errechnet und abgespeichert. Die Laufleistungen werden doppelt ermittelt, zum Einen als Laufleistung insgesamt, zum Anderen als Laufleistung seit der letzten Hauptuntersuchung eines Fahrzeuges (z.B. Lokreinigung). Diese Laufleistung HU kann während des Betriebes auf 0 zurückgesetzt werden.

## Fahrstraßen

**Stellen von Fahrstraßen:** Fahrwege werden durch die Anforderung einer Fahrstraße festgelegt. Fahrstraßen können entweder über die Tastatur des Rechners angefordert werden, oder sie werden für einzelne oder alle Züge durch die jeweiligen Fahrpläne angefordert.

Über Programm-Aufrufparameter kann eine Abfahrt-Verzögerung eingestellt werden, damit auch langsam umlaufende Weichen (z.B. Weichen mit motorischem Antrieb) und langsame Formsignale (z.B. mit Memory-Antrieb) vor der Abfahrt eines Zuges gestellt sind.

**Automatisches Erkennen von möglichen Fahrwegen:** Fahrstraßen werden nicht fest eingegeben. Die Modellbahn-Steuerung erkennt selbst für komplexe Weichenfelder bei der Anforderung einer Fahrstraße die möglichen Fahrwege zwischen dem Start- und dem Zielgleis.

**Blocksicherung und Fahrstraßensicherung:** Fahrstraßen können nur dann gestellt werden, wenn das Zielgleis nicht von einem anderen Zug belegt ist, und wenn keine andere Fahrstraße die angeforderte Fahrstraße kreuzt oder berührt. Hierdurch ist ein Schutz vor Auffahren und vor Flankenfahrten sichergestellt.

**Signalbilder:** Die Signale werden automatisch entsprechend den festgelegten Fahrstraßen auf Fahrt-frei, bzw. bei Fahrt über abzweigende Weichen auf Fahrt-frei mit Langsamfahrt, gestellt. Hauptsignale werden nach Passieren des Zugkopfes auf Halt zurückgesetzt.

**Sperrsignale:** Wird ein Hauptsignal auf Fahrt-frei gesetzt, werden ggf. die im Fahrweg befindlichen Gleissperrsignale auf Fahrverbot-aufgehoben gesetzt. Bei Rangierfahrstraßen werden nur die Gleissperrsignale und nicht die Hauptsignale gesetzt.

**Vorsignale:** Vorsignale werden jeweils, entsprechend den festgelegten Fahrstraßen, mit dem nächsten Hauptsignal gekoppelt. Dadurch ist sichergestellt, daß auch bei komplexen Bahnhofs-Ein- und -Ausfahrten die Vorsignale die richtigen Signalbilder anzeigen.

**Löschen von Fahrstraßen:** Fahrstraßen werden automatisch nach Passieren des Zugendes am Bremspunkt in der Gegenrichtung des jeweiligen Abschnittes aufgelöst. Die Modellbahn-Steuerung ermittelt den Zeitpunkt des Fahrstraßen-Auflösens rechnerisch aus der Zuggeschwindigkeit, dem zurückgelegten Fahrweg im Blockabschnitt und der Zuglänge.

Durch Aufrufparameter kann festgelegt werden, ob Weichen beim Auflösen von Fahrstraßen in Grundstellung (Stellung Gerade) zurückgeschaltet werden sollen.

**Überlange Züge:** Normalerweise sollten Züge immer kürzer sein als die befahrenen Blockabschnitte. Hierdurch belegt ein Zug nur bei der Fahrt von einem Blockabschnitt in den nächsten Abschnitt zwei Abschnitte.

Damit auch Züge auf einer Modellbahn-Anlage verkehren können, die länger als die jeweiligen Blockabschnitte sind, dürfen einzelne Züge gleichzeitig bis zu vier Blockabschnitte belegen. Hierbei wird das Auflösen der Fahrstraßen solange verzögert, bis der Zugschluß den letzten Blockabschnitt verlassen hat. Es ist jedoch darauf zu achten, daß bei Betriebsende alle Züge in einem Blockabschnitt stehen, der mindestens so lang ist, wie der Zug, da beim Starten der Betriebssteuerung dem Programm nicht bekannt ist, in welchen Blockabschnitten, außer dem Abschnitt des Zugkopfes, sich der Zug noch befindet.

**Ausweichgleise:** Bei der Anforderung einer Fahrstraße wird, falls das Zielgleis belegt ist, geprüft, ob evtl. für das Zielgleis ein Ausweichgleis im Gleisplan festgelegt ist. In diesem Fall wird das Ausweichgleis als Zielgleis verwendet. Bei Fahrbefehlen mit Halt-Anzeiger wird bei Ausweich-Gleisgruppen versucht, das kürzeste freie Gleis, welches länger ist als der Zug, für den die Fahrstraße angefordert wird, als Zielgleis zu verwenden.

**Gleis-Verriegelung:** Bei Störungen von Gleisen (z.B. bei Gleisbauarbeiten) können diese verriegelt werden, d.h. als unbefahrbar gekennzeichnet werden. Hierbei können evtl. parallel verlaufende Gleise, wie z.B. bei einer zweigleisigen Strecke, als Ausweichgleise angegeben werden. Alle Zugfahrten, für die Fahrwege über die unbenutzbaren Gleise angefordert werden, werden dann über die Ausweichgleise geleitet.

**Weichen-Verriegelung:** Weichen können ebenfalls als unbenutzbar gekennzeichnet werden (z.B. bei Gleisbauarbeiten), oder sie können in einer bestimmten Stellung festgelegt werden, wenn z.B. der Weichenantrieb defekt ist. Bei komplexen Weichenfeldern werden in solchen Situationen evtl. mögliche andere Fahrstraßen eingestellt.

## Beschleunigen der Züge

Das Beschleunigen der Züge wird durch die Modellbahn-Steuerung selbsttätig durchgeführt. Die Beschleunigung wird hierbei durch die folgenden Faktoren beeinflusst:

**Höchstgeschwindigkeit des Zuges:** Der Grad der Beschleunigung nimmt immer weiter ab, je weiter sich die Geschwindigkeit der für den Zug festgelegten Höchstgeschwindigkeit des Zuges nähert. Hierdurch wird eine Beschleunigungskurve erreicht, die der zur Beschleunigung verfügbaren Restleistung der Lok, nach Abzug der für den Roll- und Luftwiderstand des Zuges verbrauchten Lokleistung, entspricht.

**Zuglängen:** Längere Züge beschleunigen entsprechend langsamer als kürzere Züge, unter der Annahme, daß bei gleicher Lokleistung bei längeren Zügen weniger Leistung für die Beschleunigung zur Verfügung steht.

**Steigung und Gefälle:** Ebenso beschleunigen Züge bei Steigungen langsamer als auf einer ebenen Strecke. Bei Gefälle beschleunigen Züge dementsprechend schneller.

**Zielgeschwindigkeit:** Beschleunigt ein Zug in einem Blockabschnitt, dessen Signal am Ende des Abschnittes auf Halt steht, beschleunigt der Zug langsamer, als wenn das Signal auf Fahrt-frei wäre.

**Beeinflussung durch Fahrregler:** Züge können über Fahrregler gefahren werden. Hierbei kontrolliert die Modellbahn-Steuerung den Grad der Beschleunigung. Wird versucht, einen Zug zu schnell zu beschleunigen, wird die Beschleunigung durch die Steuerung gedämpft.

**Beeinflussung durch Parameter:** Die Modellbahn-Steuerung beschleunigt Vorbildgerecht langsam. Für kleinere Modellbahn-Anlagen kann der Grad der Beschleunigung als optisch zu langsam empfunden werden. Der Grad der Beschleunigung (und auch des Bremsens) kann beim Aufruf des Betriebsprogrammes in zwei Stufen erhöht werden.

## Bremsen der Züge

Das Bremsen der Züge wird durch die Modellbahn-Steuerung selbsttätig durchgeführt. Züge fahren immer entsprechend der Höchstgeschwindigkeit eines Zuges, der erlaubten Geschwindigkeit in einem Gleisabschnitt und der erlaubten Geschwindigkeit über Weichenstraßen unter Einhaltung des Mindestbremsweges.

**Zielbremsung:** Züge werden entsprechend der am Ende eines Blockabschnittes erlaubten Geschwindigkeit (Zielgeschwindigkeit) weich abgebremst, sodaß sie am jeweiligen Bremspunkt des Gleisabschnittes ihre Geschwindigkeit auf die erlaubte Geschwindigkeit reduziert haben bzw. vor einem Halt-zeigenden Hauptsignal weich zum Stehen kommen.

**Bahnsteighalt:** Bei einem geplanten Bahnsteighalt halten die Züge mit der Mitte des Zuges an der Mitte des Bahnsteiges an.

**Zuglängen:** Der Grad des Bremsens wird, wie die Beschleunigung, durch die Zuglänge beeinflusst: Lange Züge bremsen früher ab als kurze Züge.

**Kompensation von Steigung und Gefälle:** Beim Bremsen im Gefälle entsteht ein Nachschieben des Zuges. Hierdurch kommt u.U. ein Zug erst nach dem Hauptsignal zum Stehen. Dies kann durch einen Gefälle-Faktor in den Gleisplan-Daten für die einzelnen Blockabschnitte kompensiert werden. Ähnliches entsteht bei Bremsvorgängen an Steigungen, obwohl der SELECTRIX Lok-Decoder die Geschwindigkeit einer Lok konstant nachregelt. Trotzdem kommen Züge bei Steigungen u.U. zu früh zum Stehen. Dies kann durch den Steigungsfaktor in den Gleisplan-Daten kompensiert werden.

**Beeinflussung durch Fahrregler:** Züge können über Fahrregler gefahren werden. Hierbei kontrolliert die Modellbahn-Steuerung, ob ein Zug rechtzeitig vor einem auf Halt stehenden Signal gebremst wird. Ist dies nicht der Fall, wird eine Zwangsbremse eingeleitet. Ebenso wird die Geschwindigkeit zwangsweise reduziert, wenn z.B. über Fahrstraßen mit reduzierter Geschwindigkeit gefahren wird, und diese Geschwindigkeit nicht eingehalten wird.

**Beeinflussung durch Parameter:** Die Modellbahn-Steuerung bremst vorbildgerecht langsam. Für kleinere Modellbahn-Anlagen kann der Grad des Bremsens als optisch zu langsam empfunden werden. Der Grad des Bremsens (und auch des Beschleunigens) kann beim Aufruf des Betriebsprogrammes in zwei Stufen erhöht werden.

## Geschwindigkeit

Die jeweils erlaubte Geschwindigkeit eines Zuges wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

**Höchstgeschwindigkeit des Zuges:** Die für den jeweiligen Zug angegebene Geschwindigkeit in der jeweiligen Fahrtrichtung wird nie überschritten. Auch nicht, wenn ein Zug über einen Fahrregler gefahren wird.

**Erlaubte Geschwindigkeit im Gleisabschnitt:** Ist die in einem Gleisabschnitt erlaubte Höchstgeschwindigkeit kleiner als die Höchstgeschwindigkeit des Zuges, wird entsprechend die niedrigere Geschwindigkeit nicht überschritten.

**Erlaubte Geschwindigkeit im vorigen Gleisabschnitt:** Befindet sich beim Befahren einer Fahrstraße der Zugschluß noch im vorigen Gleisabschnitt, wird die in diesem Gleisabschnitt erlaubte Geschwindigkeit eingehalten, bis der Zugschluß die Fahrstraße verlassen hat, sofern diese Geschwindigkeit nicht größer ist, als die obigen Geschwindigkeiten.

**Erlaubte Geschwindigkeit über Fahrstraßen:** Für jede Fahrstraße wird, entsprechend den Weichenstellungen und den ggf. für die einzelnen Weichen in den Gleisplan-Daten angegebenen Geschwindigkeiten, eine erlaubte Geschwindigkeit berechnet. Diese Geschwindigkeit wird nicht überschritten.

**Zielgeschwindigkeit am Ende eines Gleisabschnittes:** Für jeden befahrenen Gleisabschnitt wird eine Zielgeschwindigkeit errechnet, die der Zug nicht überschreiten darf, wenn der Zugkopf am Bremspunkt des Gleisabschnittes angelangt ist. Gegebenenfalls wird der Zug rechtzeitig weich gebremst. Diese Zielgeschwindigkeit wird bestimmt durch die erlaubte Geschwindigkeit auf der nachfolgenden Fahrstraße, die erlaubte Geschwindigkeit im folgenden Abschnitt, die Signalstellung am Ende des folgenden Abschnittes, die erlaubte Geschwindigkeit im momentan befahrenen Gleisabschnitt und die Höchstgeschwindigkeit des Zuges.

**Mindestbremsweg:** Die Modellbahn-Steuerung errechnet ständig den aus der momentanen Geschwindigkeit resultierenden Mindestbremsweg. Ist der Mindestbremsweg kleiner als der bis zum nächsten Halt-zeigenden Signal verbleibende Fahrweg, wird die Geschwindigkeit dementsprechend reduziert. Dadurch wird erreicht, daß auch bei sehr kleinen Blockabschnitten ein Überbremsen des Signals verhindert wird.

## Rangieren:

Für Zug-Rangiermanöver kann eine Fahrstraße in ein Zielgleis als Rangierfahrstraße eingegeben werden. Dabei wird dann ggf. nur das Gleisperrsignal auf Stellung Fahrverbot aufgehoben (Sh1) gesetzt, ein eventuelles Hauptsignal bleibt in Stellung Halt (Hp0), und die Höchstgeschwindigkeit wird auf Rangiergeschwindigkeit (Standard: 40 km/h) gesetzt. Zusätzlich kann eine Fahrstraße so gestellt werden, daß der Zug mit dem Zugschluß direkt am Anfang des Gleises (am Bremspunkt in der Gegenrichtung) zum Stehen kommt.

Darüber hinaus ist es möglich, frei zu rangieren. Hierzu können Rangierfahrstraßen so gestellt werden, daß z.B. die Lok eines in einen Bahnhof eingefahrenen Zuges vom Zug weg rangiert und durch eine andere ersetzt werden kann, oder daß Wagen eines Zuges durch eine Rangierlok von dem Zug entfernt oder zu dem Zug hinzugefügt werden können.

Die Loks solcher Rangiermanöver werden hierbei mit einem SELECTRIX-Fahrregler gefahren, und nicht vom Steuerungsprogramm. Die Fahrstraßen sind jedoch unter Kontrolle des Programmes und deshalb gegen Flankenfahrt u.A. gesichert.

Nach Auflösen solcher Rangierfahrstraßen wird geprüft, ob das Start- bzw. das Zielgleis der Fahrstraße frei ist und ggf. der Status Gleis-belegt aufrechterhalten.

## Fahrpläne

Für einzelne oder alle Züge können Fahrpläne eingegeben werden. Diese Fahrpläne sind jedoch keine Zeitfahrpläne, sondern Fahrweg-Pläne mit Haltezeiten in z.B. Bahnhöfen. Zeitfahrpläne zu erstellen wäre für die meisten Modellbahner eine nicht lösbare Aufgabe. Deshalb wurde die Lösung mit Fahrweg-Plänen vorgezogen. Hierdurch entsteht auf einer Modellbahn-Anlage ein abwechslungsreicher Betrieb, da die Zug-Konstellationen ständig wechseln.

**Automatikbetrieb - Manueller Betrieb:** Züge können sowohl entsprechend über die Tastatur des Rechners angeforderten Fahrstraßen fahren, als auch über die eingegebenen Fahrpläne. Zwischen den beiden Betriebsmodi kann für jeden einzelnen Zug jederzeit umgeschaltet werden.

**Fahrwege und Fahrstraßen:** Die Fahrpläne der Züge enthalten Fahrwege in der Form von einer Abfolge von Zielgleisen, die nacheinander befahren werden sollen. Die Fahrpläne werden unter Einhaltung der Blocksicherung und der Fahrstraßensicherung abgearbeitet. Für jeden Zug werden hierbei normalerweise bis zu drei Fahrbefehle im voraus

gegeben (d.h. 3 auf Fahrt-frei zeigende Signale), jedoch nur bei freier Fahrstrecke und wenn dazwischen kein Fahrplanhalt im Fahrplan enthalten ist. Dies kann jedoch für einzelne Fahrwege reduziert werden. Für Züge, die schneller als die in den Gleisplan-Daten für die gesamte Anlage angegebene Höchstgeschwindigkeit fahren können, werden bis zu vier Fahrbefehle im voraus gegeben. Für sehr langsame Züge (langsamer als die für die gesamte Anlage angegebene Geschwindigkeit über abzweigende Weichen) werden, ebenso wie bei Rangierfahrten, nur zwei Fahrbefehle im voraus gegeben.

**Eingleisige Strecken:** Bei eingleisigen Strecken, die aus mehreren Blockabschnitten bestehen, wird sichergestellt, daß keine Zugfahrt in Gegenrichtung stattfindet. Sonst würden u.U. zwei Züge, zwar gesichert durch die Blocksicherung, an Halt-zeigenden Signalen gegenüber stehen.

**Begrenzung der Anzahl Züge:** Für bestimmte Streckenbereiche kann in den Gleisplan-Daten angegeben werden, wieviel Züge sich höchstens in diesem Gleisbereich aufhalten dürfen. Hierdurch wird vermieden, daß z.B. bei eingleisigen Strecken mit einem Ausweichbahnhof die Kapazität der Gesamtstrecke nicht überschritten wird. Beim Abarbeiten der Fahrpläne wird sichergestellt, daß diese Höchstzahl nicht überschritten wird. Dabei werden Züge, die länger als der kürzeste Abschnitt des Streckenbereiches sind, doppelt gezählt.

**Ausweichgleise:** In den Fahrplänen können (zusätzlich zu den Ausweichgleisen in den Gleisplan-Daten) sog. Fahrplan-Ausweichgleise angegeben werden. Ist ein Zielgleis nicht verfügbar, da es z.B. von einem anderen Zug belegt ist, wird das evtl. angegebene Ausweichgleis (oder eines der anderen angegebenen Ausweichgleise) als Zielgleis verwendet.

**Vorausschauende Gleisfrei-Prüfung:** In den Fahrplänen kann festgelegt werden, daß eine Zugfahrt erst dann beginnen soll, wenn ein bestimmter Teil (z.B. die folgenden drei Blockabschnitte) des gesamten Fahrweges frei ist.

**Haltzeiten:** In den Fahrplänen kann für die einzelnen Gleisabschnitte (z.B. Bahnhofsgleise oder Schattenbahnhof) eine Haltzeit angegeben werden. Die Züge halten entsprechend diesen Haltzeiten (in Modellbahnminuten) in diesen Gleisabschnitten an. Erst nach Ablauf dieser Haltzeiten werden die weiteren Fahrwege angefordert.

**Fahrplan-Vorrangsteuerung:** Bei Ablauf der Haltzeit eines Zuges prüft die Fahrplansteuerung entsprechend den Aufrufparameter für die Vorrangsteuerung, ob ein anderer Zug mit größerer Höchstgeschwindigkeit demnächst in dasselbe Gleis abfahren möchte. Hierbei erhalten die Züge mit einer Höchstgeschwindigkeit, die größer ist als die für die gesamte Anlage angegebene Höchstgeschwindigkeit, Vorrang über alle anderen Züge. Sehr langsame Züge (mit einer Höchstgeschwindigkeit kleiner als die für die gesamte Anlage angegebene Geschwindigkeit über abzweigende Weichen) bzw. Rangierfahrten werden gegenüber allen anderen Zügen nachrangig abgefertigt. Ein Zug überläßt jedoch pro Zughalt nur höchstens drei anderen Zügen den Vorrang.

**Parken von Zügen:** In den Fahrplänen der einzelnen Züge kann für Gleisabschnitte angegeben werden, daß der jeweilige Zug, nach der Einfahrt in diesen Abschnitt, den Fahrplan-Betrieb ausschalten soll. Durch entsprechende Befehle über die Tastatur des Rechners kann ein solcher Zug dann entweder über Fahrstraßen-Befehle weitergefahren oder wieder in den Fahrplan-Betrieb übernommen werden.

**Rangieren:** In den Fahrplänen können Zug-Rangiermanöver eingegeben werden (z.B. rückwärts Einrangieren eines Zuges in ein Abstellgleis). Hierzu können Fahrbefehle so

angegeben werden, daß der Zugschluß direkt am Bremspunkt hinter der Einfahrweiche zum Halten kommt, bereit zum rückwärts Rangieren.

### Bildschirmanzeigen

Für alle fahrbereiten Züge der Modellbahn-Anlage wird der jeweilige Status der einzelnen Züge auf dem Bildschirm des Steuerungsrechners angezeigt.

**Gleisnummer:** Für jeden Zug wird ständig angezeigt, in welchem Gleisabschnitt sich der Zug (Zugkopf) befindet.

**SELECTRIX-Fahrstufe:** Für fahrende Züge wird die momentane SELECTRIX Fahrstufe angezeigt.

**Geschwindigkeit:** Außer der momentanen Geschwindigkeit (umgerechnet in km/h) wird die erlaubte Höchstgeschwindigkeit entsprechend der Gleissituation und die Zielgeschwindigkeit angezeigt, die der Zug am Ende des Gleisabschnittes nicht überschreiten darf.

**Entfernung zum Ende des Gleisabschnittes:** Außerdem wird laufend die rechnerisch ermittelte Entfernung des Zugkopfes zum Bremspunkt am Ende des Gleisabschnittes angezeigt.

**Abfahrtszeit:** Für Züge im Fahrplanbetrieb wird bei einem Fahrplanhalt die voraussichtliche Abfahrtszeit angezeigt.

**Uhrzeit und Modellbahnzeit:** Auf dem Bildschirm des Steuerungsrechners wird die tatsächliche Uhrzeit (Rechner-Zeit) und die Modellbahnzeit (entsprechend der Baugröße der Modellbahn-Anlage) angezeigt.

**Statusinformationen:** Darüber hinaus werden wichtige Statusinformationen des Systems und ggf. Meldungen über Betriebsstörungen angezeigt.

### Gleisbilder

Bei den Programmausführungen mit integrierter Gleisbild-Anzeige kann der Spurplan der Modellbahn-Anlage, verteilt auf bis zu **9 Anzeige-Seiten**, angezeigt werden.

**Belegt-Anzeige:** Auf den Gleisbild-Anzeigen werden die tatsächlich festgestellten und rechnerisch ermittelten Belegt-Zuständen der Gleisabschnitte und der Weichenstraßen angezeigt.

**Fahrstraßen:** Gestellte Fahrstraßen werden besonders ausgeleuchtet. Auch wird jeder Gleisabschnitt, in den eine Fahrstraße gestellt, entsprechend ausgeleuchtet. Hierdurch ist eine optische Verfolgung der eingestellten Fahrwege möglich.

**Signale:** Hauptsignale werden auf den Gleisbild-Anzeigen mit Stellung Hp0, Hp1 bzw. Hp2 angezeigt. Gleisperrsignale werden mit Stellung Sh0 bzw. Sh1 angezeigt. Haupt-/Sperrsignal-Kombinationen werden wie Hauptsignale jedoch zusätzlich mit Stellung Hp00 angezeigt. Vorsignale bei Blockstrecken werden normalerweise im Gleisplan nicht separat angegeben, da diese elektrisch direkt mit den entsprechenden Hauptsignalen verbunden sind. Vorsignale bei z.B. Bahnhofseinfahrten müssen dagegen separat definiert werden, da diese je nach gestellter Fahrstraße verschiedenen Hauptsignalen zugeordnet werden müssen. Diese Vorsignale werden auf dem Gleisbild mit Stellung Vr0, Vr1 bzw. Vr2 angezeigt. Vorsignale bei einem Hp0-zeigenden Hauptsignal werden dunkel angezeigt.

**Zugnummern:** Für jeden belegten Gleisabschnitt und für jeden Gleisabschnitt, in den eine Fahrstraße gestellt ist, wird die entsprechende Zugnummer angezeigt.

### Gleisbild-Pult

Zusätzlich zu den Gleisbild-Anzeigen des Steuerrechners können auch Gleisbild-Pulte (über SELECTRIX) angeschlossen werden. Gleisbild-Pulte können auch bei den Programmausführungen ohne integrierte Gleisbild-Anzeige angeschlossen werden.

Die Gleisbild-Pulte können außer den Belegtanzeigen der Gleisabschnitte und den Weichenstellungen auch die Fahrstraßen-Informationen und die rechnerisch ermittelten Belegt-Zustände der Weichen anzeigen.

**Software-Gleisbildpult:** Bei Software-Gleisbildpulten können zusätzlich auch die Zugnummern und Statusinformationen des Steuerrechners angezeigt werden. Bei den Programmausführungen mit integrierter Gleisbild-Anzeige wird ein separates Gleisbild-Programm mitgeliefert, das auf bis zu 4 zusätzlichen Rechnern (z.B. bei Großanlagen) die Spurpläne der Modellbahn-Anlage anzeigen kann.

### Betriebsstörungen

Keine Modellbahn-Anlage arbeitet störungsfrei. Betriebsstörungen, wie z.B. Entgleisungen von Loks oder Wagen oder das Abkuppeln von Wagen, können von der Modellbahn-Steuerung nicht verhindert werden. Jedoch werden solche Störungen von dem Betriebsprogramm erkannt und es wird eine Schadensbegrenzung durchgeführt.

**Ein Zug kommt nicht im Zielgleis an:** Kommt ein Zug nicht im Zielgleis innerhalb einer vom Rechner im Einzelfall kalkulierten Toleranzzeit an (z.B. weil eine Lok entgleist ist oder weil eine Weiche mechanisch nicht richtig gestellt ist), wird der Zug stillgelegt (Nothalt). Dadurch versucht ein Zug, der eventuell auf ein Hindernis aufgefahren ist, nicht, unnötig lange weiterzufahren. Andernfalls wäre u.U. eine Beschädigung des Triebfahrzeuges oder der Elektronik im Fahrzeug die Folge.

**Ein Zug verliert Wagen:** Kuppeln Wagen von einem Zug ab, wird dies von der Modellbahn-Steuerung beim Versuch der Fahrstraßen-Auflösung durch eine evtl. Belegt-Meldung des vorigen Gleisabschnittes erkannt. Hierbei wird ein Nothalt eingeleitet, ohne die Fahrstraße aufzulösen. Hierdurch wird u.U. verhindert, daß ein anderer Zug auf diese Wagen auffährt oder in die Flanke dieser Wagen fährt.

**Ein Zug kommt viel zu früh in einem Gleis an:** Ist eine Lok falsch kalibriert (d.h. die Geschwindigkeitsfaktoren sind extrem falsch eingestellt), fährt der Zug viel früher als erwartet in einen Gleisabschnitt ein. Dies löst einen Nothalt für diesen Zug aus. Ebenso kann durch einen Kurzschluß, z.B. verursacht durch Entgleisen, eine Belegtmeldung für einen Zug in einem Folgeabschnitt verursachen. Dies löst ebenso einen Nothalt für den Zug aus.

**BUS-Probleme:** Bei Problemen des SELECTRIX-Systemes, z.B. durch Kurzschluß oder Überlastung, versucht die Modellbahn-Steuerung diese Situation zu beheben. Ist ein solcher Fehler programmäßig nicht behebbar, wird ein Nothalt für die ganze Anlage eingeleitet.