

Schattenbahnhofsteuerung

BEMO-Anlage

Modelleisenbahnclub Langenthal

Auftraggeber: Modelleisenbahnclub Langenthal

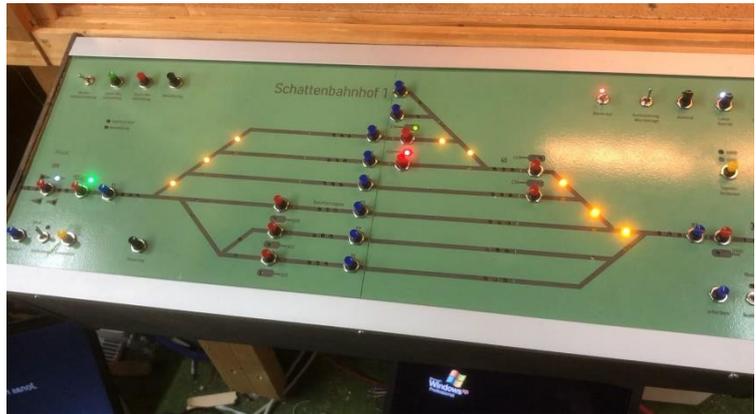
Autor: Jonas Hunziker

Datum: 26.01.2023



Zusammenfassung

Im Modelleisenbahnclub Langenthal wurde der alte Schattenbahnhof durch einen Neuen ersetzt. Der alte Schattenbahnhof war fast 20 Jahre alt und hatte noch kein Stellwerk. Der neue Schattenbahnhof musste ein Stellwerk haben. Aus diesem Grund nahm ich mich dem Projekt an. Im ersten schritt habe ich alle Schemas gezeichnet und geplant. Später habe ich die SPS programmiert und gebaut. Dann musste ich die SPS nur noch anschliessen. Als dieser schritt abgeschlossen war, habe ich die SPS auf ihre Funktion geprüft als dies ebenfalls bestätigt wurde. Gab ich die Anlage frei. Jetzt hat der Schattenbahnhof im MECL ein S5 SPS Stellwerk. Einzig die Fernbedienung via Iltis läuft noch nicht zuverlässig.



Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung..... | 5 |
| 1.1 | Auftrag | 5 |
| 1.2 | Ausgangslage | 5 |
| 1.3 | Vorgehen (Konzept)..... | 5 |
| 2 | Hardware..... | 6 |
| 2.1 | Übersicht..... | 6 |
| 2.2 | SPS | 6 |
| 2.3 | Gleisfreimeldungsplatine..... | 6 |
| 2.4 | Weichen | 7 |
| 2.5 | Signale/Haltestellen..... | 8 |
| 2.6 | Blöcke..... | 8 |
| 2.7 | Stellpult..... | 8 |
| 3 | Software | 9 |
| 3.1 | Übersicht Bahnhof..... | 9 |
| 3.2 | Software Module | 9 |
| 3.2.1 | Allgemeines | 9 |
| 3.2.2 | Weichen | 9 |
| 3.2.3 | Fahrstrassen | 9 |
| 3.2.4 | Signale | 9 |
| 3.2.5 | Blöcke | 10 |
| 4 | Schlussbetrachtung | 11 |
| 4.1 | Resultat der Arbeit..... | 11 |
| 4.2 | Persönliches Fazit | 11 |
| A | Produktionsunterlagen..... | 12 |
| A.1 | Schema | 12 |
| A.2 | Bestückungsplan | 12 |
| A.3 | Stückliste..... | 13 |
| A.4 | Montagezeichnungen | 13 |
| | Leiterplattendesign der Relaiskarte Bedienungsanleitung | 13 |
| A.5 | Lokalbetrieb..... | 14 |
| 4.2.1 | Betriebsrat..... | 14 |
| 4.2.2 | Weichensteuerung..... | 14 |
| 4.2.3 | Pultanzeige | 15 |
| 4.2.4 | Fahrstrassen | 16 |
| 4.2.5 | Blöcke | 17 |
| 4.2.6 | Signal-not-Fahrtstellung..... | 17 |
| 4.2.7 | Notbedienungen | 17 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.2.8 | Zusätzliche Bedienungen..... | 17 |
| 4.3 | Automatikbetrieb | 18 |
| A.6 | Durchgangsbetrieb | 18 |
| B | Hardwarekorrekturen und Änderungen | 19 |
| B.1 | abgeschlossene Änderungen..... | 19 |
| B.2 | Geplante Änderungen | 19 |
| C | Software | 20 |
| C.1 | Software..... | 20 |
| C.2 | Umfangreiche Diagramme..... | 20 |
| D | Zeitplan | 22 |
| E | Datenträger oder Datenstruktur | 23 |
| E.1 | SPS Speicher..... | 23 |
| E.2 | Dokumente | 23 |
| F | Fachbegriffe..... | 24 |
| F.1 | Fahrwege | 24 |
| G | Abkürzungen..... | 25 |
| G.1 | Pultbezeichnungen | 25 |
| G.2 | Hardware | 25 |

1 Einleitung

Im Modelleisenbahnclub Langenthal wurde ein neuer Schattenbahnhof gebaut, da der alte in die Jahre gekommen ist. Der Schattenbahnhof hatte ein sehr in die Jahre gekommenes Stellwerk. Darum war unser Wunsch dieses durch ein neueres zu ersetzen.

1.1 Auftrag

Der Auftrag war, ein neues Stellwerk für die BEMO Anlage zu entwickeln. Gewünscht war ein Spurplanstellwerk mit der Anlehnung an ein Do69. Das Stellwerk sollte einen Durchgangsbetrieb und einen Lokalbetrieb besitzen. Falls möglich sollte zudem noch ein Fernbetrieb möglich sein.

1.2 Ausgangslage

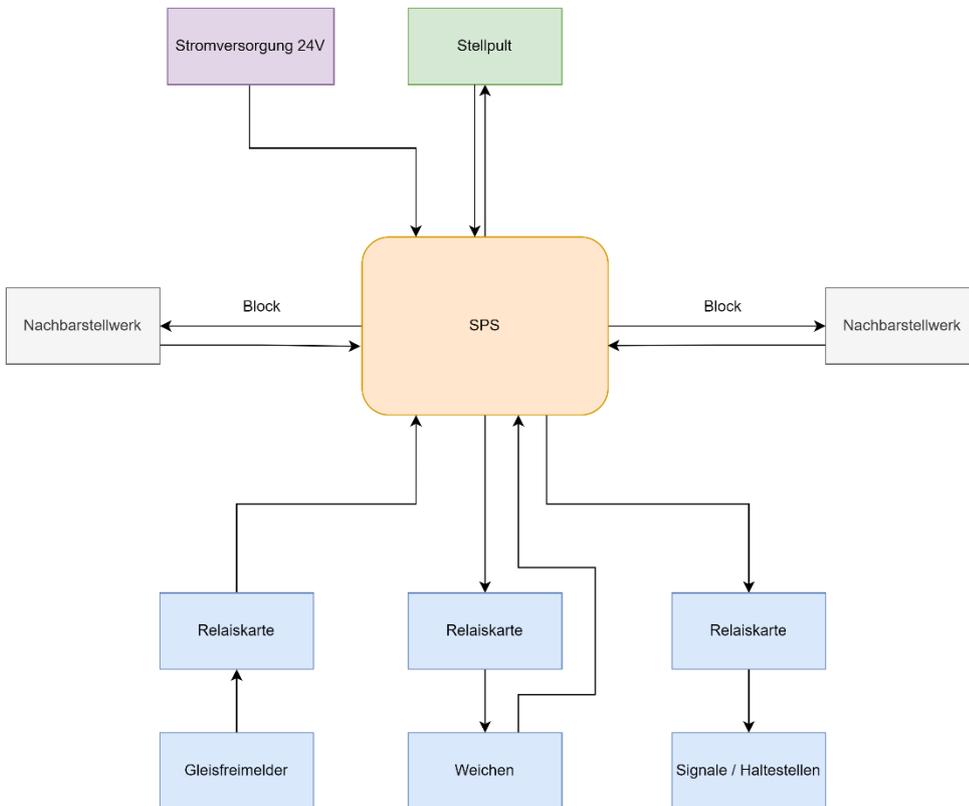
Die Ausgangslage war ein in die Jahre gekommener Schattenbahnhof ohne Stellwerk.

1.3 Vorgehen (Konzept)

Im ersten Schritt wurde der alte Schattenbahnhof rückgebaut und die alte Elektronik entfernt. Derweilen habe ich die den neuen Bahnhof geplant und die Schemas gezeichnet. Als der Bahnhof geplant war programmierte ich die SPS. Später wurden die neuen Geleise verlegt. Als dies abgeschlossen war schloss ich die SPS an. Als alles angeschlossen war, wurde die SPS umfangreich getestet.

2 Hardware

2.1 Übersicht



2.2 SPS

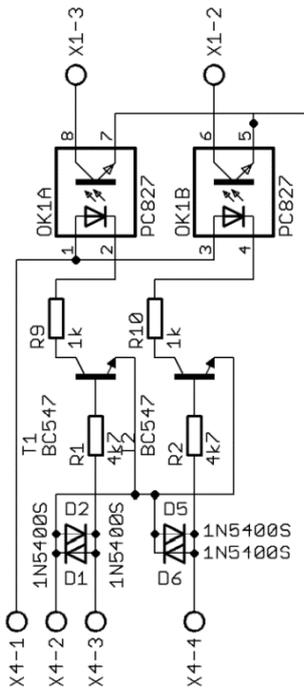
Das Stellwerk wird von einer Simatic Siemens S5 SPS gesteuert. Die SPS wird durch zwei 24V Speisegeräten versorgt. Eines für die CPU und eines für die Aus- und Eingänge.

2.3 Gleisfreimeldungsplatine

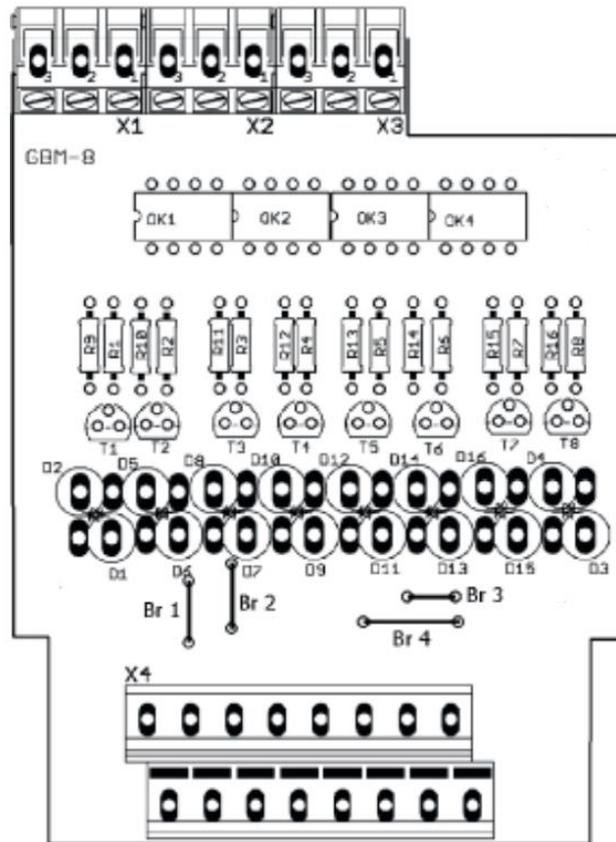


Mittels einer GFM Platine wird der Strom der auf dem Gleis fließt gemessen und falls mehr als 10mA Strom fließt schaltet ein Optokoppler, der wiederum die Relaiskarte betätigt. Das Relais ist 24V/GNG geschaltet. Mittels eines Pulldownwiderstand ist ein Fehlschalten vermieden. Das Relais ist angezogen, wenn das Gleis frei ist. So belegen alle Gleise, wenn ein Stromunterbruch vorliegt.

2.4 Weichen



Schema GFM



Leiterplattendesign GFM

Angeschlossen. Das Relais Polt 16V= um. Mittels dieser Verpolung kann die Weiche gewendet werden. Die Endlage der Weiche wird mittels Endlagekontakte festgestellt und an die SPS weitergegeben. Die SPS Schaltet dann den Weichen Stellstrom ab, wenn die Weiche in der Endlage ist, oder wenn die Weiche 10s keine Endlage erreicht hat.



Die Weichen sind mit einem 24V Relais an die SPS

2.5 Signale/Haltestellen

Im Schattenbahnhof fahren die Züge mit dem ETCS Lv2 System. In diesem System gibt es in der Aussenanlage keine Signale mehr. Die Signalzustände werden direkt auf die Lok übertragen. Die Modellzüge werden mittels Haltestellen zum Stillstand gebracht.



2.6 Blöcke

Die Strecke zu den Nachbarbahnhöfen wird mittels eines Blocks gesichert. So kann sich immer nur maximal ein Zug auf der Strecke befinden. Stellt sich ein Zug die Ausfahrt so wird der Block in jener Richtung grün. Sobald der Zug im nächsten Bahnhof eingetroffen ist, wird der Block wieder auf Weiss rückgestellt.

Mit den Weissen Pfeilen wird die Richtung festgelegt. Diese Pfeile können festgehalten werden, sodass dieser nicht drehen kann. So kann eine Überfüllung verhindert werden.



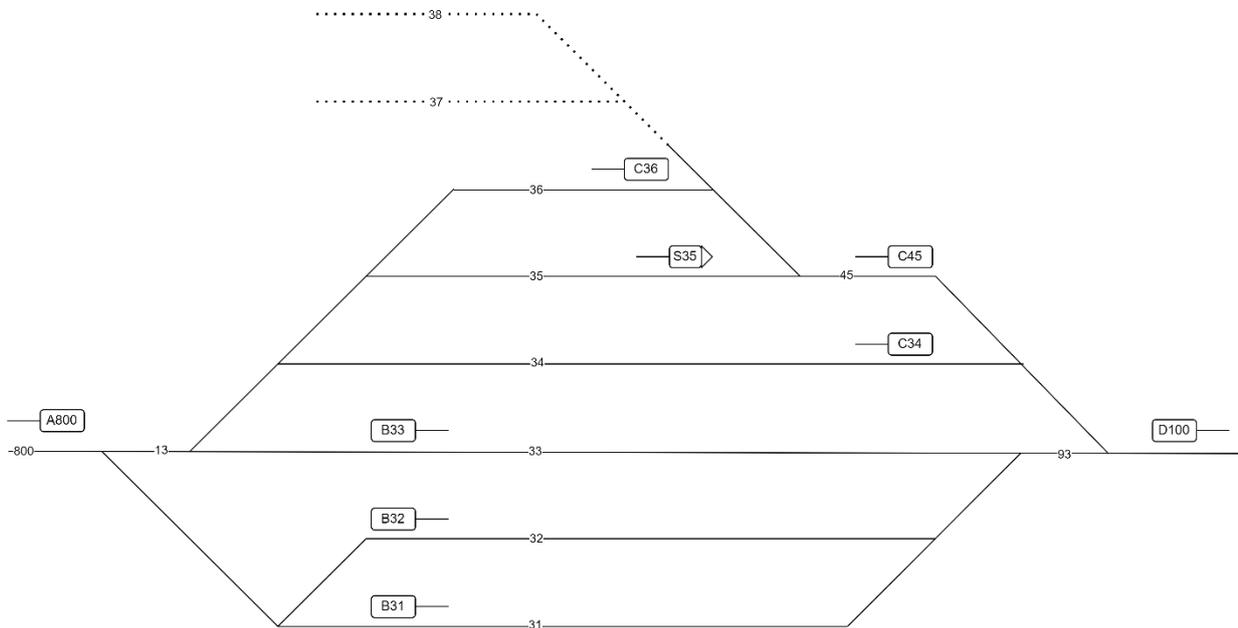
2.7 Stellpult

Das Stellpult ist einem Domino69 der SBB nachempfunden. Das Dominopult wurde im Corel gezeichnet und anschliessend auf eine Kunstharzplatte gelasert. Nach dem Laservorgang wurde ein Holzrahmen hergestellt und angemalt. Als dieses Abgeschlossen war, konnte ich das Pult verdrahten. Das Pult wird mit 24V betrieben. Die Taster sind 24V+ Schliesser.



3 Software

3.1 Übersicht Bahnhof



3.2 Software Module

3.2.1 Allgemeines

Die Simatic S5 ist in drei verschiedenen Programmiersprachen geschrieben je nach anwendungszweck. Der Grösste Teil ist in AWL Programmiert. Der Rest ist in FUB oder KOP Programmiert.

3.2.2 Weichen

Die Weichen werden vom Pult oder vom Durchgangsbetrieb bedient. Sie können nur umgestellt werden, wenn kein Zug auf der Weiche steht und se nicht von einer Fahrstrasse benutzt wird. Zudem bieten einige Weichen einen Flankenschutz.

3.2.3 Fahrstrassen

In den Fahrstrassen werden die Endlagen aller Weichen überwacht. Weiter wird überwacht, dass die Gleise alle frei sind und kein Zug auf dem Gleis steht. Bei Einfahrtsignalen wird zusätzlich kontrolliert das, dass nächste Signal auf Halt ist. Bei Ausfahrtsignalen wird noch eine Einstellbedingung verlangt, das heisst dass ein Zug im Geleise vor dem Signal stehen muss.

3.2.4 Signale

Die Signale werden durch eine Fahrstrasse gestützt. Erst wenn die komplette Fahrstrasse eingestellt ist, geht das Signal auf Fahrt.

3.2.5 Blöcke

3.2.5.1 Funktionsprinzip

Die Strecke zwischen zwei Stellwerken wird mittels eines Blocks gesichert. Sobald ein Ausfahrtsignal auf Fahrt geht, wird der Block grün. Solange der Zug auf der Strecke ist wird so die Strecke gesichert. Ist ein Zug im nächsten Bahnhof eingefahren so wird der Block automatisch wieder in Grundstellung gebracht.

3.2.5.2 Software

Der Nachbarbahnhof hat ebenfalls eine S5 SPS so kann ich über ein Digitales Signal den Zustand des Blocks austauschen. Zur Überwachung das Beide SPS Steuerungen funktionieren wird jede Minute ein ping gesendet und 15Sek. Später sollte von der anderen SPS ein Pong zurückkommen. Ist dies nicht der Fall, wird der Block als gestört angezeigt.

3.2.6 Überfüllverhinderung

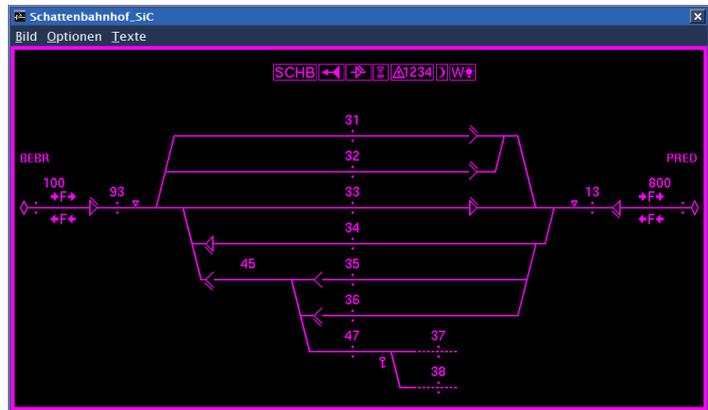
Der Bahnhof ist mit einer Überfüllverhinderung vorgesehen. Diese verhindert das zu viele Züge gleichzeitig im Bahnhof sein können. Ist die maximale Kapazität erreicht wird die Fahrtrichtung des Blocks festgehalten, so dass keine weiteren Züge mehr einfahren können. Ausfahrten sind von der Überfüllverhinderung nicht betroffen. Die Überfüllverhinderung kann nicht umgangen werden.

4 Schlussbetrachtung

4.1 Resultat der Arbeit

Über die Weihnachtsferien 2022/2023 ist ein neuer Bahnhof mit einem neuen Stellwerk entstanden. Dank dem neuen Stellwerk ist mehr abwechslungsung auf der Strecke.

Jetzt sind alle Bahnhöfe auf der Modelleisenbahn mit einem Stellwerk ausgestattet. Einzig die Fernsteuerung über den PC funktioniert noch nicht, da die Schnittstelle vom PC zur SPS regelmässig abstürzt.



4.2 Persönliches Fazit

Ich bin sehr zufrieden mit meiner Arbeit. Die SPS konnte gut geprüft werden und hat sich als funktionsfähig herausgestellt. Leider funktionieren einige Weichen noch nicht tadellos, dies liegt aber an der Mechanik und nicht an der Software.

A Produktionsunterlagen

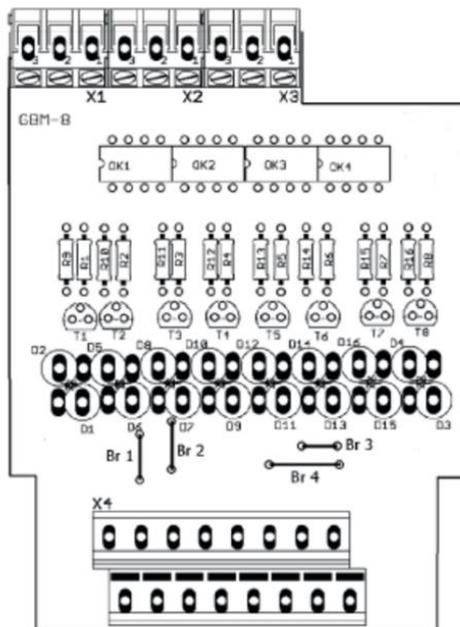
A.1 Schema

Unter folgendem Link sind alle Schemas hochgeladen: [SPS SCHB - NOSTALGIE-BAHNLEITTECHNIK](#).

Die Seite ist Passwortgeschützt, dass Passwort ist: BEMO@MECL

A.2 Bestückungsplan

Bestückungsplan GFM



Die Relaiskarte ist schon vorbestückt. Einen Bestückungsplan konnte ich nicht finden.

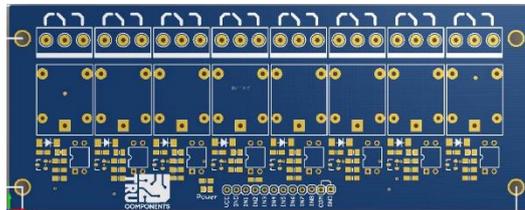
A.3 Stückliste

Stückliste Schattenbahnhofsteuerung

| Menge | Bezeichnung | Details | Position | Lieferant | Preis/Stück |
|-------|----------------------|----------------|--|--------------|-------------|
| 32 | Dioden | 1N5400S | D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16 | Aliexpress | CHF 37.00 |
| 16 | Widerstände | 1k | R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R | Aliexpress | |
| 16 | Widerstände | 4,7k | R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 | Aliexpress | |
| 16 | Transistoren | BC547B | T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 | Aliexpress | |
| 8 | IC-Sockel | 8-pol. | X1, X2, X3, X4 | Aliexpress | |
| 8 | Optokoppler | Ics | OK1, OK2, OK3, OK4 | Aliexpress | |
| 2 | Dioden | 1N4148 | - | Aliexpress | |
| 2 | LED | ??? | - | Aliexpress | |
| 2 | Widerstände | 1 k | - | Aliexpress | |
| 2 | 8-Kanal Relais Modul | | 420426 | Bastelgarage | |
| 1 | SPS | 6ES5095-8MA03 | 32,33 | Siemens | CHF 337.50 |
| 7 | Output Karte | 6ES5 451-8MA11 | 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 | Siemens | CHF 156.00 |
| 10 | Imput Karte | 6ES5 421-8MA12 | 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 | Siemens | CHF 155.00 |
| 2 | Speisegerät 24V | Speisegerät | 0,1 | Siemens | CHF 137.00 |

A.4 Montagezeichnungen

Leiterplattendesign der Relaiskarte



Bedienungsanleitung

A.5 Lokalbetrieb

Im Lokalbetrieb läuft nichts automatisch. Alle Bedienungen müssen von Hand eingestellt werden.

4.2.1 Betriebsrat

4.2.1.1 Bedienung

Mit Steuerung kann zwischen den verschiedenen Betriebsarten gewechselt werden.

4.2.1.2 Anzeige

Der aktuelle Betrieb wird weiss angezeigt.

4.2.2 Weichensteuerung

4.2.2.1 Bedienung

Rangierfahrwege werden mittels zweier blauer Tasten eingestellt. Der Fahrweg wird nicht gespeichert.

4.2.2.2 Anzeige

- Leuchtende LED = Weiche ist in Endlage
- Blinkende LED = Weiche läuft in diese Weichenlage
- Zwei Blinkende LEDs = Weiche wurde aufgeschnitten

4.2.3 Pultanzeige

4.2.3.1 Grundsätze

blinken = Störung / Warnung

leuchten = Zustand

dunkel = Für den Betrieb nicht relevant.

4.2.3.2 GFM

dunkel = Gleis frei

leuchtend = Gleis belegt

blinkend = GFM gestört

4.2.3.3 Sonderanzeigen

NAZ blinkend = Das Pult ist für 30s gesperrt

ZuFa blinkend = Zufahrstrasse läuft ein

4.2.4 Fahrstrassen

4.2.4.1 Bedienung

Ein Signal wird mit zwei roten Tasten auf Fahrt gestellt. Nach einfahrt des Zuges stellt das Signal automatisch wieder auf Rot. Manuell kann Das Signal mit SNH oder mit NAZ Rückgestellt werden.

4.2.4.2 Anzeige Ausfahrts- und Einfahrtssignale

- Dunkel = Halt
- Grün blinkend 1Hz = Fahrstrasse läuft ein
- Grün blinkend 2Hz = Signal-not-Fahrtstellung
- Grün = Fahrt

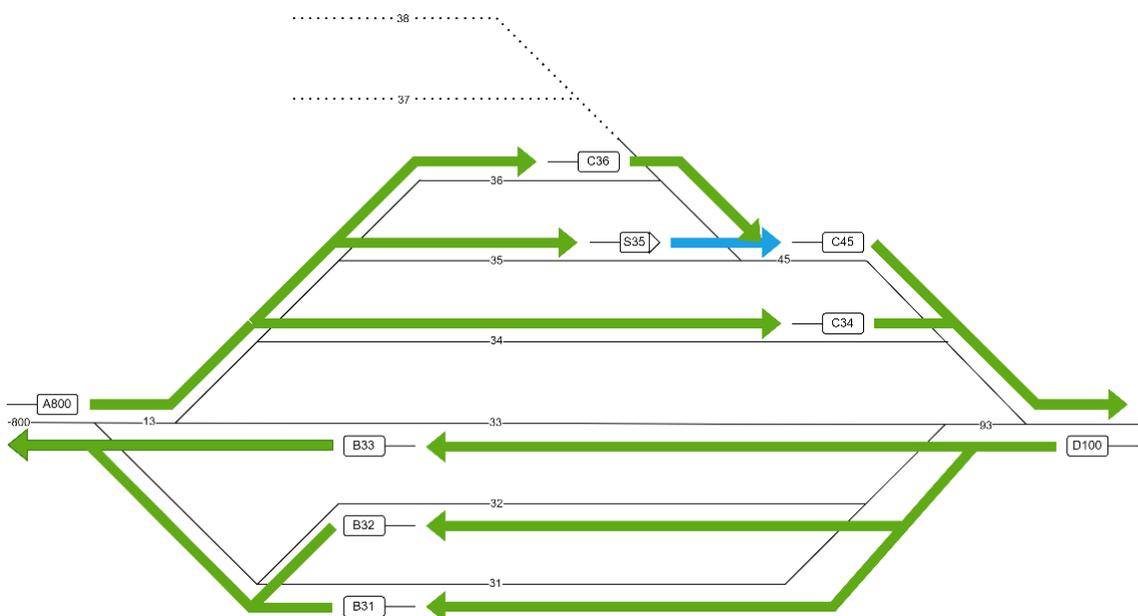
4.2.4.3 Anzeige Sperrsignal

- Rot = Halt
- Rot blinkend 2Hz = Signal-not-Fahrtstellung
- Dunkel = Fahrt

Mögliche Fahrstrassen:

Grün = Zugfahrstrasse

Blau = Zugfahrweg



4.2.5 Blöcke

4.2.5.1 Bedienung

Die Blöcke können mit Anfordern und der Blocktaste gewendet werden.

Mit Grundstellen und der Blocktaste wird der Block in seine Ausgangsposition zurückgesetzt.

Ist der Block grün abgehend von der Station darf der Block nicht Grundgestellt werden.

Mit dem Festhalten kann der Block nicht mehr wenden.

4.2.5.2 Anzeige

- Grün = Fahrstrasse eingestellt
- Grün blinkend = Fahrstrasse angefordert
- Weiss = Fahrrichtung
- Weiss blinkend = Fahrrichtung angefordert
- Alles blinkend = Block gestört

4.2.6 Signal-not-Fahrtstellung

4.2.6.1 Bedienung

Mit SNFS kann das Signal auf Grün gestellt werden. Mit SNH kann dieses wieder rückgestellt werden.

4.2.6.2 Anzeige

Ist das Signal auf Fahrt, blinkt es grün mit einer 2Hz Frequenz.

4.2.7 Notbedienungen

4.2.7.1 Mögliche Notbedienungen

- NAZ
- SNH
- SNFS
- WEU

4.2.7.2 Bedienung

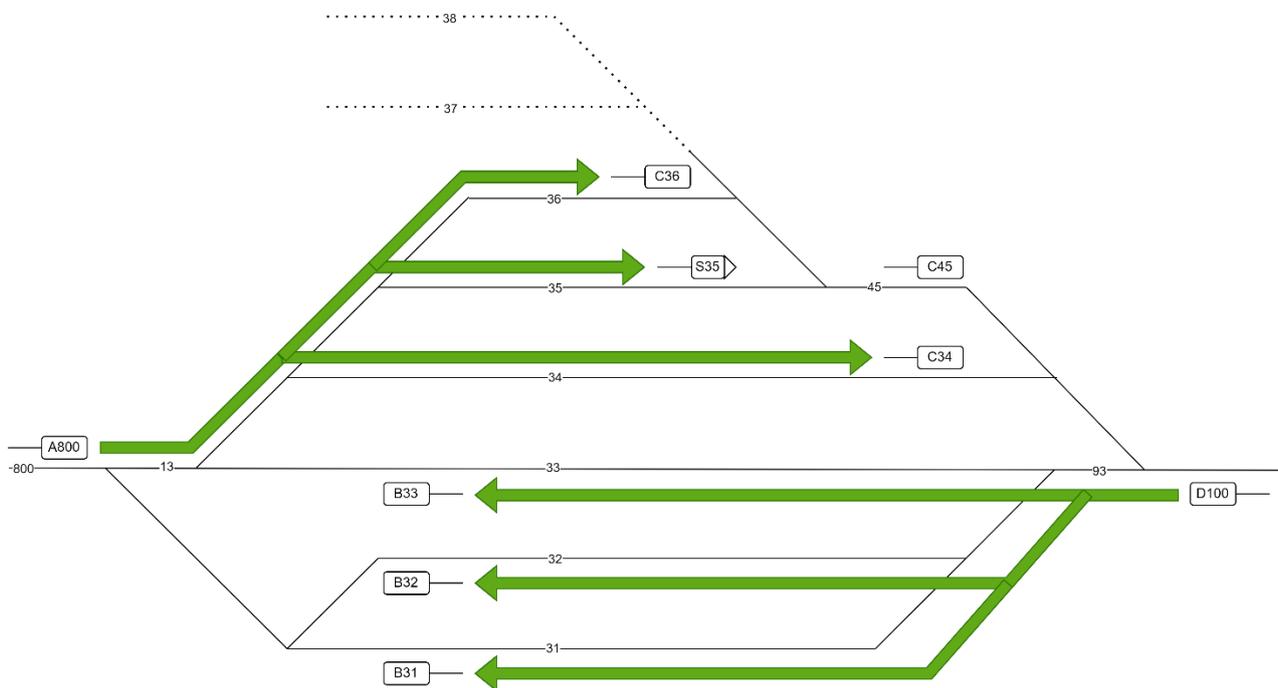
- NAZ wird Zusammen mit der Signaltaste bedient.
- SNH wird Zusammen mit der Signaltaste bedient.
- SNFS wird Zusammen mit der Signaltaste bedient.
- WEU kann eingeschaltet werden, wenn eine Weiche nicht läuft.

4.2.8 Zusätzliche Bedienungen

- AA = So kann der Alarm abgeschaltet werden)
- SB = Falls die SPS eine FS anfordert, kann so der Summer abgeschaltet werden.)

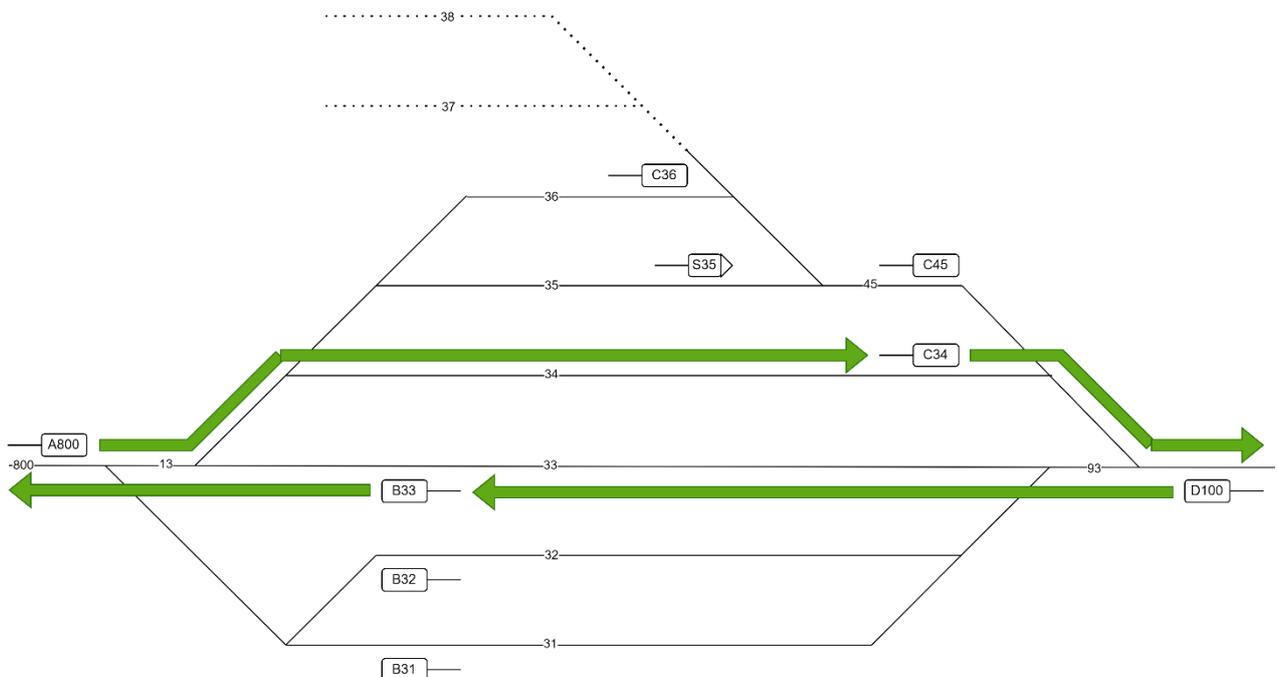
4.3 Automatikbetrieb

Im Automatikbetrieb werden die Einfahrten Automatisch eingestellt. Die Ausfahrten müssen manuell bedient werden.



A.6 Durchgangsbetrieb

Im Durchgangsbetrieb schalten vier Fahrstrassen automatisch. So können zwei Züge automatisch kreuzen.



B Hardwarekorrekturen und Änderungen

B.1 abgeschlossene Änderungen

- Geschirmte Blockkabel einziehen
- Masse von dem Gleis auf einen externen Draht nehmen.

B.2 Geplante Änderungen

- Die Weichen ausrichten

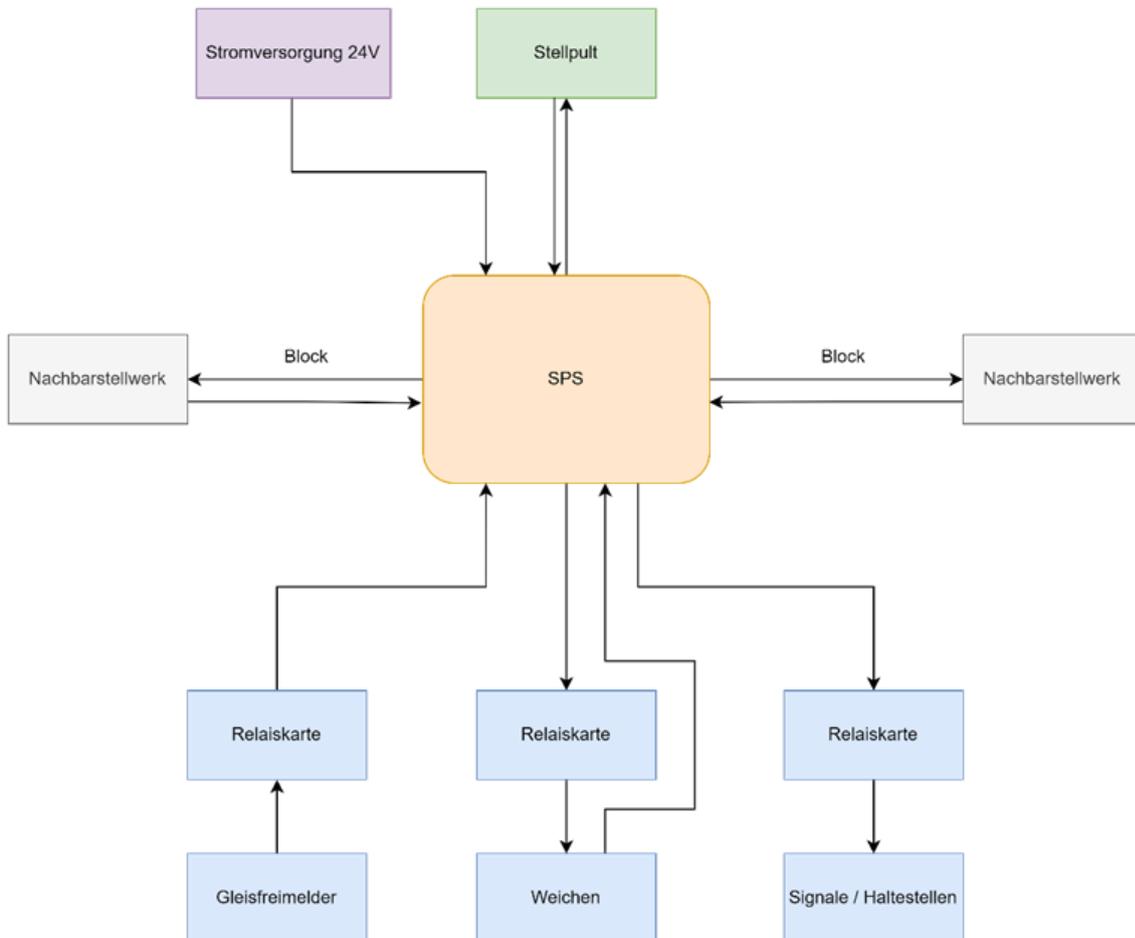
C Software

C.1 Software

Unter folgendem Link sind alle Schemas hochgeladen: [SPS SCHB - NOSTALGIE-BAHNLEITTECHNIK](#).

Die Seite ist Passwortgeschützt, dass Passwort ist: BEMO@MECL

C.2 Umfangreiche Hardware Diagramme



D Zeitplan

| Ganatt | | | Wochentage | | | | | | | | | | | |
|--------|----------------------------|------|----------------|--|--|--|-------------|--|--|--|-------------|--|--|--|
| | | | Mi, 25. 01. | | | | Do, 26. 01. | | | | Fr, 27. 01. | | | |
| 1 | Thema suchen | soll | [Green bar] | | | | | | | | | | | |
| | | ist | [Blue bar] | | | | | | | | | | | |
| 2 | Excel Übungen | soll | [Green bar M1] | | | | | | | | | | | |
| | | ist | [Blue bar] | | | | | | | | | | | |
| 3 | Zeitplanung | soll | [Green bar M2] | | | | | | | | | | | |
| | | ist | [Blue bar] | | | | | | | | | | | |
| 4 | V. Technischedokumentation | soll | [Green bar] | | | | | | | | | | | |
| | | ist | [Blue bar] | | | | | | | | | | | |
| 5 | Technische Dokumentation | soll | [Green bar M4] | | | | | | | | | | | |
| | | ist | [Blue bar] | | | | | | | | | | | |
| 6 | Präsentation erstellen | soll | [Green bar M5] | | | | | | | | | | | |
| | | ist | [Blue bar] | | | | | | | | | | | |
| 7 | Präsentationen / Vorträge | soll | [Green bar] | | | | | | | | | | | |
| | | ist | [Blue bar] | | | | | | | | | | | |

F Fachbegriffe

F.1 Fahrwege

Rangierfahrweg = stellt nur die Weichen, ein Verschluss ist nichtvorhanden.

Zugfahrweg = Ein nicht gesicherte Zugfahrstrasse

Zugfahrstrasse = Eine Gesicherte und überwachte Fahrbahn.

G Abkürzungen

G.1 Pultbezeichnungen

| | |
|------|-------------------------------|
| AA | = Alarm Aus |
| SB | =Signale Bedienen löschen |
| NAZ | = Notauflösung Zugfahrstrasse |
| SNH | = Signalnothalt |
| SNFS | = Signal-not-Fahrtstellung |
| WEU | = Weichen Endlagenumgehung |
| ST | = Steuerung |
| OB | = Ortsbetrieb |
| LB | = Lokalbetrieb |
| AB | = Automatikbetrieb |
| FB | = Fernbetrieb |
| DB | = Durchgangsbetrieb |
| FAP | = Fahrstrassenanpassung |
| RAFA | = Rangierfahrstrasse |
| ZUFA | = Zugfahrstrasse |

G.2 Hardware

| | |
|------|-----------------------------|
| GFM | = Gleisfreimeldung |
| GFME | = Gleisfreimeldeeinrichtung |
| GFMP | = Gleisfreimeldung Platine |
| A | = SPS Output |
| E | = SPS Input |