

# Schattenbahnhofsteuerung

## BEMO-Anlage

Modelleisenbahnclub Langenthal

Auftraggeber: ICT Berufsbildungscenter AG  
Betreuer: Jürg Studer  
Experte: Jürg Studer  
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.



SPS Steuerung

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>5</b>
1.1	Auftrag.....	5
1.2	Ausgangslage .....	5
1.3	Vorgehen (Konzept) .....	5
<b>2</b>	<b>Hardware .....</b>	<b>6</b>
2.1	Übersicht.....	6
2.2	SPS .....	6
2.3	Gleisfreimeldungsplatine .....	7
2.4	Weichen.....	7
2.5	Signale/Haltstellen .....	8
2.6	Blöcke .....	8
2.7	Stellpult.....	8
<b>3</b>	<b>Software .....</b>	<b>9</b>
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	Beispiel für eine Einfahrt .....	10
3.2.6	Blöcke.....	11
3.2.7	Überfüllverhinderung .....	11
<b>4</b>	<b>Schlussbetrachtung .....</b>	<b>12</b>
4.1	Resultat der Arbeit.....	12
4.2	Persönliches Fazit .....	12
<b>A</b>	<b>Produktionsunterlagen.....</b>	<b>13</b>
A.1	Schema.....	13
A.2	Bestückungsplan.....	13
A.3	Stückliste .....	14
A.4	Montagezeichnungen.....	14
A.5	Lokalbetrieb .....	15
4.2.1	Betriebsrat.....	15
4.2.2	Weichensteuerung .....	15

4.2.3	Pultanzeige.....	16
4.2.4	Fahrstrassen.....	17
4.2.5	Blöcke.....	18
4.2.6	Signal-not-Fahrtstellung .....	18
4.2.7	Notbedienungen .....	18
4.2.8	Zusätzliche Bedienungen .....	18
A.6	Automatikbetrieb .....	19
A.7	Durchgangsbetrieb .....	20
<b>B</b>	<b>Hardwarekorrekturen und Änderungen.....</b>	<b>21</b>
B.1	abgeschlossene Änderungen.....	21
B.2	Geplante Änderungen .....	21
<b>C</b>	<b>Software .....</b>	<b>22</b>
C.1	Software .....	22
C.2	Umfangreiche Hardwarediagramme .....	22
<b>D</b>	<b>Zeitplan .....</b>	<b>25</b>
<b>E</b>	<b>Datenträger oder Datenstruktur .....</b>	<b>26</b>
E.1	SPS Speicher.....	26
E.2	Dokumente.....	26
<b>F</b>	<b>Fachbegriffe .....</b>	<b>27</b>
F.1	Fahrwege.....	27
<b>G</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>28</b>
G.1	Pultbezeichnungen .....	28
G.2	Hardware.....	28

# 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

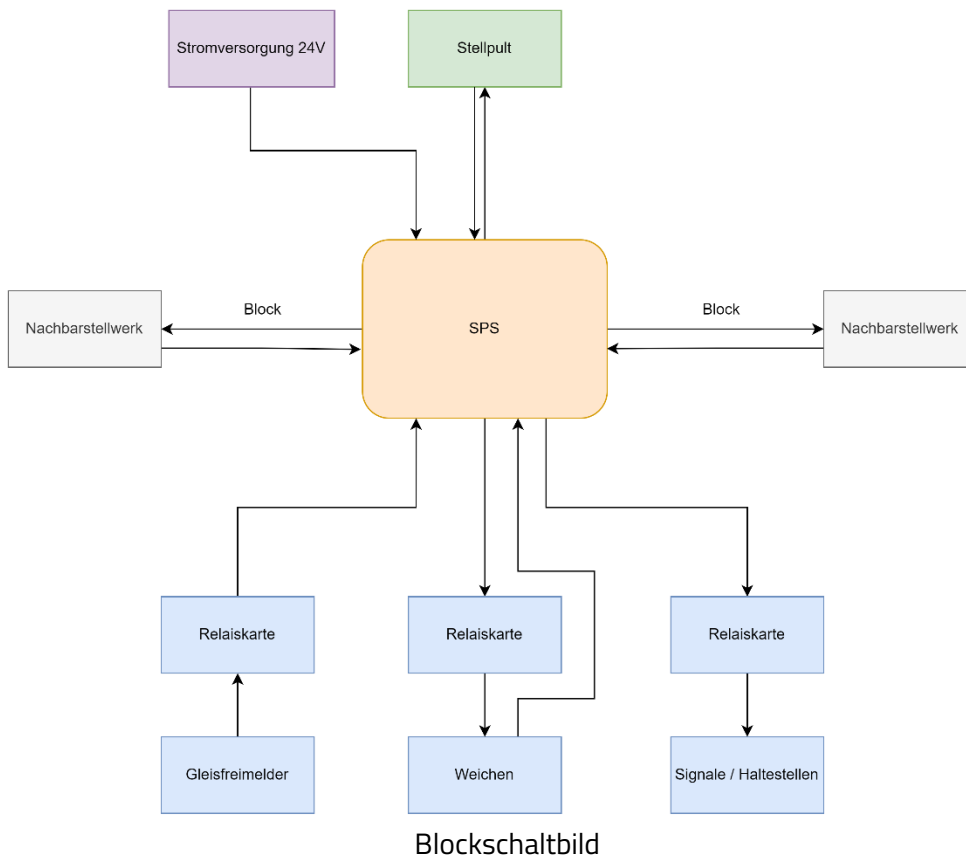
Die Ausgangslage war ein in die Jahre gekommener Schattenbahnhof ohne Stellwerk. Dieser musste durch einen neuen ersetzt werden, da die Gleise in einem sehr schlechten Zustand waren.

## 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. Jetzt wurde das Stellwerk zum Betreiben freigegeben.

# 2 Hardware

## 2.1 Übersicht



## 2.2 SPS

Das Stellwerk wird von einer Simatic Siemens S5 SPS gesteuert. Die SPS ist mit diversen 24V Eingangs- und Ausgangskarten versehen. An einzelnen Ausgängen hängt eine Relaiskarte.

Die SPS wird durch zwei 24V Speisegeräte versorgt. Eines für die CPU und eines für die Aus- und Eingänge. So kann ein Reset durch eine Spannungsschwankung ausgeschlossen werden. Die Zusatzmodule wie z.B. die Relaiskarten sind an einem externen Speisegerät angeschlossen. Alle Stromkreise sind miteinander verbunden.

Zudem ist jeder Stromkreis überwacht und würde es zu einem unterbruch kommen, wird ein Alarm ausgelöst.



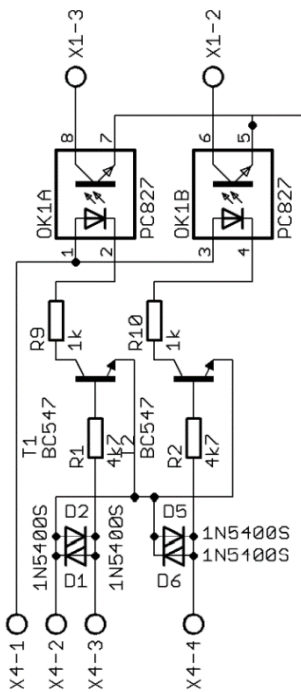
Simatic S5 SPS

## 2.3 Gleisfreimeldungsplatine

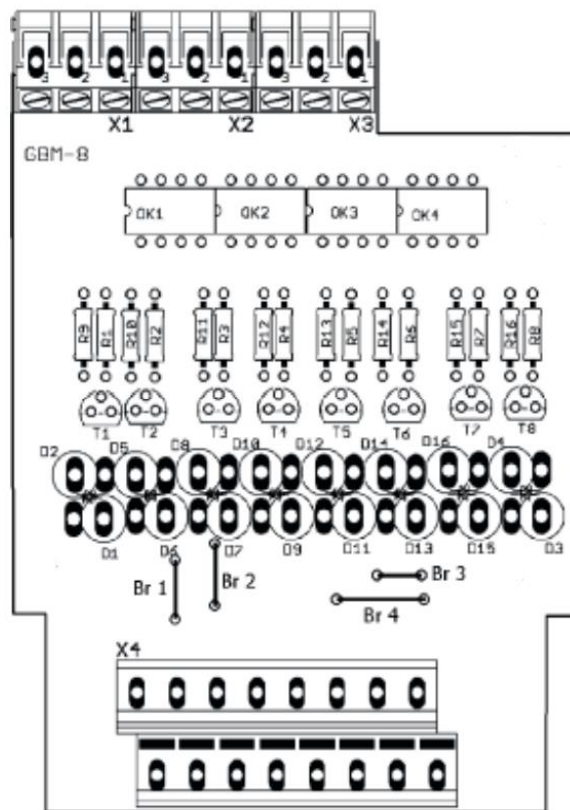


GFMP

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//GND 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.



Schema GFM



Leiterplattendesign GFM

## 2.4 Weichen

Die Weichen sind mit einem 24V Relais an die SPS 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.



Weichenmotor



## 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 so gesteuert und mit Haltestellen zum Stillstand gebracht.



Signal

## 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.



Block

## 2.7 Stellpult

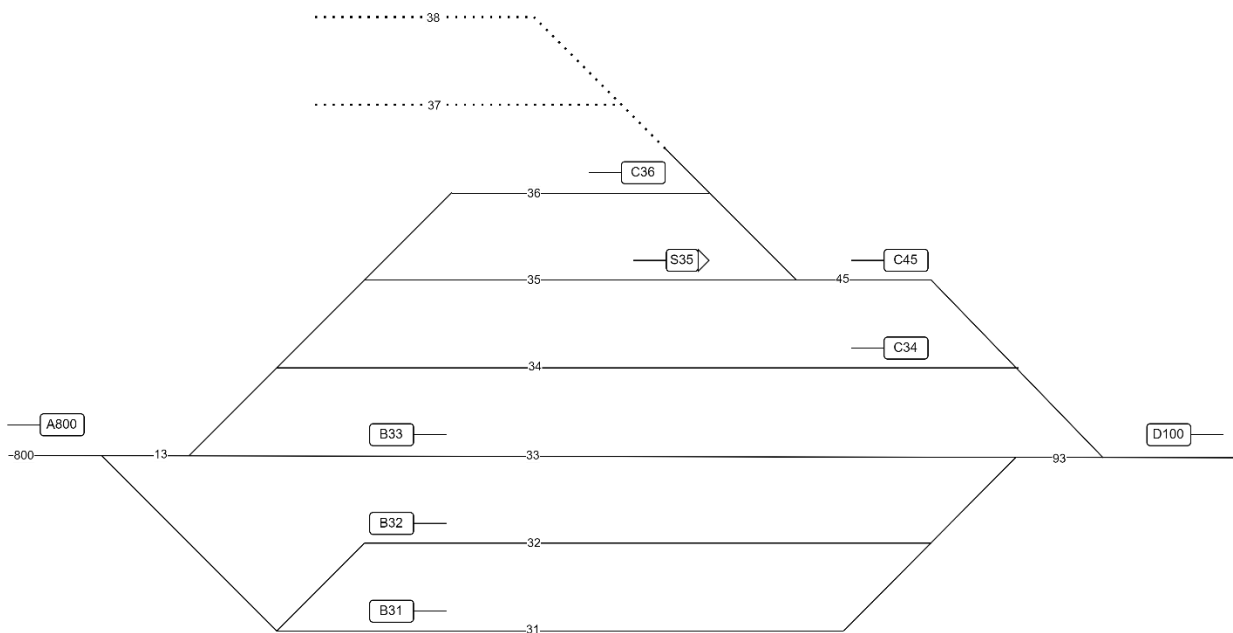
Das Stellpult ist einem Domino69 der SBB nachempfunden. Das Dominopult wurde im Corel gezeichnet und anschliessend auf eine Kunstharzplatte gelasert. Nach dem Laservorgang wurde ein Holzrahmen hergestellt und angemalt. Als dieses Abgeschlossen war, konnte ich das Pult verdrahten. Das Pult wird mit 24V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



Stellpult

# 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.

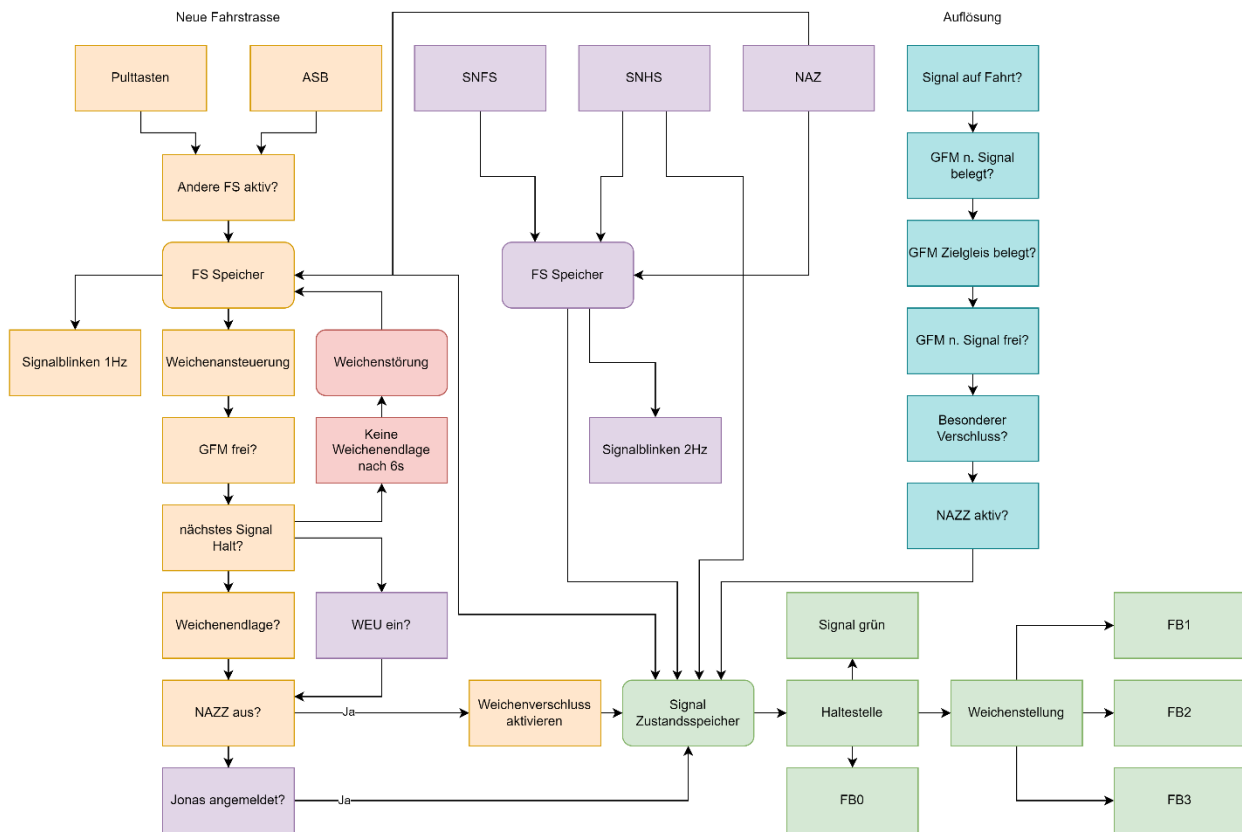
### 3.2.3 Fahrstrassen

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 Beispiel für eine Einfahrt



Flussdiagramm für eine Einfahrt

#### 3.2.5.1 Erklärung zum Flussdiagramm

Orange = Neue Fahrstrasse

Grün = Signalsteuerung

Türkis = Fahrstrassenauflösung

Violett = Notbedienung

Rot = Störung

## 3.2.6 Blöcke

### 3.2.6.1 Funktionsprinzip

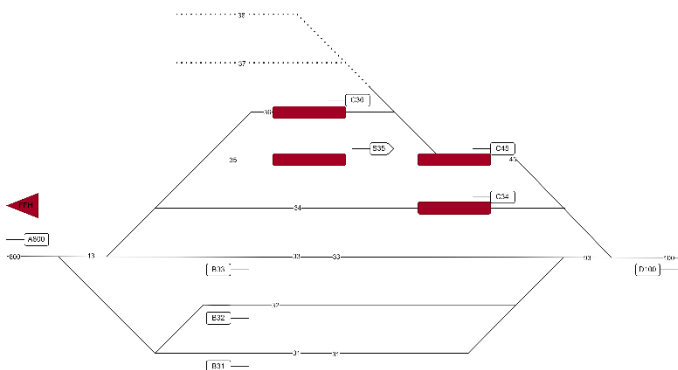
Die Strecke zwischen zwei Stellwerken wird mittels eines Blocks gesichert. Sobald ein Ausfahrtsignal auf Fahrt geht, wird der Block grün. Solange der Zug auf der Strecke ist wird so die Strecke gesichert. Ist ein Zug im nächsten Bahnhof eingefahren so wird der Block automatisch wieder in Grundstellung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

### 3.2.6.2 Software

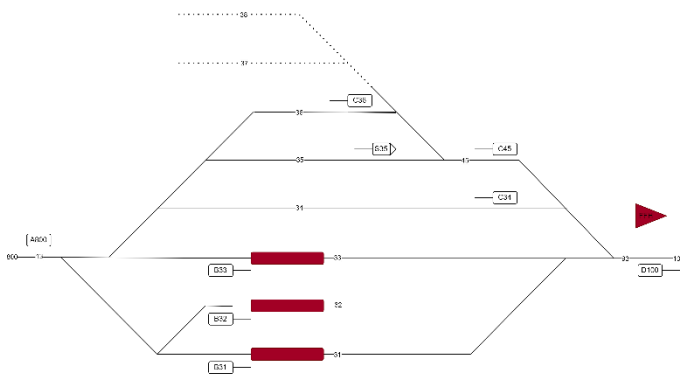
Der Nachbarbahnhof hat ebenfalls eine S5 SPS so kann ich über ein Digitales Signal den Zustand des Blocks austauschen. Zur Überwachung das Beide SPS Steuerungen funktionieren wird jede Minute ein ping gesendet und 15Sek. Später sollte von der anderen SPS ein Pong zurückkommen. Ist dies nicht der Fall,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

## 3.2.7 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.



Fahrtrichtung nach links festgehalten



Fahrtrichtung nach rechts festgehalten

Die Rotausgefärbten Felder stellen die belegten abschnitte dar.

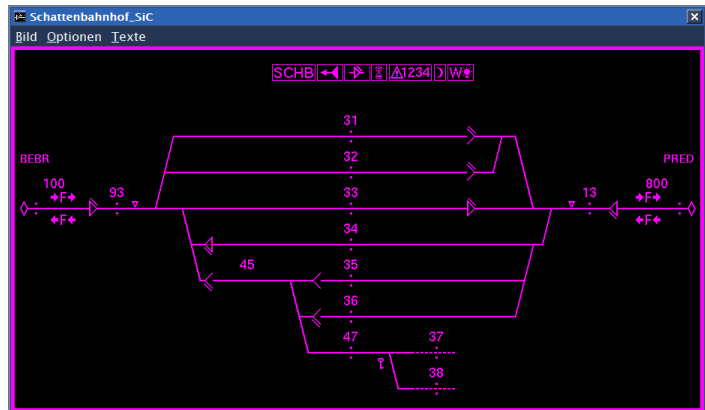
Wenn folgende Abschnitte belegt sind, wird automatisch der Block gewendet und festgehalten. So können keine weiteren Züge mehr einfahren.

# 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. Dank diesem Stellwerk ist jetzt die ganze Anlage mit Stellwerken ausgerüstet und kann jetzt ganz Autonom betrieben werden.

Jetzt sind alle Bahnhöfe auf der Modelleisenbahn mit einem Stellwerk ausgestattet. Einzig die Fernsteuerung über den PC funktioniert bei Win11 noch nicht, da die Schnittstelle vom PC zur SPS regelmässig abstürzt.



Fernsteuerung ab dem PC.

## 4.2 Persönliches Fazit

Ich bin sehr zufrieden mit meiner Arbeit. Die SPS konnte gut geprüft werden und hat sich als funktionsfähig herausgestellt. Ich bin sehr froh, dass fest alle Fehler gefunden wurden und repariert werden konnten. Das Stellwerk ist schön und ordentlich verdrahtet. Von jedem Teilbereich bestehen gute Schemas und eine Fehlersuche gestaltet sich einfach. Auch der Unterhalt dieser Anlage stellt sich als einfach heraus. 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:

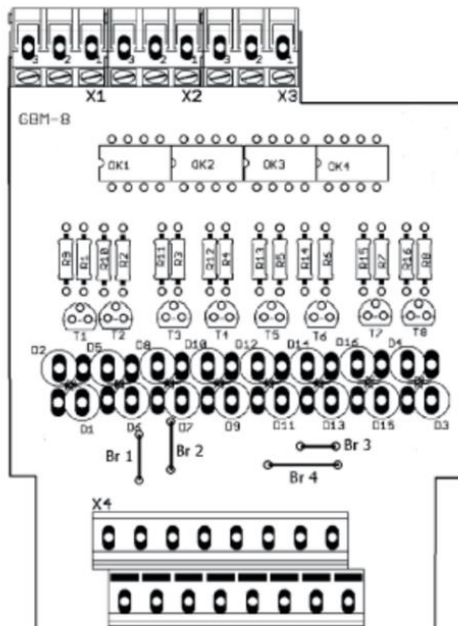
[SPS SCHB - NOSTALGIE-BAHNLEITTECHNIK.](https://www.sps-schb.de/nostalgie-bahnleittechnik/)

Die Seite ist Passwortgeschützt, dass Passwort ist:

[BEMO@MECL](mailto:BEMO@MECL)

## A.2 Bestückungsplan

Bestückungsplan GFM



Die Relaiskarten sind alle schon vorbestückt einen Plan dazu konnte ich leider nicht finden.

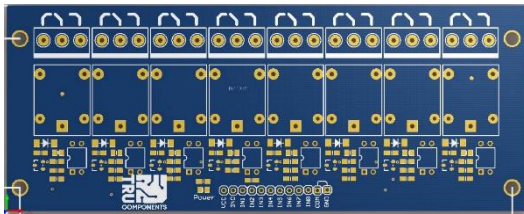
## A.3 Stückliste

### Stückliste Schattenbahnhofsteuerung

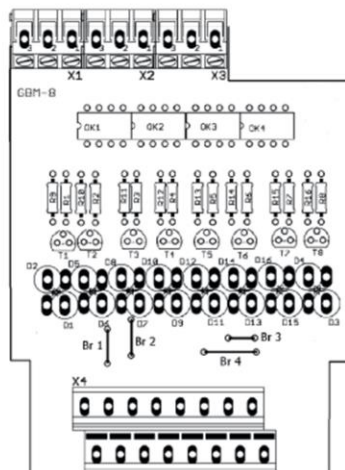
Menge	Bezeichnung	Details	Position	Lieferant	Preis/Stück
32	Dioden	1N5400S	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16	Aliexpress	CHF 37.00
16	Widerstände	1k	R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R	Aliexpress	
16	Widerstände	4,7k	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8	Aliexpress	
16	Transistoren	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

### A.4.1 Leiterplattenlayout Relaiskarte



### A.4.2 Leiterplattenlayout GFMP



# Bedienungsanleitung/Anzeige

## 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 und den Betriebsartentaster kann zwischen den verschiedenen Betriebsarten gewechselt werden.

#### 4.2.1.2 Anzeige

Der aktuelle Betrieb wird weiss angezeigt.

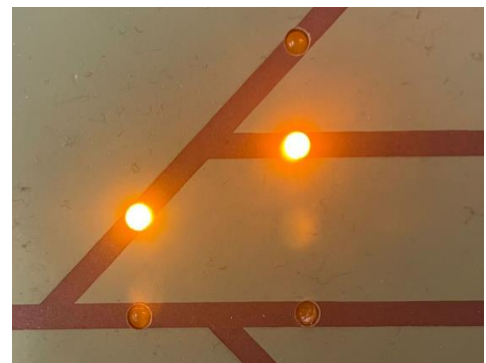
### 4.2.2 Weichensteuerung

#### 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



Pultweichen



## 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

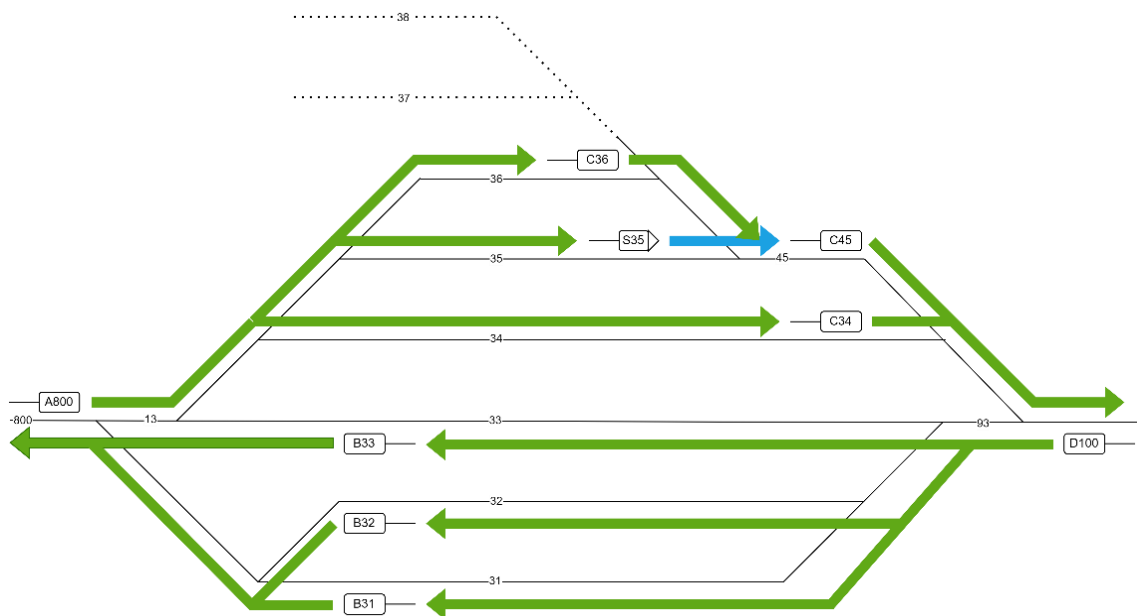
### 4.2.4.3 Anzeige Sperrsignal

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

Mögliche Fahrstrassen:

Grün = Zugfahrstrasse

Blau = Zugfahrweg



Mögliche Fahrstrassen.

## 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 und der Signaltaste kann das Signal auf Grün gestellt werden. Mit SNH und der Signaltaste 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

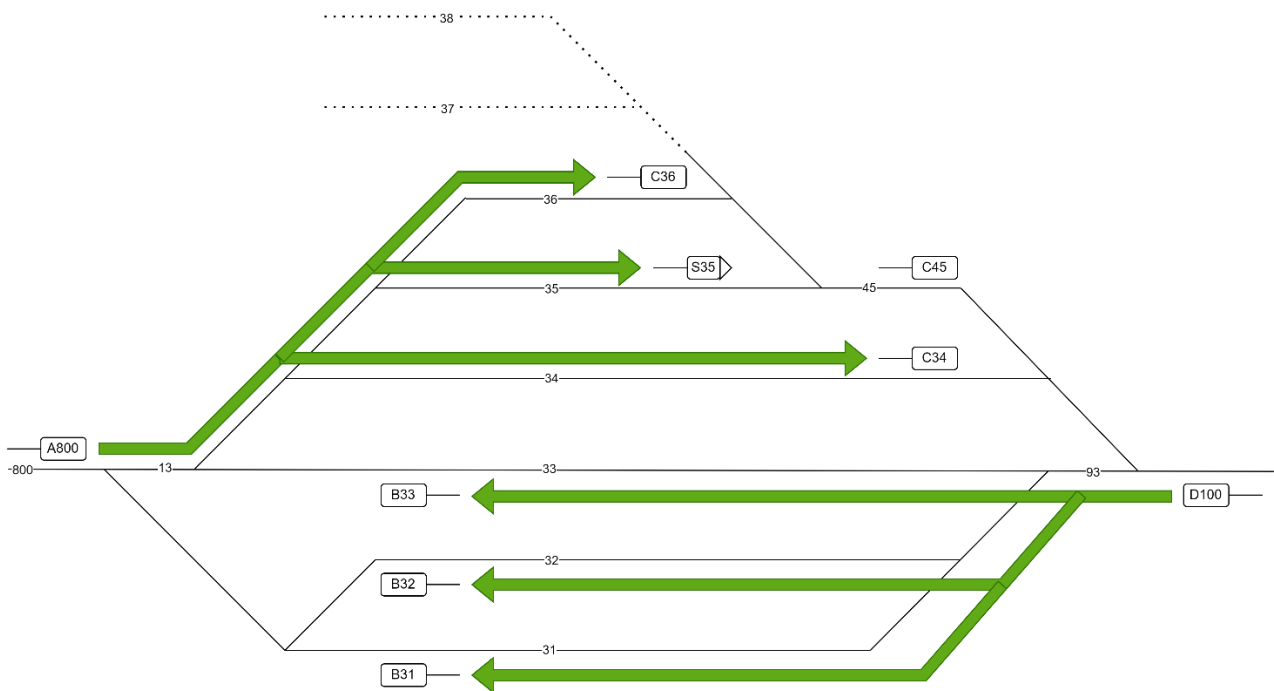
- NAZ wird Zusammen mit der Signaltaste bedient.
- SNH wird Zusammen mit der Signaltaste bedient.
- SNFS wird Zusammen mit der Signaltaste bedient.
- WEU kann eingeschaltet werden, wenn eine Weiche nicht läuft.

## 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.)

## A.6 Automatikbetrieb

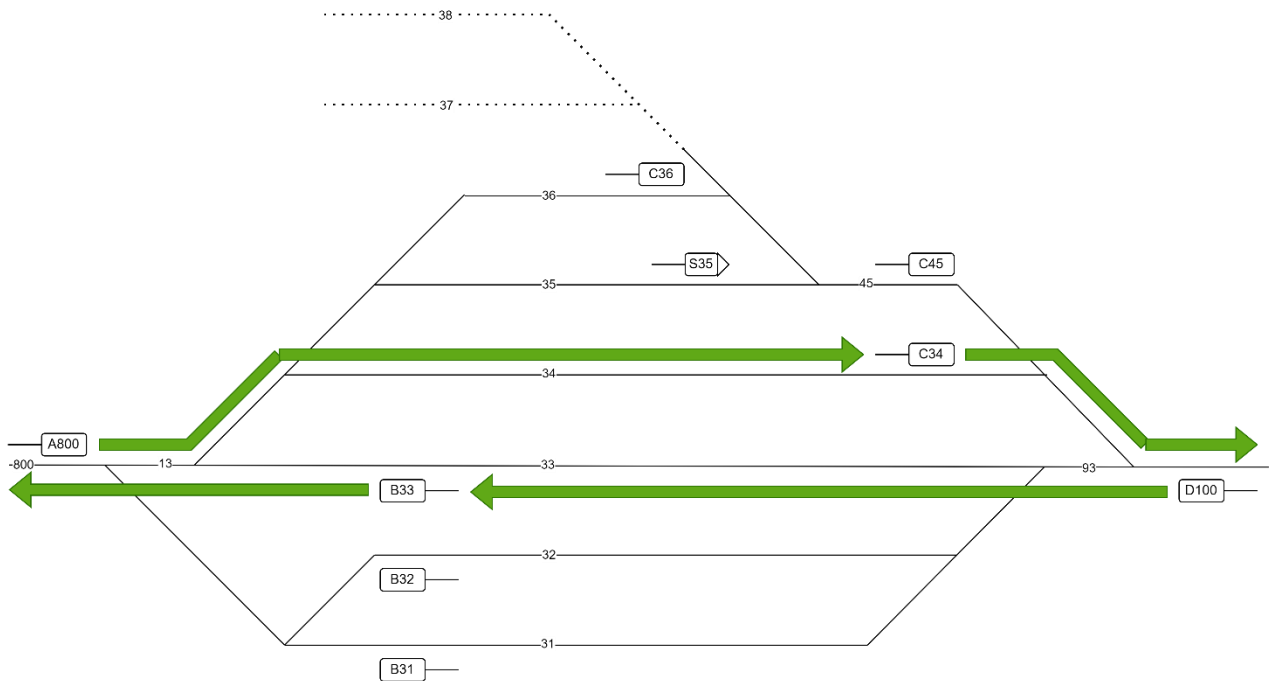
Im Automatikbetrieb werden die Einfahrten automatisch eingestellt. Die Ausfahrten müssen manuell bedient werden. Eine Einfahrt wird gestellt, wenn die Nachbarstation einen Zug schicken möchte.



Fahrstrassen die im Automatikbetrieb automatisch gestellt werden.

## A.7 Durchgangsbetrieb

Im Durchgangsbetrieb schalten vier Fahrstrassen automatisch. So können zwei Züge automatisch kreuzen. Damit der Durchgangsbetrieb eingeschaltet werden kann, müssen die Gleise 13 und 93 frei sein. Zudem dürfen keine Zugfahrstrassen eingestellt sein.



Fahrstrassen die im Durchgangsbetrieb automatisch gestellt werden.

# B Hardwarekorrekturen und Änderungen

## B.1 abgeschlossene Änderungen

- Geschirmte Blockkabel einziehen
- Masse von dem Gleis auf einen externen Draht nehmen.
- FAP Karten generieren und einsetzen

## B.2 Geplante Änderungen

- Die Weichen ausrichten, um einen reibungslosen Betrieb zu garantieren.

# C Software & Hardware

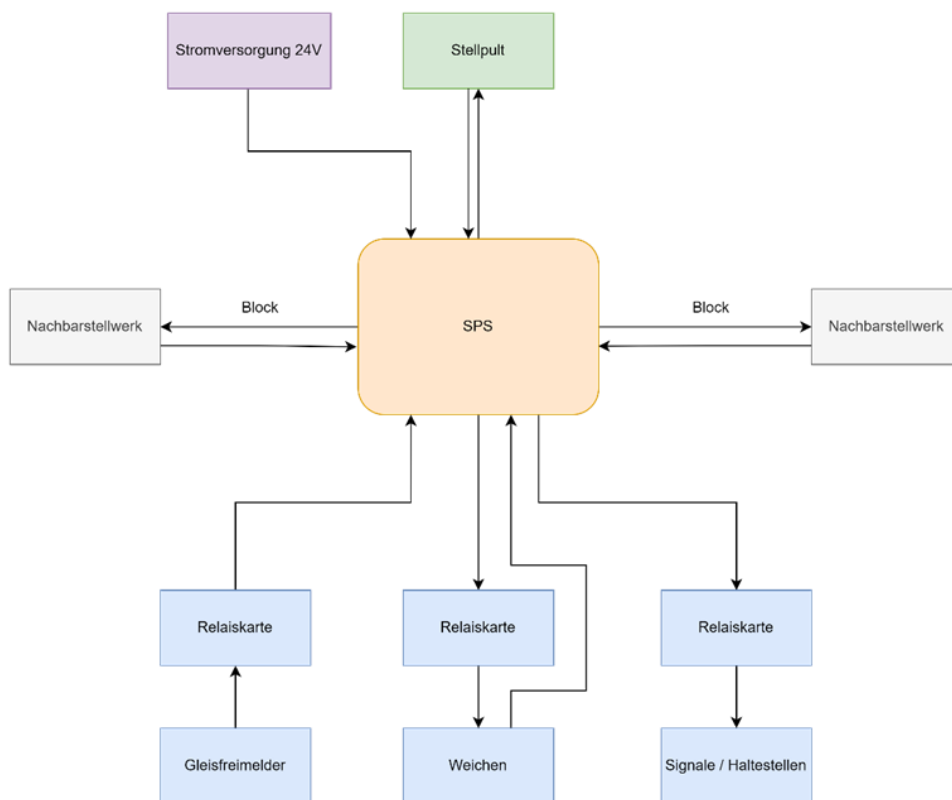
## C.1 Software

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

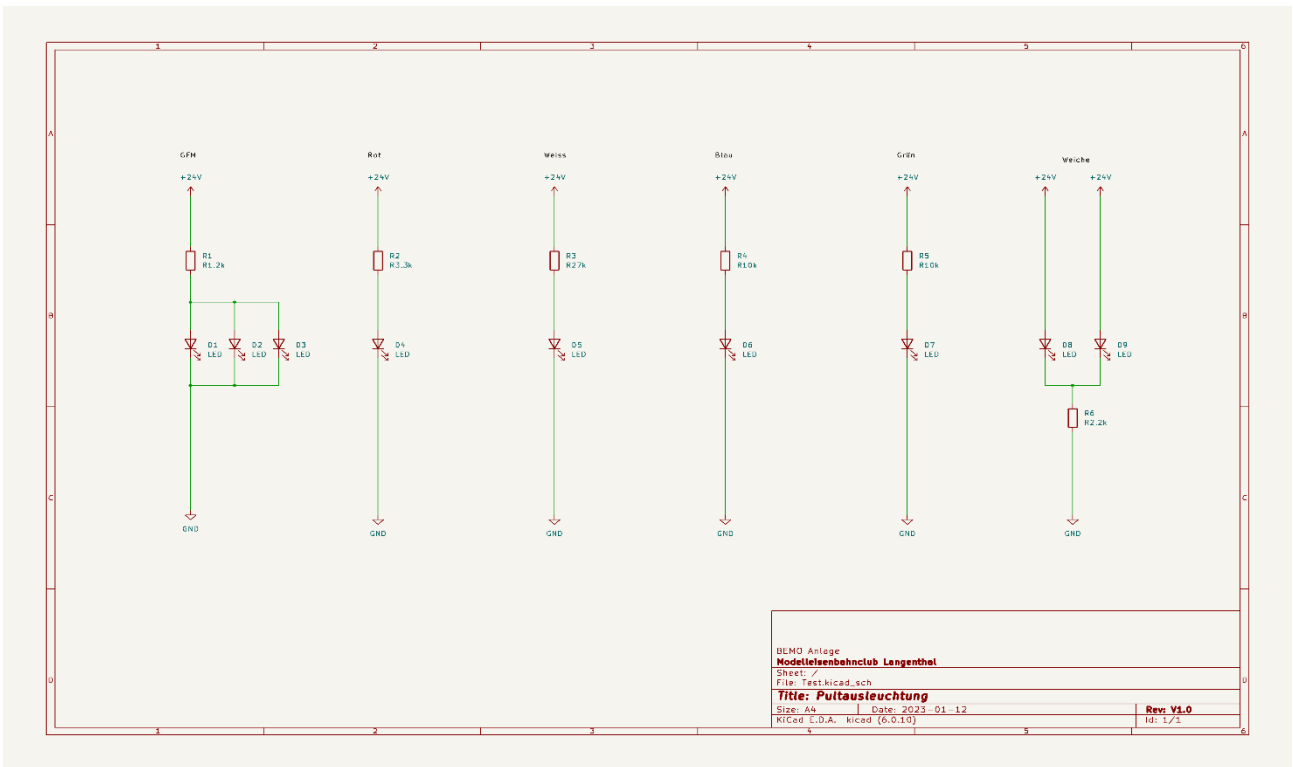
Die Seite ist Passwortgeschützt, das Passwort ist: [BEMO@MECL](#)

Viele Schemas ist in Prinzip Schaltungen dokumentiert.

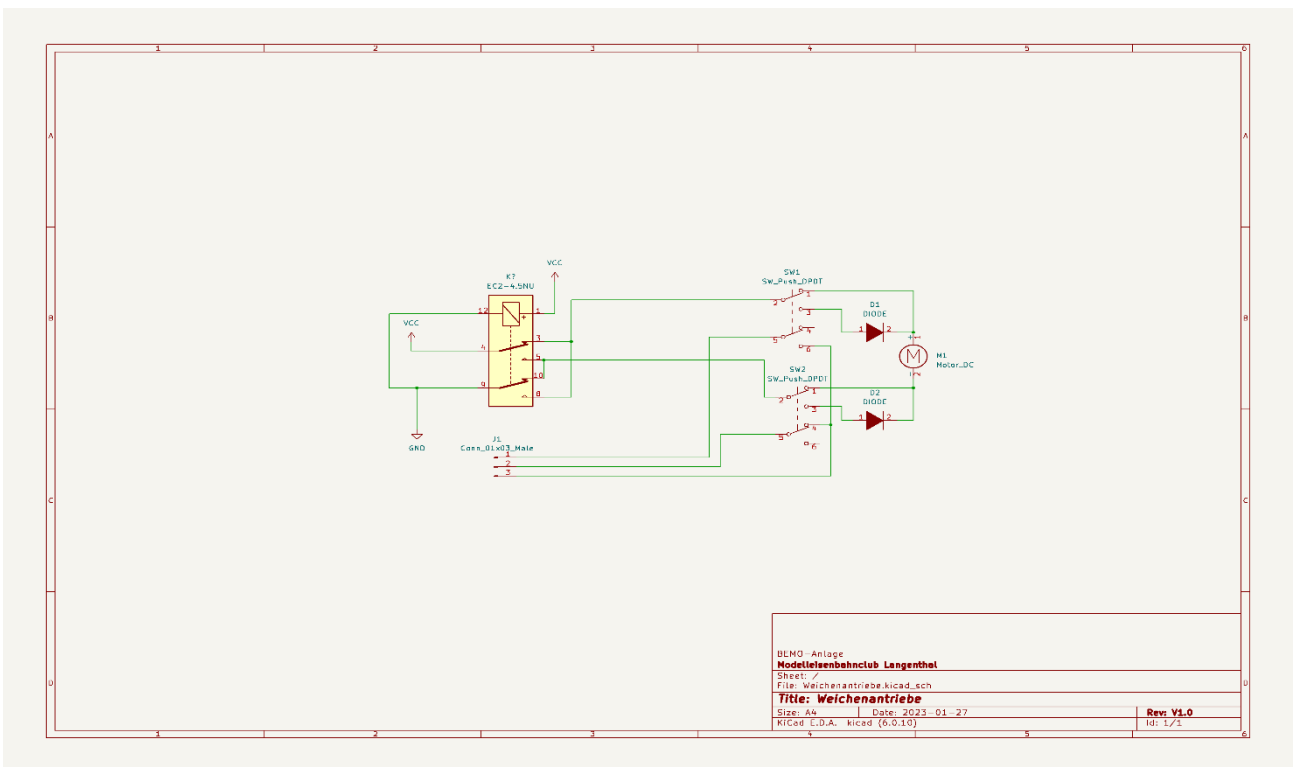
## C.2 Hardwarediagramme



Aufbau der Steuerung



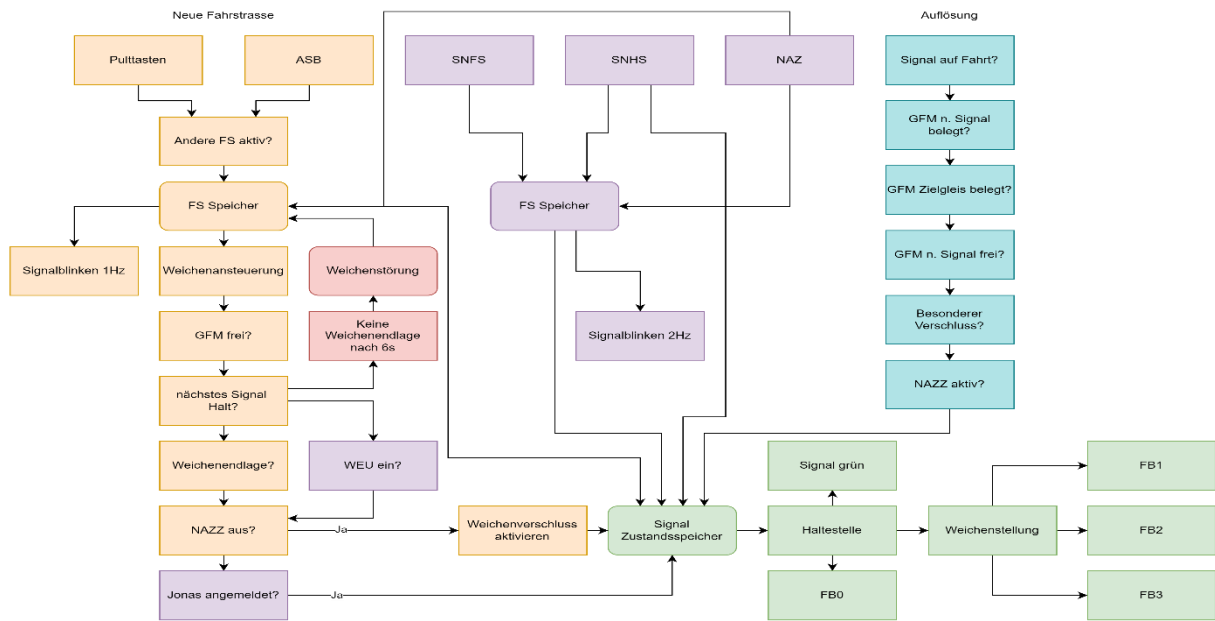
Prinzip Schaltung zum Stellpult



Prinzip Schaltung zu den Weichenantrieben



## C.3 Softwarediagramm



Flussdiagramm für eine Einfahrt

# 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 M1]											
3	Zeitplanung	soll	[Green bar M2]											
		ist	[Blue bar M2]											
4	V. Technischedokumentation	soll	[Green bar M3]											
		ist	[Blue bar M3]											
5	Technische Dokumentation	soll	[Green bar M4]											
		ist	[Blue bar M4]											
6	Präsentation erstellen	soll	[Green bar M5]											
		ist	[Blue bar M5]											
7	Präsentationen / Vorträge	soll	[Green bar M6]											
		ist	[Blue bar M6]											

# E Datenträger oder Datenstruktur

## E.1 SPS Speicher

Die SPS Software wird auf einem S5 EEPROM gespeichert.



SPS EEPROM

## E.2 Dokumente

Alle Dokumente sind auf der Internetseite: [SPS SCHB - NOSTALGIE-BAHNLEITTECHNIK](#)

Die Seite ist Passwortgeschützt, dass Passwort ist: [BEMO@MECL](#)

# 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 Quellen

## G.1 Bilderquellen

- Das Bild des leiterplatten Layouts der Relaiskarte ist von Conrad.ch.
- Alle anderen Bilder/Grafiken wurden von mir Aufgenommen oder erstellt.

# H Abkürzungen

## H.1 Pultbezeichnungen

AA	= Alarm Aus
ASB	= Automatischer-Signalbetrieb
SAS	= Signalanstoss
SB	=Signale Bedienen löschen
NAZ	= Notauflösung Zugfahrstrasse
SNH	= Signalnothalt
SNFS	= Signal-not-Fahrtstellung
WEU	= Weichen Endlagenumgehung
NAZZ	= Notauflösungszeit
OB	= Ortsbetrieb
LB	= Lokalbetrieb
AB	= Automatikbetrieb
FB	= Fernbetrieb
DB	= Durchgangsbetrieb
FAP	= Fahrstrassenanpassung
RAFA	= Rangierfahrstrasse
ZUFA	= Zugfahrstrasse
SCHB	= Schattenbahnhof

## H.2 Hardware

GFM	= Gleisfreimeldung
GFME	= Gleisfreimeldeeinrichtung
GFMP	= Gleisfreimeldung Platine