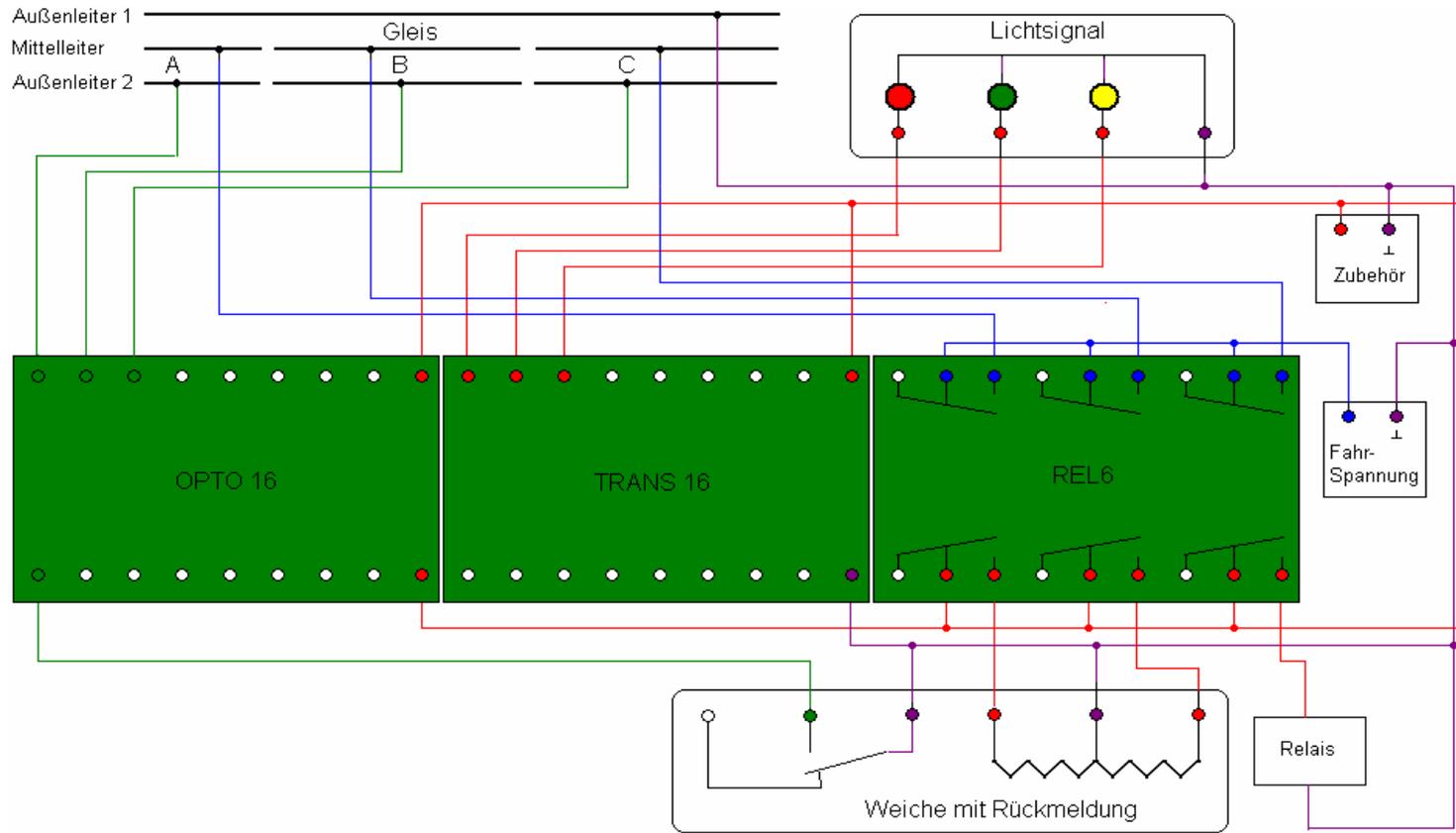


## Anschluss der SPS+ an einer Modelleisenbahn mit 3 Leitersystem



- Violett      gemeinsame Masseleitung Fahrspannung und Zubehörspannung
- Rot          Zubehörspannung
- Blau         Fahrspannung
- Grün        Rückmeldeleitungen (in unserem Fall ist es die geschaltene Masse von Zubehör- und Fahrspannung)

## **Besetzungsmeldung:**

Beim Dreileitersystem kann man den einen Außenleiter des Gleises zur Überwachung von Gleisabschnitten verwenden. Bedingung ist, daß ein Leiter an den zu überwachenden Abschnitten getrennt wird, zur Fahrstromversorgung steht er dann nicht mehr zur Verfügung, was aber in der Regel kein Problem ist. In unserem Beispiel sind das die Abschnitte A, B und C. Verwendet man Waggons mit nichtisolierten Achsen werden auch stehengebliebene Wagen erkannt.

Zusätzliche Gleisbesetzungsmelder wie beim Zweileitersystem sind nicht nötig.

Die Abschnitte A, B und C werden mit der Eingangsplatine OPTO16 verbunden. Mit einer OPTO16 können 16 Eingangssignale erfasst werden, immer 8 haben einen gemeinsamen Rückleiter, sodaß man mit einer OPTO16 Abgriffe aus 2 verschiedenen Stromsystemen erfassen kann.

Befindet sich ein Zug auf einem Gleisabschnitt, so kommt es zu einem Pegelwechsel, welcher wie im Programm festgelegt, erfasst und verarbeitet wird.

Natürlich kann man auch Reedkontakte zur Gleisüberwachung einsetzen. Das hat aber mindestens 3 Nachteile:

- Fahrzeuge müssen mit Magneten ausgestattet sein
- Da Fahrzeuge meist nicht direkt auf dem Kontakt zum Stehen kommen, muß dieser Zustand gespeichert und beim Verlassen des Gleises zurückgesetzt werden. Dieses erfordert einen wesentlich größeren Programmieraufwand.
- stehengebliebene Wagen werden nicht erfasst.

## **Weichen-Rückmeldungen**

Viele Weichen sind mit Rückmeldekontakten ausgerüstet. Um die Stellung der Weichen zu kontrollieren, reicht es der SPS den Öffner oder den Schließer der Weiche mit der OPTO16 zu verbinden. Schalten wir den Massepol der Weiche benötigen wir zur Rückmeldung pro Weiche also nur einen Draht.

Bemerkung: Da wir bei der Gleisüberwachung ebenfalls die Masseleitung der Zubelehörspannung nutzen, haben beide Überwachungsfunktionen den gleichen Rückleiter an der OPTO16, also das rote Kabel der Zubelehörspannung.

Haben unsere Weichen keine Rückmeldung, ist das für die SPS+ kein Problem, wir müssen nur im Programm darauf achten, dass beim Programmstart eine definierte Weichenstellung vorliegt. Das Programm muß sich dann selbst merken, welche Weichen es in die entsprechende Lage gestellt hat.

## **Schalten von Weichen**

Weichenantriebe werden in der Regel nur kurz bestromt, aber es fließt ein relativ großer Strom. Das Schalten der Weichen überlassen wir daher am besten den REL6 Modulen, welche bis 2A schalten können. Pro Weiche benötigen wir 2 Relais, d.h. wir können mit einem Modul 3 Weichen schalten.

Entscheiden wir uns für eine TRANS16 als Ausgangsmodul, müssen wir Relais nachschalten, um die hohen Ströme abzufangen.

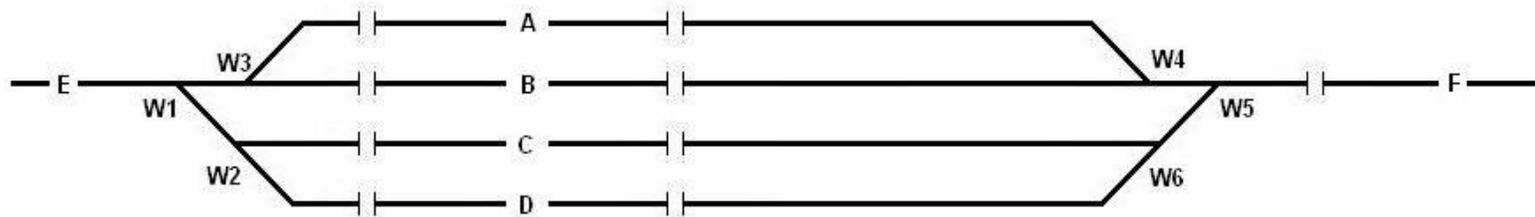
Wir haben dann allerdings die Möglichkeit mit einem Modul 8 Weichen zu schalten. Da die nach geschalteten Relais meist für höhere Ströme ausgelegt sind, können auch Weichengruppen (also Weichen die betriebsbedingt immer zusammen geschaltet werden) gestellt werden, damit erhöht sich die Anzahl der Weichen, die von einem Modul gestellt werden noch weiter.

Für Weichenantriebe ohne Endabschaltung ist die SPS+ geradezu ideal, da wir im Programm die Einschaltdauer der Spulen selbst festlegen - eine Zerstörung des Weichenantriebs durch einen klemmenden Taster ist somit ausgeschlossen.  
 Bei motorischen Antrieben haben wir gute Erfahrungen mit 500 ms gemacht.  
 Bei Doppelspulantrieben reichen schon 250 ms.  
 Für Antriebe mit Endabschaltung haben wir damit einen zusätzlichen Schutz, falls die Abschaltung der Weiche einmal nicht sauber funktioniert.

### Schalten der Fahrspannung

Auch hier fließen größere Ströme, und im rauen Fahrbetrieb sind Kurzschlüsse nicht ganz ausgeschlossen.  
 Liefert unser Fahrregler weniger als 2 A, reichen die Kontakte des REL6 Moduls aus.  
 Wir können also 6 Streckenabschnitte schalten.  
 Fließen höhere Ströme greifen wir auf die TRANS16 zurück. Mittels nachgeschalteten Relais können 16 Abschnitte geschaltet werden.  
 Natürlich kann man auch mit einer TRANS16 verschiedene Ausgänge schalten, also Weichen, Signale und Streckenabschnitte.  
 Das alles legen wir vorher im Programm fest.

### Beispiel einer Schattenbahnhofsteuerung



Dieser Schattenbahnhof ist in der Lage 4 Züge aufzunehmen. Die Steuerung erkennt freie Gleise und ordnet diese den ankommenden Zügen zu. Die jeweilige Reihenfolge legen wir im Programm fest.  
 Sind alle Gleise besetzt, wird der Bahnhof geschlossen und ein weiterer Zug kommt auf Gleis F zum Stehen.  
 Die Ausfahrt aus dem Bahnhof legen wir auch im Programm fest, dafür gibt es viele Möglichkeiten.  
 Um das zu realisieren benötigen wir die Besetzmeldungen der Gleise A - F und die Stellung der Weichen W1 - W6.  
 Das sind also 12 Eingangssignale, dazu benötigen wir 6 Ausgänge für die Gleisabschnitte. Das können wir mit einer REL6 lösen  
 Bei der Anschaltung der Weichen müssen wir uns im Vorfeld überlegen, wie in Zukunft unser Betriebsablauf sein soll.

Das Einfachste ist die Weichen W3 und W4, W1 und W5 sowie W2 und W6 zusammenzufassen.

Bei dieser Methode kämen wir mit einer REL6 aus.

Der Nachteil besteht darin, daß kein gleichzeitiges Ein- und Ausfahren auf verschiedenen Gleisen möglich ist.

Steuern wir die Weichen einzeln an, haben wir diese Möglichkeit, benötigen aber eine weitere REL6. Das sollte es uns aber wert sein, denn spätere Änderungen sind immer aufwendig.

Folgende Modulzusammenstellungen sind für diese Aufgabenstellung möglich:

	CPU/M162	POWER	OPTO16	REL6	REL6	REL6	4 Eingänge frei, alle Ausgänge belegt
oder	CPU/M162	POWER	OPTO16	REL6	TRANS16		4 Eingänge frei, 4 Transistorausgänge frei
oder	CPU/M162	POWER	OPTO16	TRANS16	TRANS16		4 Eingänge frei, 14 Transistorausgänge frei

Bei den beiden Varianten mit TRANS16 müssen Relais nachgeschaltet werden.

Die freien Ein- und Ausgänge stehen für andere Aufgaben zur Verfügung, z.B. um Signale anzusteuern oder aber für den nachfolgenden Bahnhof.

Nachdem wir uns für eine Möglichkeit entschieden und alles angeschlossen haben, können wir mit dem Erstellen des Programms beginnen.

Da wir in Zukunft sicher verschiedene Programme erstellen, reden wir ab jetzt von Projekten.

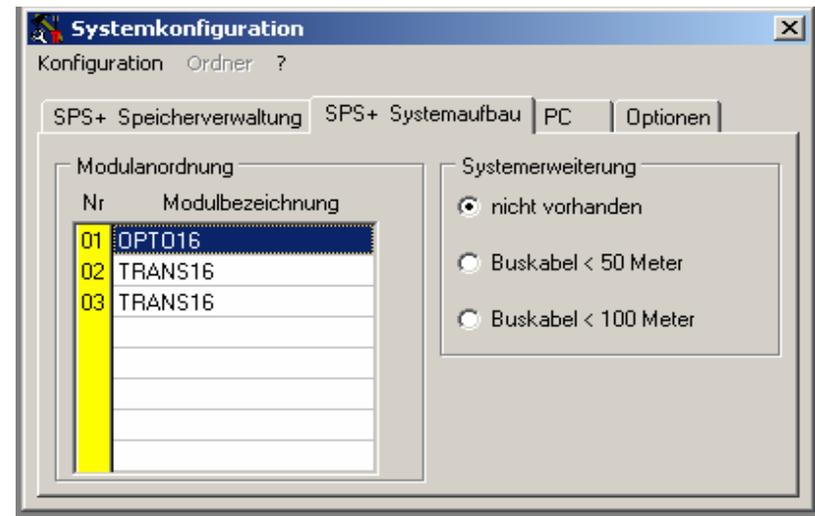
Unser Beispielprojekt nennen wir Schattenbahnhof.

Die jetzt folgende Anleitung ist als Kurzanleitung gedacht, in der wir nicht auf alle Probleme eingehen wollen, aber die wichtigsten Schritte beschreiben, um ein Programm für die Modellbahn zu schreiben.

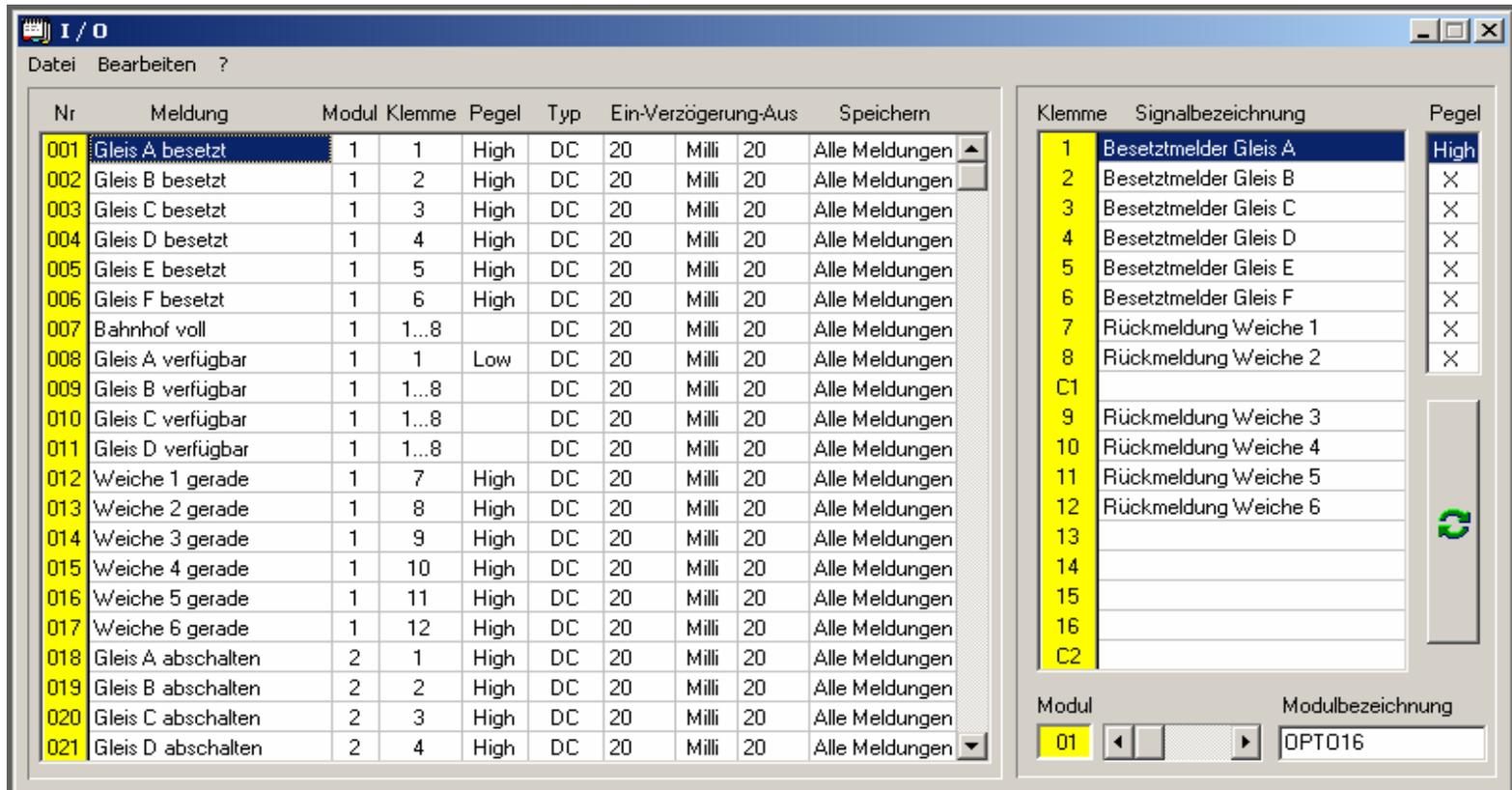
1. Schritt Ein bereits in der Software enthaltenes Projekt wird von uns geöffnet und sofort unter einem anderen Namen gespeichert - in unserem Fall Schattenbahnhof.

2. Schritt Systemkonfiguration:

Hier legen wir fest, welche Module der SPS+ wir verwenden und welche Schnittstelle am Computer benutzt wird.



3. Schritt Wir erstellen einen Klemmplan. Im Klemmplan sind alle Ein- und Ausgänge aufgeführt, mit Bezeichnungen versehen und den einzelnen Modulen zugeordnet.



Die Spalte Meldung ist die Grundlage für unsere Programmierung.

In dieser Spalte sind alle Eingänge und Ausgänge aufgelistet und zwar so, wie sie auch hardwaremäßig an den Modulen der SPS+ angeschlossen sind.

Beispiel:

Modul 1 (Modulbezeichnung OPT016) Klemme 1 stellt einen Eingang dar, welcher abfragt, ob Gleis A besetzt ist.

Die Meldungen 7, 9-11 sind in unserem Fall sogenannte Verknüpfungen. Erkennbar an der leeren Zelle "Pegel" der betreffenden Meldung.

Es sind also keine einzelnen Eingänge, sondern es werden mehrere Eingänge sinnvoll miteinander verknüpft, um eine bestimmte Meldung zu erzeugen.

Beispiel:

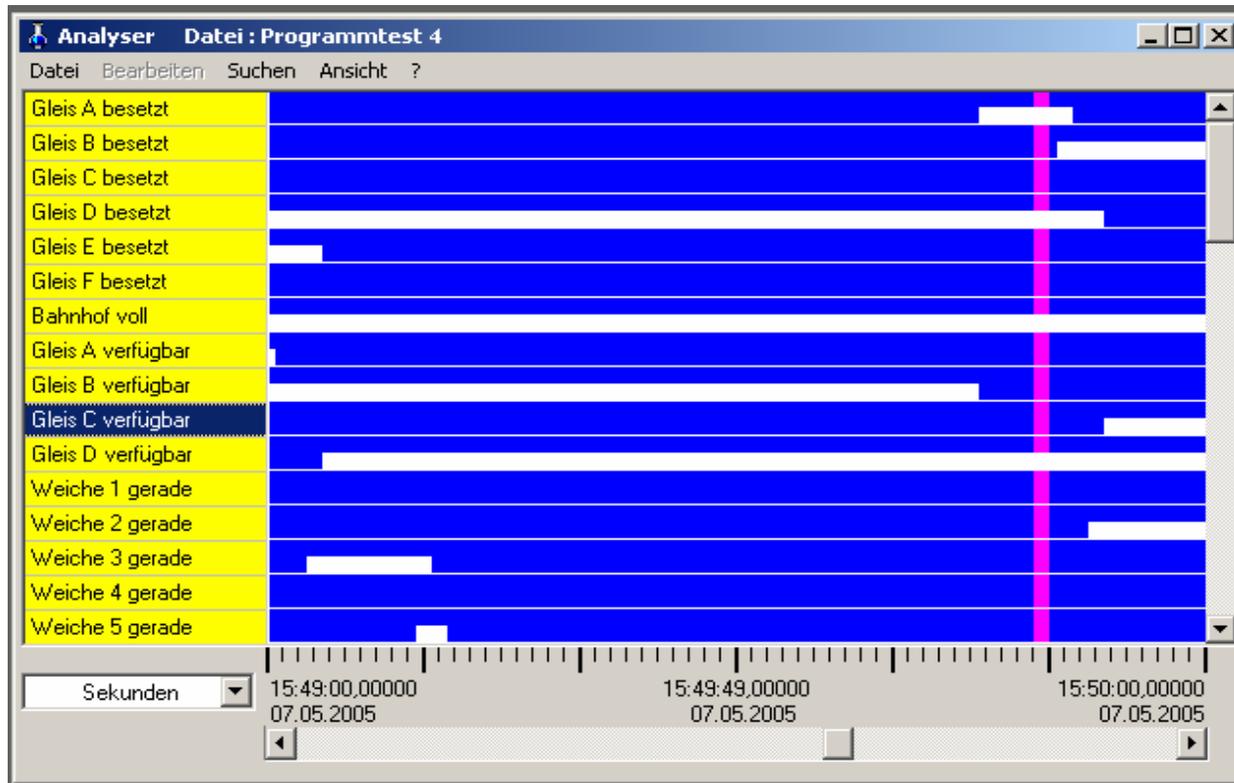
Sobald alle vier Gleise besetzt sind, wird die Meldung Bahnhof voll erzeugt. Im Programm reicht diese eine Meldung aus, um das Gleis vor dem Bahnhof zu sperren. Würden wir im Programm alle 4 Gleise einzeln abfragen, bräuchten wir für diese eine Funktion 3 Programmzeilen, so brauchen wir nur diese eine.

4. Schritt: Test, ob alle Eingänge richtig angeschlossen und alle Verknüpfungen sinnvoll sind.  
Hierfür gibt es den Analyser.

Beispiel:

Ist Gleis A besetzt, muß im Analyser ein weißer Balken zu sehen sein.

Sind alle 4 Gleise besetzt, müssen 4 weiße Balken zu sehen sein. Zusätzlich wird durch unsere Verknüpfung die Meldung Bahnhof voll erzeugt und ebenfalls durch einen weißen Balken angezeigt.



Erscheinen alle Meldungen fehlerfrei im Analyser, können wir mit der eigentlichen Programmerstellung beginnen.

5. Schritt: Dazu wechseln wir im Programm SPS+ in das Fenster Programm. Dieses Fenster besteht aus verschiedenen Karteikarten, zwischen denen wir wechseln können und in denen alle Informationen für unseren gewünschten Anlagenbetrieb abrufbar sind.

Nr	Meldung	Meldung A	Logik	Meldung B	Verzögerung	Order	Meldung C
001	Einfahrt in Gleis A	Gleis A verfügbar	AND	Gleis F besetzt	0	SET	Weiche 5 gerade stellen
002		Gleis A verfügbar	AND	Gleis F besetzt	0	SET	Weiche 4 abweig stellen
003		Gleis A verfügbar	TRUE		2 Sek	RESET	Gleis F abschalten
004	Einfahrt in Gleis B	Gleis B verfügbar	AND	Gleis F besetzt	0	SET	Weiche 5 gerade stellen
005		Gleis B verfügbar	AND	Gleis F besetzt	0	SET	Weiche 4 gerade stellen
006		Gleis B verfügbar	TRUE		2 Sek	RESET	Gleis F abschalten
007	Einfahrt in Gleis C	Gleis C verfügbar	AND	Gleis F besetzt	0	SET	Weiche 5 abweig stellen
008		Gleis C verfügbar	AND	Gleis F besetzt	0	SET	Weiche 6 abweig stellen
009		Gleis C verfügbar	TRUE		2 Sek	RESET	Gleis F abschalten
010	Einfahrt in Gleis D	Gleis D verfügbar	AND	Gleis F besetzt	0	SET	Weiche 5 abweig stellen
011		Gleis D verfügbar	AND	Gleis F besetzt	0	SET	Weiche 6 gerade stellen
012		Gleis D verfügbar	TRUE		2 Sek	RESET	Gleis F abschalten
013	Bahnhof geschlossen	Bahnhof voll	TRUE		0	SET	Gleis F abschalten
014	Weichenstellzeit	Weiche 1 gerade stellen	TRUE		500 Milli	RESET	Weiche 1 gerade stellen
015		Weiche 1 abweig stellen	TRUE		500 Milli	RESET	Weiche 1 abweig stellen
016		Weiche 2 gerade stellen	TRUE		500 Milli	RESET	Weiche 2 gerade stellen
017		Weiche2 abweig stellen	TRUE		500 Milli	RESET	Weiche2 abweig stellen
018		Weiche 3 gerade stellen	TRUE		500 Milli	RESET	Weiche 3 gerade stellen
019		Weiche 3 abweig stellen	TRUE		500 Milli	RESET	Weiche 3 abweig stellen
020		Weiche 4 gerade stellen	TRUE		500 Milli	RESET	Weiche 4 gerade stellen
021		Weiche 4 abweig stellen	TRUE		500 Milli	RESET	Weiche 4 abweig stellen

Das hier abgebildete Programm ist das Einfahrtsprogramm für unseren 4 gleisigen Schattenbahnhof. Hier nun einige grundlegende Erläuterungen, die für alle Programme zutreffen.

**Meldung**

In dieser Spalte können wir einen frei wählbaren Text schreiben, welcher der Aktion, die wir durchführen wollen, eine verständliche Bedeutung gibt. Das hilft uns später, um uns in unserem Programm zurechtzufinden. In dieser Spalte muß also nicht in jeder Zeile etwas stehen.

### Meldung A bzw. Meldung B

In der Spalte **Meldung A** muß immer etwas stehen. Dazu kopieren wir eine Meldung aus unserem Klemmplan, in dem wir kurz die Karteikarte I/O öffnen, die entsprechende Meldung anklicken und kopieren, zurückwechseln zu Programm und die Meldung einfügen.

Die Spalte **Meldung B** wird mit Inhalt gefüllt, wenn zwei Meldungen miteinander verknüpft werden sollen. Dabei verfährt man genau wie bei Meldung A, also anklicken, kopieren und einfügen.

### Logik

Die Spalte **Logik** legt fest, wann die **Meldung A** etwas in der Spalte Meldung C bewirken soll. Mit wann ist nicht eine zeitliche Abhängigkeit gemeint, sondern vielmehr, ob die Meldung A allein zur Aktion **Meldung C** führt oder in einer Verknüpfung mit der **Meldung B**.

### Verzögerung

In der Spalte **Verzögerung** kann man die Meldung C verzögert ausführen.

### Order

Die Spalte **Order** gibt vor wie die Meldung C ausgeführt wird.

### Meldung C

In der Spalte **Meldung C** wird die auszuführende Aktion eingetragen. Die Eintragung erfolgt wie bei Meldung A oder Meldung B.

Schauen wir uns jetzt die 3 ersten Programmzeilen in unserem Beispiel an:

Das Ziel ist die Einfahrt in Gleis A.

1. Zeile: Sobald **Gleis A verfügbar** und **Gleis F besetzt** ist, setze sofort **Weiche 5 gerade stellen**
2. Zeile: Sobald **Gleis A verfügbar** und **Gleis F besetzt** ist, setze sofort **Weiche 4 abzweig stellen**
3. Zeile: Sobald **Gleis A verfügbar** resete nach 2 Sekunden **Gleis F abschalten**



Das heißt, sobald Gleis A frei ist, werden die Weichen nach Gleis A gestellt und Gleis F wird freigeschaltet.

Somit kann unser Zug nach Gleis A einfahren.

Ist nun Gleis B verfügbar, wird die Weiche nach Gleis B gestellt, sobald Gleis F besetzt ist.

Dies ist nur ein Beispiel, wie man die Einfahrt in den Schattenbahnhof realisieren kann.

Für das Ausfahren aus dem Schattenbahnhof haben wir auch verschiedene Möglichkeiten, z.B. kann man die Züge von Hand abrufen, oder man überläßt das Abrufen dem nachfolgendem Bahnhof, oder man steuert das Abfahren durch ankommende Züge, oder man kombiniert mehrere Methoden. Der Phantasie sind hierbei keine Grenzen gesetzt.