



# Panoramabahn in Spur -N-

## Dokumentation zu Planung, Bau und Fahrbetrieb

Status der Anlage

Planung: schon weit fortgeschritten

Bau: geplant ab Mai 2024

Letzte Bearbeitung: 26.02.2024





# Panoramabahn in Spur -N-

## Inhalt

|   |    |
|---|----|
| Idee .....                                | 4  |
| Zu dieser Dokumentation .....             | 4  |
| Grundsätzliches zur Anlage .....          | 5  |
| Aufbau der Anlage.....                    | 5  |
| Fahrzeuge.....                            | 5  |
| Steuerung:.....                           | 5  |
| Attraktion: .....                         | 6  |
| Während Bau der Anlage: .....             | 6  |
| Die Planung der Anlage.....               | 6  |
| Schattenbahnhof .....                     | 7  |
| Bahnhof Tal .....                         | 8  |
| Untere Panoramastrecke.....               | 8  |
| Obere Panoramastrecke .....               | 9  |
| Plattform .....                           | 9  |
| Analog oder Digital? .....                | 10 |
| Triebfahrzeuge:.....                      | 10 |
| Elektroartikel:.....                      | 10 |
| Namensgebung.....                         | 10 |
| Elemente zur Steuerung des Ablaufes ..... | 12 |
| Streckenblock .....                       | 12 |
| Schattenbahnhof .....                     | 13 |
| Blocksteuerung vor Verzweigung.....       | 13 |
| Blocksteuerung nach Verzweigungen .....   | 13 |
| Besonderheiten.....                       | 13 |
| Signale und Gleisbesetzt-Anzeigen .....   | 14 |
| Beispiel Blockfunktionen .....            | 14 |
| Bauphasen.....                            | 15 |
| Gesamte Anlage .....                      | 15 |
| Trassenbau.....                           | 16 |
| Gleise.....                               | 16 |
| Elektrik.....                             | 17 |
| Generell.....                             | 17 |



|  |    |
|--|----|
| Streckenblöcke / Gleise / Weichenstrassen: ..... | 17 |
| Anhang .....                                     | 18 |
| Verzeichnis aller Streckenblöcke .....           | 18 |
| Verwendete Zeichen .....                         | 19 |
| Die Modellbahn im Weblog.....                    | 19 |
| Links .....                                      | 20 |
| Stichwortverzeichnis (Entwurf) .....             | 21 |
| Änderungen am Dokument.....                      | 21 |

### **Abbildungen:**

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Schattenbahnhof.....       | 7  |
| Abbildung 2: Bahnhof Tal .....          | 8  |
| Abbildung 3: Untere Panoramaebene ..... | 8  |
| Abbildung 4: obere Panoramaebene.....   | 9  |
| Abbildung 5: Plattform .....            | 9  |
| Abbildung 6: Schattenbahnhof.....       | 13 |

### **Tabellen:**

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Beispiel Blockfunktionen .....                   | 15 |
| Tabelle 2: Bauphasen .....                                  | 16 |
| Tabelle 3: Standardbelegung Lüsterklemme Streckenblock..... | 18 |
| Tabelle 4: Verzeichnis aller Streckenblöcke.....            | 19 |
| Tabelle 5: Verwendete Zeichen.....                          | 19 |
| Tabelle 6: Die Modellbahn im Weblog .....                   | 20 |
| Tabelle 7: Links.....                                       | 20 |
| Tabelle 8: Änderungen am Dokument .....                     | 21 |



## Idee

- Das Thema der Anlage soll das Präsentieren von Rollmaterial sein. Die Landschaft spielt, wenigstens in der ersten Phase, keine Rolle. Es ist eher das Technische, das Elektrische, der Fahrbetrieb, das eine grosse Rolle spielt.
- Epoche spielt auch keine Rolle. Es werden viele Werbeloks unterwegs sein, deren Sujets grösstenteils aus den 1990er Jahren stammen. Aber auch moderne Loks sind anzutreffen. Fast 100% des gesamten Rollmaterials kann auf dem Schweizer Bahnnetz angetroffen werden.
- Schnellzüge und Güterzüge kommen aus dem Schattenbahnhof, durchfahren einen Bahnhof mit kleinem Rangierbetrieb, Bahnhof Tal, zeigen sich später auf einer Panoramastrecke mit Überholmöglichkeit, bevor sie den Schlussanstieg auf die oberste Plattform zurücklegen. Ein kleiner Bahnhof und etwas Rangiermöglichkeit bilden die obere Wendeschlaufe.
- Rangiermöglichkeiten im Bahnhof Tal. Vielleicht ein Umschlagsplatz für landwirtschaftliche Güter, ein paar Höfe in der Nähe und grosse Güterschuppen.
- Ein bisschen Güterumschlag auf der Plattform, das Thema ist noch nicht bestimmt, vielleicht eine Sagerei, vielleicht ein Grossverteiler mit zugehörigem Stadtbild oder Ähnlichem.

## Zu dieser Dokumentation

Dieses Papier soll den Bau der Anlage von der Planung bis zur Fertigstellung begleiten. Wobei wahrscheinlich eine Modellbahnanlage nie ganz «fertig» ist. Ich werde darin meine Gedanken, Ideen und Überlegungen festhalten, eigentlich eine richtige Auseinandersetzung mit der Anlage. Denn nach den bisher gemachten Erfahrungen beim Versuch eine Modellbahn zu bauen, bin ich davon überzeugt, dass es eine Planung braucht. Einerseits muss ich mich mit vielen Fragen zum Thema auseinandersetzen, verhindere so vielleicht übereilte und nachträglich betrachtet auch falsche Entscheidungen. Andererseits hoffe ich mit diesem Vorgehen auch etwas Zeit und Geld sparen zu können, da vielleicht einiges besser läuft.

Es geht aber auch darum, dass eine Anlage in dieser Grössenordnung ein paar Eckpunkte braucht. Ein paar Entscheidungen zum Beispiel zur Namensgebung der vielen hundert Komponenten die schlussendlich miteinander zusammenspielen. Auch die Verkabelung dürfte so ein Thema sein, das Standards braucht, will man nicht plötzlich vor einem riesigen Kabelsalat stehen.

Ich bin davon überzeugt, dass eine saubere Planung, kombiniert mit nachvollziehbaren Entscheidungen hilft, bei möglicherweise aufkommendem Frust, wenn es eben doch nicht so funktioniert wie erwartet, die Quelle des Übels schneller finden zu können und auch noch bei kleinem Schaden wieder reparieren zu können.

Dieses Dokument wird deshalb auch ein sehr lebendiges Papier sein, und analog zur Modellbahn, wohl auch nie ganz «fertig» werden.

Im Vergleich zu meinem letzten Versuch, vor bald zwanzig Jahren, eine Modellbahn zu erstellen, hat sich vieles verändert. Hersteller sind weggefallen, oder machen nicht mehr das, was sie damals gemacht haben (zum Beispiel Roco, stellt keine Gleise mehr her). Zudem gibt es jetzt auch im Internet, mindestens gefühlt, viel mehr Wissen als zu jener Zeit. Die Digitalisierung hat



auch den Eingang in die Modellbahnwelt gefunden. Da werde ich mich noch richtig einleben müssen und die Konzepte verstehen, die dahinterstehen.

## Grundsätzliches zur Anlage

- Nach Schweizer Vorbild: Linksverkehr
- Ohne Oberleitungsbetrieb
- Fast ausschliesslich Schweizer Triebfahrzeuge, oder mindestens Triebfahrzeuge die auch auf dem Schweizer Bahnnetz verkehren.
- Fast ausschliesslich Schweizer Wagenmaterial
- Maximale Zuglänge etwa 90 cm, eine Lok und 5 bis 7 Wagen
- Keine geschobenen Zugkompositionen
- Analoge und digitale Loks sind unterwegs
- Steuerung durch Magnete am letzten Wagen, Readkontakte, IR-Sensoren zwischen den Schienen.
- Vor allem ein Fahrbetrieb
- Ausser im Rangierbereich und in eventuell in der Überholstrecke keine manuelle Beeinflussung von Weichen oder Signalen

## Aufbau der Anlage

- Einschränkungen:
  - Die Grösse der Grundplatte ergibt sich aus den Platzverhältnissen. Maximal stehen 2350mm x 1100mm zur Verfügung. Für Aufbauten gibt es keine Beschränkung in der Höhe.
- Ausstattung:
  - In einer ersten Realisierung soll es eine eher technische Anlage sein. Kaum Dekorationen, keine Landschaft, lediglich ein paar Häuser, Schuppen, Bahninfrastruktur.
  - Was zählt soll der Aufbau sein. Die meisten Trasse sind sichtbar. Auch die Steuerungskomponenten, die ganze Elektrik soll sichtbar sein.
  - Ziel: absolut saubere Verarbeitung sämtlicher Komponenten, saubere Führung sämtlicher Kabel.

## Fahrzeuge

- Insgesamt stehen 13 Triebfahrzeuge zur Verfügung, unter anderem auch:
  - Regionalzugskomposition
  - ICE-Komposition
- Wagenmaterial:
  - Für Güterzüge
  - Für Personenzüge
  - Schienenreinigungswagen

## Steuerung:

- Selbststeuernd
  - In einer ersten Phase kaum oder gar kein Rangierbetrieb.
  - Analoge und digitale Fahrzeuge fahren analog.
  - Blockbetrieb



- Fahrender Zug
  - Lok setzt die «Geleisebesetzt-Anzeige» für den erreichten Geleiseabschnitt.
  - Letzter Wagen löscht die «Geleisebesetzt-Anzeige» des verlassenen Geleiseabschnittes oder des Blockes, löscht Fahrfreigabe des verlassenen Blocks.
- Blocksignal: Streckenblock
  - Gibt freie Fahrt für den wartenden Zug in den nächsten Streckenblock.
- Blocksignal: Einfahrt
  - Entscheidet auf Grund der gesetzten «Geleisebesetzt-Anzeigen» des folgenden Blocks, welche Fahrstrasse gestellt werden kann.
  - Stellt die Fahrstrasse für den folgenden Block.
  - Gibt freie Fahrt für den wartenden Zug.
- Blocksignal: Ausfahrt
  - Entscheidet auf Grund der gesetzten «Geleisebesetzt-Anzeigen» des zu verlassenden Blockes, welche Fahrstrasse gestellt werden kann.
  - Stellt die Fahrstrasse im zu verlassenden Block.
  - Gibt freie Fahrt für den wartenden Zug bis zum Ausfahrtssignal.
  - Gibt freie Fahrt für den Zug in den nächsten Block.
- Besonderheit:
  - Bei Beginn des Fahrbetriebes stehen alle Züge im Schattenbahnhof. Die Elektronik entscheidet, in welcher Reihenfolge die Züge auf die Strecke gelangen
  - Bei Ende des Fahrbetriebes werden die Züge automatisch im Schattenbahnhof abgestellt.

## Attraktion:

- Touristenzüglein

Im Endausbau der Anlage soll ein Touristenzüglein zwischen Bahnhof Tal und der Plattform im Pendelverkehr hin und her fahren.

## Während Bau der Anlage:

- Grundsätzlich soll immer ein Teil der Strecken befahrbar sein.
- Test von neuen elektrischen Schaltungen erfolgen erst neben der Modellbahn an einer kleinen Teststrecke. Nach erfolgreichen Tests erfolgt der Einbau in die Anlage.
- Tests / Prüfung all meiner Überlegungen und formulierten Ideen, inklusive derjenigen zum Anlagenbau.

## Die Planung der Anlage

Die Anlage besteht aus fünf Ebenen. Die Überwindung der Höhendifferenz von Ebene zu Ebene ist im hinteren Teil der Anlage geplant. Kurz nach dem Bahnhof oder der Panoramastrecke beginnt die Steigung bereits etwa in der Hälfte des schmalen Teiles der Anlage, zieht sich über



die ganze Länge dahin und erreicht auf der anderen Seite der Anlage, wiederum etwa in der Mitte des schmalen Teiles die angestrebte Höhe.

Verplant sind gut 80 Meter gerade und gebogene Geleise, sowie 43 Weichen. Verplant habe ich die Geleise von Roco. Als Planungssoftware diente mir SCARM (Simple Computer Aided Railway Modeller). Verplant sind nur gebogene Schienen der Radien 2 (228 mm Radius) und 3 (262 mm Radius). An einzelnen Stellen musste ich auf Flexgeleise zurückgreifen. Das Gefälle von 2.5 % wird nirgends überschritten.

## Schattenbahnhof

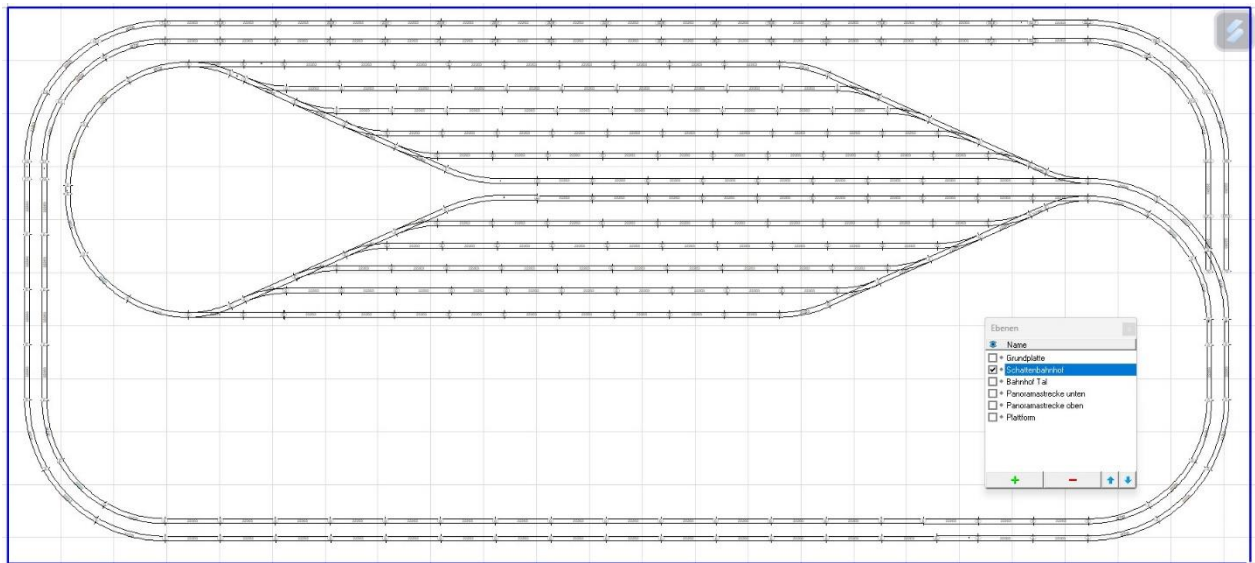


Abbildung 1: Schattenbahnhof

Der Schattenbahnhof ist die unterste Ebene. Er befindet sich infolgedessen auf der Höhe von 0 mm. Er ist zugleich auch der untere Wendepunkt der Züge. Die eintreffenden Züge, am rechten Bildrand auf dem linken Geleise, haben in diesem Moment noch eine Höhe von 70mm über 0, umfahren den ganzen Bahnhof, verlieren an Höhe, bis sie auf der gegenüberliegenden Seite auf 0mm ankommen. Sie durchfahren anschliessenden die beiden Abstellflächen, umrunden den Bahnhof wiederum und steigen vom linken schmalen Teil der Anlage wieder zurück auf 70mm über 0, wo sie am rechten Teil der Anlage auf dem äusseren Geleise den Teil Schattenbahnhof wieder verlassen.



## Bahnhof Tal

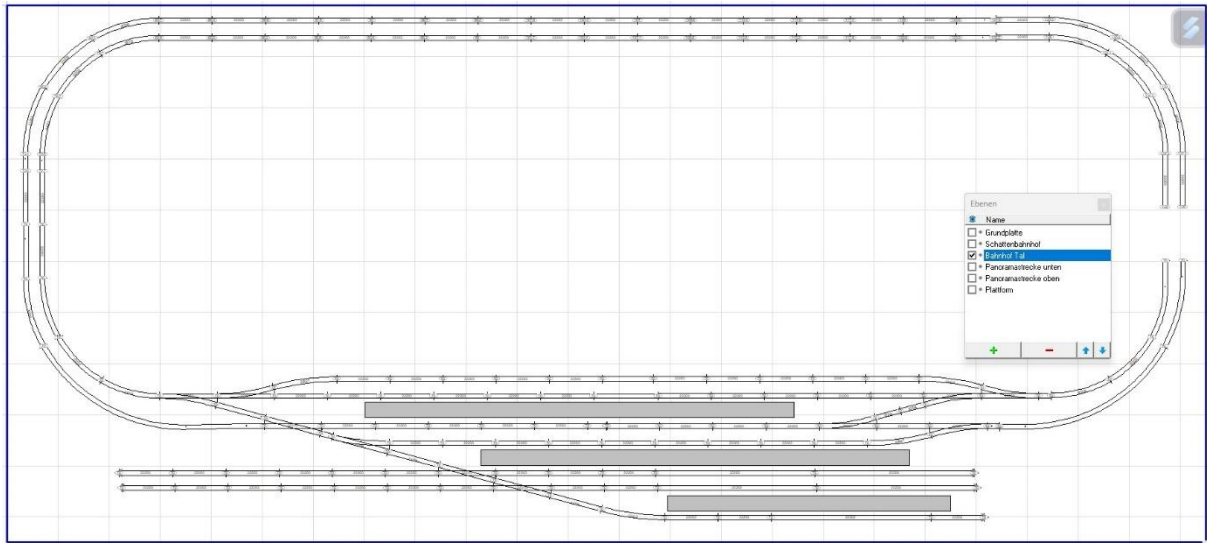


Abbildung 2: Bahnhof Tal

Er befindet sich auf einer Höhe von 70mm. Die Züge fahren in der Bergfahrt auf der rechten Seite der Anlage, auf dem äusseren Geleise in den Bahnhof ein. Auf der linken Seite, etwa in der Mitte des schmalen Teils beginnt der Anstieg auf die nächste Ebene. Bei 140mm über 0 verlassen die Züge am rechten Teil der Anlage diesen Abschnitt.

Für beide Fahrtrichtungen sind im Bahnhof je ein Ausweichgeleise vorgesehen. Im südlichen Teil des Bahnhofes gibt es etwas Platz für einfache Rangiermöglichkeiten.

## Untere Panoramastrecke

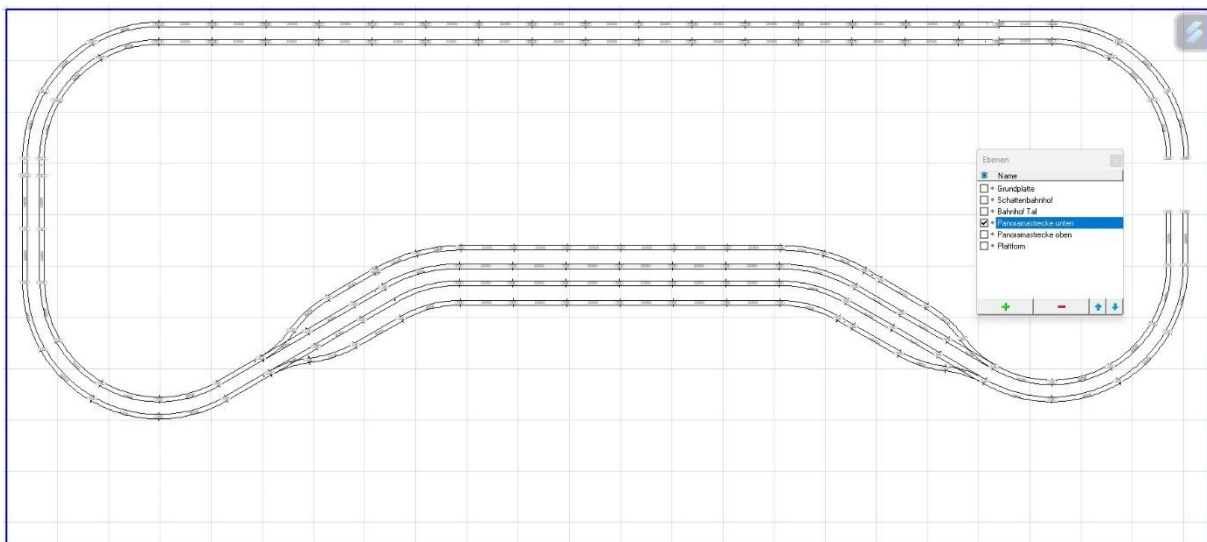


Abbildung 3: Untere Panoramaebene

Widerum am rechten Rand fahren die bergwärtsfahrenden Züge auf dem äusseren Geleise in diesen Abschnitt ein. Er liegt auf 140mm über 0. Sie durchfahren eine Stelle mit Überholmöglichkeit bevor es auf der linken Seite der Anlage bereits wieder in die nächste Steigung geht. Sie führt die Züge von den 140mm auf 200mm über 0 hinauf. Auf der rechten Seite verlassen Züge diesen Abschnitt wieder.





## Obere Panoramastrecke

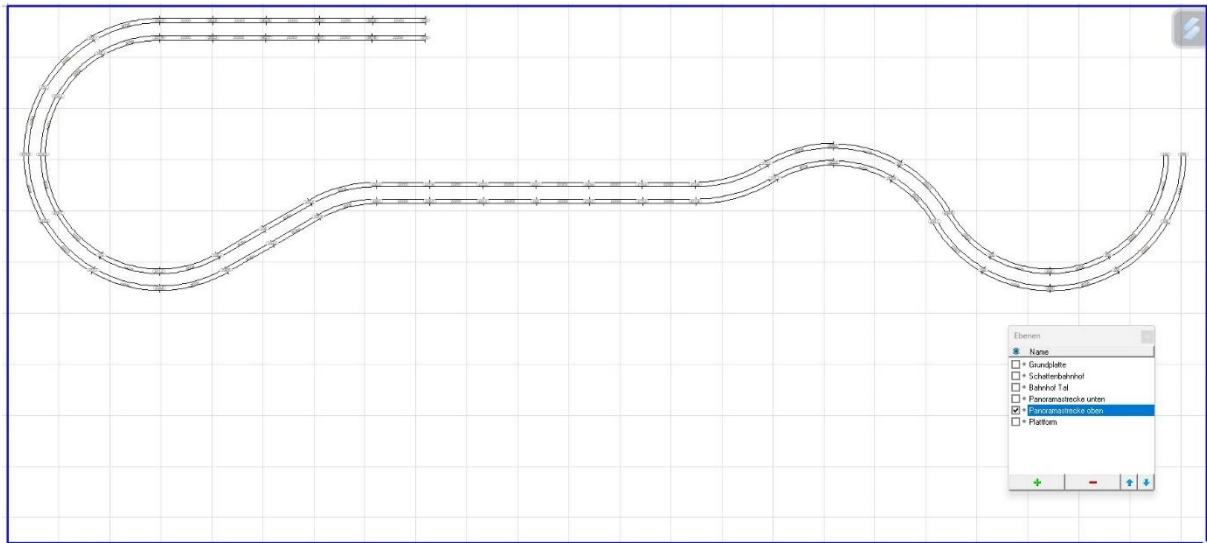


Abbildung 4: obere Panoramaebene

Wiederum auf der rechten Seite der Anlage, auf dem äusseren Geleise treffen die Züge in diesem Abschnitt ein. Im Unterschied zu den anderen Ebenen beginnt aber bereits hier der Anstieg auf die nächste Ebene hinauf. Von 200mm über 0 fahren die Züge auf 270mm hinauf. Im hinteren Teil der Anlage verlassen die Züge diesen Teil wieder.

## Plattform

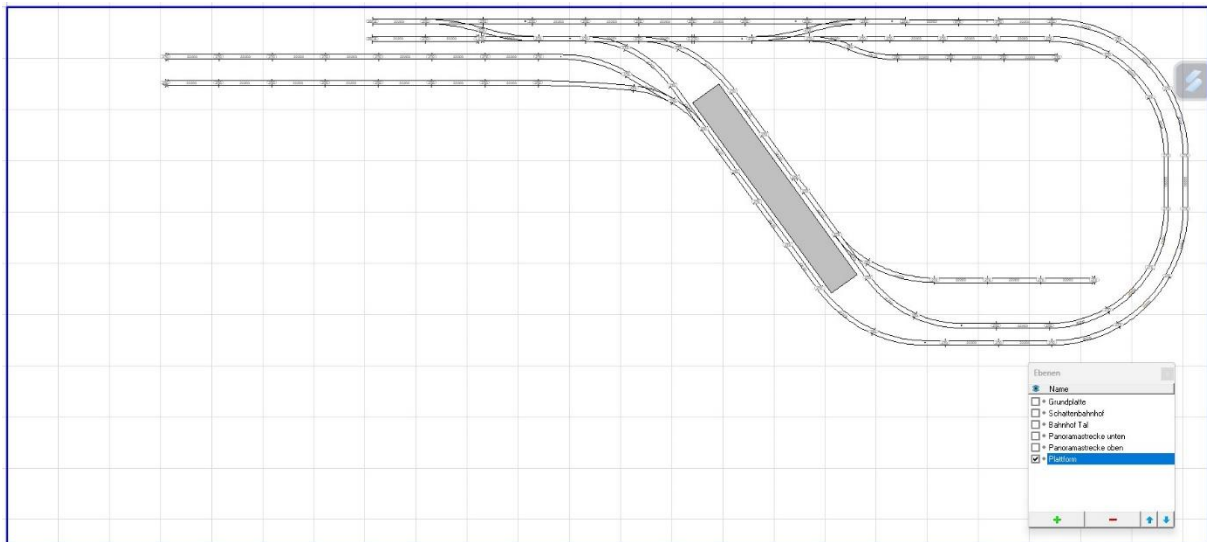


Abbildung 5: Plattform

Am kurzen und äusseren Geleise im hinteren Teil der Anlage treffen die Züge auf 270mm über 0 auf dieser Plattform ein. Eine grosse Wendeschleife stellt den Hauptteil dieser Teilstrecke dar. Etwas Rangierbetrieb soll hier ebenfalls ermöglicht werden. Auch können hier nochmals Züge überholt werden. Die Talfahrt, zurück zum Schattenbahnhof beginnt nach den kurzen Geleisen im hinteren Abschnitt. Für den talwärts fahrenden Zug auf dem inneren, linken, Geleise.



## Analog oder Digital?

### Triebfahrzeuge:

Die meisten meiner Triebfahrzeuge fahren analog. Ich habe ein paar digitalisierte Loks gekauft, die sollen aber auch mit Analog-Strom zurechtkommen.

### Elektroartikel:

Da die Modellbahn vor allem fahren soll, verzichte ich bei einem Grossteil der elektrischen Komponenten auf eine Digitalisierung. Die fahrenden Züge lösen Reaktionen mittels Sensoren aus, die bestimmte Aktionen durchführen oder anstossen. Wie zum Beispiel das Ein- oder Ausschalten von Gleisbesetztanzeigen. In komplizierteren Fällen, wie zum Beispiel dem Erstellen von Weichenstrassen möchte ich elektronische Logik, zusammen mit Arduino-kompatiblen Geräten einsetzen. Eine komplette Digitalisierung der elektrischen Komponenten könnte ich mir in einer ersten Phase für das Rangieren in Bahnhof-Tal oder auf der Plattform vorstellen.

Ich setze voraus, dass die gesamte Anlage im Falle eines Stromausfalles oder sei es auch nur, weil der Stecker gezogen wird, anschliessend dort wieder weiterfahren kann, wo der Stromunterbruch passiert ist. Ich stelle mir deshalb ein mehrschichtiges System vor:

Auf der untersten Ebene sind die Sensoren und Taster. Die melden was passiert. Ein Zug fährt vorbei, das Ende eines Zuges ist durchgefahren, eine Weiche steht auf Abzweigung oder Geradeausfahrt, eine manuelle Taste, nicht Kippschalter, wurde gedrückt, vielleicht zwei Taster verlangen eine Fahrstrasse.

Darüber die Ebene, die solche Zustände festhält. Vielleicht sind das bistabile Relais, die ihren Zustand auch ohne Stromfluss behalten können. Dieser Zustand kann auch mittels LED zum Beispiel in einem Stellpult sichtbar gemacht werden.

Möglicherweise auch in dieser Ebene sollen die Steuerungen der Weichenmotoren / Weichenservos durchgeführt und überwacht werden.

Darüber die eigentliche Logik, welche die Zustände der bistabilen Relais liest und Entscheidungen fällt. Damit dann auch Signale umstellt, Fahrstrassen oder Fahrstrecken freigibt oder blockiert. Auf dieser Ebene könnten vielleicht kleine Prozessoren, wie zum Beispiel der Arduino, eingesetzt werden.

Vielleicht eine Sonderform sind die Kippschalter. Sie dienen dazu, um bestimmte Zustände zu erzwingen.

- Licht in Modellhäuschen anzünden / ablöschen,
- Hauptschalter / Notschalter der ganzen Anlage,
- die ganze Anlage herunterfahren, also alle Züge werden im Schattenbahnhof abgestellt,
- auf bestimmten Gleisen soll temporär ein Rangierbetrieb aufzogen werden, usw.

## Namensgebung

Bei gut 80 Meter verbautem Gleis, Blockstrecken die eins bis zwei Meter lang sind, wird es unzählige Signale und Sensoren brauchen. Kommen noch viele Weichen dazu, und fast jede Menge Rückmeldungen an das Stellpult. Der Kabelsalat und die Unübersichtlichkeit scheinen unausweichlich zu sein. Dennoch möchte ich eine saubere Verkabelung erhalten, bei der ich



jederzeit über jedes einzelne Kabel Bescheid weiss. Ein erster Ansatz dazu könnte eine saubere Namensgebung sein.

Immer auf der rechten Seite der Anlage, wird der Zug den einen Namensraum verlassen und in den nächsten einfahren. Ausnahme ist die oberste Ebene «Plattform». Dort wird dieser Wechsel am hinteren Ende der Anlage vorgenommen.

Die einzelnen Namensräume sind:

- Schattenbahnhof (SBH)
- Bahnhof Tal (BTA)
- Panorama unten (PAU)
- Panorama oben (PAO)
- Plattform (PTF)

Im Falle der Bahnhöfe (SBH, BTA, PAU, PTF) gibt es die folgenden Möglichkeiten:

- Süd (S), ist immer der Teil gegen die Vorderseite der Anlage
- Nord (N), ist immer der Teil gegen die Hinterseite der Anlage
- Ost (E), ist der rechte Teil des Bahnhofes
- West (W), der linke Teil

Im Falle der Strecken zwischen den Bahnhöfen sind es:

- Bergstrecke (BE), der äussere Kreis, das äussere Gleis, auf dem Weg nach oben
- Talstrecke (TA), der innere Kreis, das innere Gleis, auf dem Weg nach unten.

Mehrgleisige Strecken in den Bahnhöfen sind von vorne links nach hinten rechts nummeriert (GL). Die Nummerierung muss nicht unbedingt mit den allenfalls angeklebten Nummern zum Beispiel an Perrondächern übereinstimmen.

Im Fall der Bergstrecke (BE) oder der Talstrecke (TA) sind die Gleise in Blöcke eingeteilt. Pro Richtung und Namensraum sind drei Blöcke eingerichtet. Ausnahme ist der Namensraum Panorama oben (PAO) wo nur zwei Blöcke pro Richtung eingerichtet sind.

Teilt sich ein Block in derselben Fahrtrichtung in mehrere Gleise auf, so spreche ich von Gleisen. Die Strecke von der Abzweigung aus der ersten Weiche bis zum letzten Gleis sind Weichenstrassen. Ebenso die Strecken, wenn alle Geleise wieder auf den Streckenblock geleitet werden, bezeichne ich ebenfalls als Weichenstrassen. Dieser Unterschied von Streckenblöcken, Gleisen und Weichenstrassen ist für die spätere Ausgestaltung mit Besetztanzeigen, Weichensteuerung und Signalsteuerung wichtig.

Alle elektrischen Artikel sind denn auch Streckenblöcken, Gleisen oder Weichenstrassen zugeteilt. Die Ausnahme bildet die Ringleitung. Es sind dies zwei Drähte mit etwas dickerem Querschnitt als alle anderen Drähte. Sie werden vom Trafo mit Fahrstrom gespiesen und sind dafür besorgt, dass alle Streckenblöcke mit Fahrstrom versorgt werden. Die Streckenblöcke entnehmen den Fahrstrom mit kurzen, und den üblichen dünnen Drähten, direkt aus der Ringleitung.

Daraus kann folgende Hierarchie abgeleitet werden:

- Ringleitung für den Fahrstrom
- Streckenblöcke, Gleise, Weichenstrassen



- Alle «fahrbeeinflussenden» Komponenten, wie Sensoren, Signale, Relais
- 1 Streckenblock = 1 Karte, worauf die ganze Logik für diesen einen Block angebracht, beziehungsweise verlötet, ist.

Um es etwas einfacher zu machen, sind alle Streckenblöcke, Gleise, Weichenstrassen, ausgehend von der Einfahrt im Schattenbahnhof-Nord durchnummeriert bis zur Ausfahrt aus dem Bahnhof der Plattform. Es sind die Nummern für die Bergstrecke (BE:001-099). Für die Talfahrt beginnend nach der Ausfahrt aus dem Bahnhof Plattform bis hinunter zum letzten Block im Schattenbahnhof Süd sind die nächsten 100 Nummern reserviert (TA:101-199).

## Elemente zur Steuerung des Ablaufes

### Streckenblock

Zwischen den Schienen, je nach Situation allenfalls auch neben den Schienen, befinden sich Sensoren, die die Durchfahrt der Zugspitze und die Durchfahrt des Zugsendes melden. Die ganze Strecke ist nahtlos einem bestimmten Streckenblock zugeteilt. Der Zug befindet sich somit immer in irgendeinem Streckenblock. Ausnahme sind ein paar wenige Rangiergleise im Bahnhof Tal und im Bahnhof Plattform.

➔ Die Einfahrt in einen Streckenblock ist gekennzeichnet mit einem roten Pfeil. Wenn die Lok diesen Sensor überrollt, wird der Streckenblock als besetzt markiert.

➔ Bei der Ausfahrt aus dem Streckenblock löst der letzte Wagen des Zuges einen Sensor aus. Dieser wird die Besetztanzeige des Streckenblockes wieder löschen und das eben passierte Signal auf «rot» stellen. Das vorletzte Signal wird auf «grün» gestellt, damit der dort wartende Zug einen Streckenblock weiterfahren kann. Es sei denn, dieser vorletzte Streckenblock stehe direkt vor oder nach einer Weichenstrasse, dann muss eine Logik entscheiden, aus welchem Gleis eine Zugfahrt möglich sein soll.



Alle Streckenblöcke und Geleise, nicht aber Weichenstrassen, haben vor ihrem Ende eine Strecke von mindestens zwei Schienen, ca 20cm, Länge, die stromlos geschaltet werden kann und damit Züge zum Anhalten bringt. Einige Streckenblöcke und Gleise sind mit einem Signal versehen. Die Steuerung des Signals hat immer einen Zusammenhang mit den Besetztanzeigen der Streckenblöcke. Ist der nächste Streckenblock besetzt, wird das Signal auf rot stehen. Ist der nächste Streckenblock frei, kann auch das Signal auf grün gestellt werden, es sei denn, das aktuelle Gleis führe auf eine Weichenstrasse. Da entscheidet die Weichenstrasse, welches der einmündenden Gleise freigegeben werden kann. Erst wenn dieser Entscheid getroffen ist, die Weiterfahrt also bestimmt ist, gibt die Weichenstrasse die Fahrt im Streckenblock frei. Dasselbe gilt auch für Weichenstrassen, in die mindestens zwei Gleise einmünden.

In einer ersten Bauphase soll es lediglich einen einzigen Taster bei BE:012 geben. Wenn mit ihm das Ausfahrtssignal auf rot gestellt wird, kann der gesamte Fahrbetrieb so angehalten werden, dass sämtliche Züge im Schattenbahnhof und den zugehörigen Ein- und Ausfahrten angehalten werden, bevor der erste Zug den Namensraum Schattenbahnhof verlässt.



## Schattenbahnhof

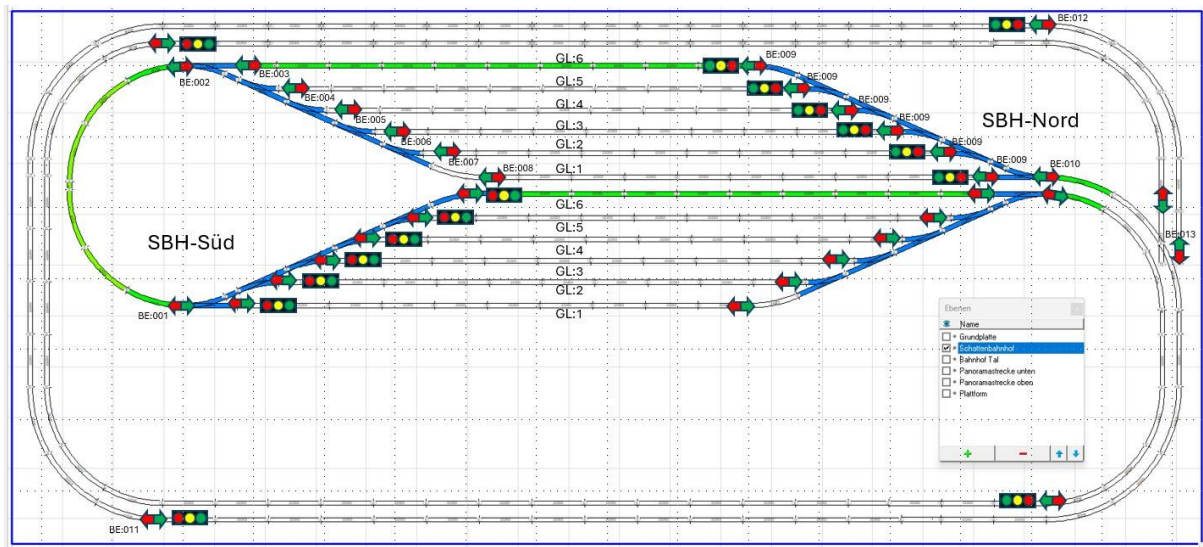


Abbildung 6: Schattenbahnhof

Zur Verdeutlichung der obigen Ausführungen:

Weisse und grüne Strecken sind Streckenblöcke oder Gleise. Blaue Strecken sind Weichenstrassen.

Der Schattenbahnhof-Nord beginnt mit dem ersten Block der Bergstrecke (BE) unten links (BE:001). Die «blauen» Gleise markieren die Weichenstrassen zu oder von den einzelnen Abstellgleisen. Bei BE:010 verlässt der Zug den Schattenbahnhof-Nord, fährt um die Anlage herum und verlässt bei BE:013 den Namensraum von Schattenbahnhof-Nord, um in den Namensraum von Bahnhof-Tal zu gelangen.

Schattenbahnhof-Süd hat hier noch keine Nummerierung der Blöcke erhalten.

## Blocksteuerung vor Verzweigung

Bei Einfahrten in Bahnhöfe, oder bei Verzweigungen wird das Freigeben von Streckenblöcken etwas aufwändiger. Hier muss die Logik aufgrund von Besetztanzeigen der vorausliegenden Blöcke entscheiden, in welches Gleis eingefahren werden kann. Die Logik stellt auch die zu befahrenden Weichen.

## Blocksteuerung nach Verzweigungen

Können Züge aus mehreren Gleisen in den nächsten, denselben Block (Weichenstrasse) einfahren, entscheidet die Elektronik aufgrund von Gleisbesetztanzeigen, welcher Zug grün erhält. Die Elektronik stellt die Weichen in die richtige Stellung.

## Besonderheiten

Bei Durchgangsbahnhöfen (Bahnhof Tal, Untere Panoramastrecke), wird die Elektronik die gerade Durchfahrt bevorzugt behandeln.

Im Schattenbahnhof gibt es keine bevorzugten Gleise. Die Elektronik arbeitet hier nach dem Prinzip des ersten freien Gleises.



Schattenbahnhof Süd und Schattenbahnhof Nord werden als zwei separate Bahnhöfe mit je eigenen Abstellgleisen betrachtet. Jeder Bahnhofteil hat seine eigene Steuerung.

## Signale und Gleisbesetzt-Anzeigen

Nicht alle Blöcke / Gleise / Weichenstrassen sind auf der Anlage mit einem Signal gekennzeichnet. Hingegen sollen alle Gleisbesetzt-Anzeigen im Schaltpult sichtbar sein, beziehungsweise sind mit einer Leuchtdiode zu erkennen. Einige Blöcke, insbesondere in Zusammenhang mit Weichenstrassen, sind rein technischer Natur und erfordern meist keinen zusätzlichen Zwischenhalt des fahrenden Zuges.

## Beispiel Blockfunktionen

| Namensraum<br>Block-Nr.<br>Typ:            | Wer        | Wenn  | Was   | Aktion  | Besetztanzeige   |
|--|------------|---|---|---|--|
| SBH-Nord<br>BE:001<br>Streckenblock        | Elektronik | BE:001 = frei<br>&<br>Fahrtfreigabe<br>BE:001 &<br>BE:002 = frei<br>&<br>TA:126= frei |   | Setzen<br>Fahrtfreigabe<br>auf TA:126   |  |
| SBH-Nord<br>BE:001_Einf.                   | Zug        |   |   |   | Lok setzt BE:001   |
| SBH-Nord<br>BE:001_Ausf.                   | Zug        |   |   |   | Zugschluss<br>löscht BE:001<br>Zugschluss<br>löscht<br>Fahrtfreigabe<br>BE:001 |
| SBH-Nord<br>BE:002<br>Weichenstrasse       | Elektronik | BE:002=frei &<br>Keine<br>Fahrtfreigabe<br>bei BE:001                                 | Suche<br>freies<br>Gleis von<br>BE:003<br>bis<br>BE:008 | Setze<br>Weichen zum<br>freien Gleis,<br>Setze<br>Fahrtfreigabe<br>bei BE:001 |  |
| SBH-Nord<br>BE:002_Einf.<br>Weichenstrasse | Zug        |   |   |   | Lok setzt BE:002   |
| SBH-Nord<br>BE:002_Ausf.<br>Weichenstrasse | Zug        |   |   |   | Zugschluss<br>löscht BE:002  |
| SBH-Nord<br>BE:003_Einf.<br>Gleis          | Zug        |   |   |   | Lok setzt BE:003   |
| SBH-Nord<br>BE:003_Ausf.<br>Gleis          | Zug        |   |   |   | Zugschluss<br>löscht BE:003<br>Löscht<br>Fahrtfreigabe<br>BE:003               |



| Namensraum<br>Block-Nr.<br>Typ:      | Wer        | Wenn  | Was   | Aktion  | Besetztanzeige |
|--------------------------------------|------------|---|---|---|----------------|
| SBH-Nord<br>BE:009<br>Weichenstrasse | Elektronik | BE:009=frei &<br>BE:010=frei &<br>Fahrtfreigabe<br>auf BE:009 | Suche<br>belegtes<br>Gleis von<br>BE:003<br>bis<br>BE:008 | Setze<br>Weichen zum<br>belegten Gleis<br>Setze<br>Fahrtfreigabe<br>bei belegtem<br>Gleis |                |

Tabella 1: Beispiel Blockfunktionen

## Bauphasen

### Gesamte Anlage

Die Bauphase dürfte sich über eine längere Zeit dahinziehen. Grob soll die Modellbahn etwa in folgenden Schritten realisiert werden. Die einzelnen Bauphasen können sich zeitlich überlappen:

- ° Phase I: Bau der Trassen und sämtlicher bisher bekannter Anschlüsse. Als erstes soll eine Ringleitung für den Fahrstrom eingerichtet werden, damit bald einmal ein minimaler Fahrbetrieb möglich ist. In dieser Phase soll auch eine behelfsmässige Wendeschleife gebaut werden, die für eine durchgehende Fahrt sorgt.
- ° Phase II: Einrichten erster einfacher Streckenblöcke, zum Beispiel BE:010-BE:012. Damit sollen auch Erfahrungen mit den elektronischen Komponenten gesammelt werden können. Ab dann ist auch ein Mehrzugbetrieb möglich, abhängig von der Anzahl eingerichteter Streckenblöcke.
- ° Phase III: Einrichten von komplexeren Schaltungen, wie zum Beispiel die Abstellgleise im Schattenbahnhof-Nord. Damit können auch Erfahrungen zum Beispiel mit der Programmierung von elektronischen Komponenten gesammelt werden. Ab dann können noch weitere Züge, abhängig von der Anzahl angeschlossener Abstellgleise und Streckenblöcke, gleichzeitig unterwegs sein. Damit zusammenhängend auch ein Stellpult zur Darstellung der besetzten und freien Gleise im Schattenbahnhof, sowie ein paar wichtige Angaben zu gesamten Anlage.
- ° Phase IV: Einrichten aller weiteren elektrischen und elektronischen Komponenten, um einen reibungslosen, vollautomatischen Betrieb über die gesamte Anlage gewährleisten zu können.
- ° Phase V: Einrichten von Rangiermöglichkeiten im Bereich von Bahnhof-Tal und Plattform.
- ° Phase VI: Einrichten von weiteren elektrischen und allenfalls elektronischen Schaltungen ausserhalb des Bahnbetriebes.

| Bauphase                          | Aktivität  | Zeitraum                     |
|-----------------------------------|--|------------------------------|
| Phase 0: Planung und Vorbereitung | <ul style="list-style-type: none"> <li>° Planung von Strecken, Elektrik, Grundsätzliches zur Anlage und Fahrbetrieb</li> <li>° Aufsetzen einer Dokumentation. Word für die Texte, PowerPoint für Bilder, exportiert aus SCRAM</li> </ul> | Dezember 2023 – Februar 2024 |



|  |   |                      |
|--|---|----------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Einrichten des Standortes der Modellbahn</li> </ul>  |                      |
| Phase I: Bau der Trassen   | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Bauarbeiten am Bahntrasse,</li> <li>◦ Legen der Ringleitung für den Fahrstrom,</li> <li>◦ Probefahrten mit einem Zug zur Verifizierung der Stromversorgung</li> <li>◦ Montage aller Sensoren an und zwischen den Gleisen</li> <li>◦ Sammeln aller Anschlüsse im Bereich des Schattenbahnhofes</li> </ul> | Ab Ende Februar 2024 |
| Phase II: Erste einfache Streckenblöcke                                    | BE:010-BE:012 einrichten  |                      |
| Phase III: Einrichten komplexerer Schaltungen                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Abstellgleise im Schattenbahnhof-Nord</li> <li>◦ Erstellen eines Stellpultes</li> </ul>  |                      |
| Phase IV: Einrichten aller Schaltungen für einen reibungslosen Fahrbetrieb | Anschluss aller Streckenblöcke, Gleise und Weichenstrassen  |                      |
| Phase V: Einrichten Rangiermöglichkeiten                                   | Bahnhof-Tal und Plattform mit Rangiermöglichkeit versehen   |                      |
| Phase VI: Weitere elektrische Einrichtungen ausserhalb des Fahrbetriebs    | Beleuchtung von Häuschen, Luftseilbähnchen usw  |                      |

Tabelle 2: Bauphasen

## Trassenbau

Ich verwende 10mm Pappelsperholz für alle Trassen. Die unterste Ebene, der Schattenbahnhof, wird auf Leisten von 10x25 mm montiert, damit unter dem Trasse genügend Platz für Kabelkanäle und die Servos der Weichen vorhanden bleibt. Unter das Brett der Modellbahn soll nichts montiert werden.

## Gleise

Aus früheren Anlagen habe ich noch einiges Gleismaterial von Roco. Roco hat seine Gleisproduktion in der Zwischenzeit eingestellt. Sie wurde von Fleischmann übernommen und mit den gleichen Artikelnummern nun auch fortgeführt. Die Rocogleise werden von Fleischmann aber nicht mehr weiterentwickelt.

Minitrix hat ein viel umfangreicheres Angebot an Gleismaterial. Minitrix ist auch bei uns über Grosshändler wie zum Beispiel Conrad.ch erhältlich.

Gleise von Roco, Minitrix und Fleischmann sind auch bei Ricardo erhältlich im Secondhand-Angebot. Ich habe mich aktuell (Februar 2024) noch nicht für ein bestimmtes Material entschieden. Könnte mir aber vorstellen, dass ich im sichtbaren Teil der Anlage, also eher im vorderen Teil, neues Material verwenden werde, auch vorwiegend «normale» Gleise, ohne Schotterung oder spezielles Aussehen wie Schwellen mit dem Aussehen von Betonblöcken.

Ebenfalls noch nicht entschieden ist (Februar 2024) wie ich mich bei der Beschaffung von Weichen verhalten soll. Komplette elektrische Weichen sind von allen Herstellern fast nur noch





in den Grundpackungen, oder im Occasionshandel zu bekommen. Sonst sind Weichen nur noch als Handweiche zu haben. Der Antrieb muss separat beschafft werden. Im Angebot sind dann meist Unterflurantriebe. Weit verbreitet im Modellbau sind auch Servos. Servos sind ab etwa 5.00 CHF zu haben. Dies zum Vergleich mit einem Unterflurantrieb der in der Grössenordnung von etwa 20.00 CHF liegt.

## Elektrik

### Generell

Sucht man im Internet nach Schaltungen zur Steuerung oder Überwachung der Modellbahn, so findet man von einfachsten, selbst zusammengelöteten Schaltungen aus Relais und Dioden bis hin zu vollständig automatisierten, elektronischen und WIFI-basierten Teilen alles. Das URB-Project «Universal Railway Bus» scheint eine dieser Möglichkeiten zu sein, bei der so ziemlich alles, für jede Grösse und Stromart, möglich ist. Sogar noch zugeschnitten auf die Möglichkeiten von Arduino. Gerade heute scheint die Digitalisierung auch in der Modellbahn eine weite Verbreitung zu geniessen.

Im Wissen, dass man auch eine Modellbahn voll digitalisieren könnte, verzichte ich aber dennoch, mindestens in einer ersten Phase, auf diese Möglichkeit. Die Züge sollen vor allem fahren können, sich nicht gegenseitig in die Quere kommen, das ist mein Ziel. Und dieses Ziel kann ich vorerst auch mit einfachen Schaltungen, ohne Wireless und teure Decoder erreichen.

Den Einsatz von Elektronik und dem Arduino sehe ich vielleicht im Bereich der Weichenstrassen im Schattenbahnhof. Dort, wo es darum geht, dass «man» für den ankommenden Zug ein freies Gleis findet, oder einem wartenden Zug auf einem Abstellgleis freie Fahrt für die Abfahrt gibt und dazu alle Weichen richtig stellt.

Dennoch möchte ich eine möglichst hohe Standardisierung und Modularisierung in der Steuerung der Modellbahn erreichen. Viele der über fünfzig Streckenblöcke werden identische Aufgaben haben, also sollen sie auch identisch aufgebaut sein.

Das fängt schon beim Bau eines einzelnen Streckenblockes an.

### Streckenblöcke / Gleise / Weichenstrassen:

Der Einfachheit halber schreibe ich im weiteren Verlauf des Dokumentes nur noch von Streckenblöcken. Falls im Einzelfall ein Abstellgleis oder eine Weichenstrasse gemeint ist, erwähne ich das.

In einer ersten Phase werden sämtliche Drähte auf der Anlage in Lüsterklemmen pro Streckenblock gesammelt.

Streckenblöcke und Signalstrecke (zwei Schienen, ca 20 cm, vor dem Signal): Zur elektrischen Trennung der Schienen sind immer beide Pole getrennt und werden auch mit getrennten Kabeln zur Lüsterklemme geführt. Bei vielen Blöcken und Signalstrecken ist nicht vorgesehen, dass die Fahrtrichtung wechseln kann. Zur Steuerung des Fahrbetriebs genügt, wenn nur der eine Pol zum Beispiel in ein Relais weitergeleitet wird. Den anderen Pol werde ich bereits in der Lüsterklemme fix mit der Ringleitung verdrahten. In der nachfolgenden Tabelle der «Standardbelegung Lüsterklemme Streckenblock», ist deshalb der Minuspol mit der Ringleitung verbunden.



Die Standardbelegung der Lüsterklemmen für Streckenblöcke / Gleise hat folgende Belegung der Anschlüsse:

AA:nnn (AA=BE für Bergstrecke oder TA für Talstrecke, nnn=Nr. des Blockes)

| Anschluss aus der Anlage oder zur weiteren Verarbeitung | Farbe   | Nr. | Nr. | Farbe   | Anschluss aus dem Streckenblock AA:nnn |
|---|---------|-----|-----|---------|--|
| Ringleitung Minuspol                                    | Schwarz | 1   | 1   | Schwarz | Fahrstrom Minus aus Streckenblock      |
| Ringleitung Pluspol                                     | Rot     | 2   | 2   | Rot     | Fahrstrom Plus aus Streckenblock       |
| Ringleitung Minuspol                                    | Schwarz | 3   | 3   | Schwarz | Fahrstrom Minus Signalstrecke          |
| Schaltmodul: AA:nnn                                     | Rot     | 4   | 4   | Rot     | Fahrstrom Plus Signalstrecke           |
|   |         | 5   | 5   | Braun   | Masse Sensor Besetztanzeige setzen     |
| Schaltmodul: AA:nnn                                     |         | 6   | 6   | Gelb    | Sensor Besetztanzeige setzen           |
|   |         | 7   | 7   | Braun   | Masse Sensor Besetztanzeige aufheben   |
| Schaltmodul: AA:nnn                                     |         | 8   | 8   | Gelb    | Sensor Besetztanzeige aufheben         |
|   |         | 9   | 9   | Braun   | Masse Signalanzeige                    |
| Schaltmodul: AA:nnn                                     |         | 10  | 10  | Blau    | Signal «rot»                           |
| Schaltmodul: AA:nnn                                     |         | 11  | 11  | Blau    | Signal «grün»                          |
|   |         | 12  | 12  |         |  |

Tabelle 3: Standardbelegung Lüsterklemme Streckenblock

Die Standardbelegung der Lüsterklemmen für die Weichenstrasse ist noch nicht definiert (Februar 2024).

## Anhang

### Verzeichnis aller Streckenblöcke

| Block-Nr.     | Namensraum                | Funktion       |
|---------------|---------------------------|----------------|
| BE:001        | SBH-Süd                   | Streckenblock  |
| BE:002        | SBH-Nord                  | Weichenstrasse |
| BE:003-BE:008 | SBH-Nord                  | Gleis          |
| BE:009        | SBH-Nord                  | Weichenstrasse |
| BE:010-BE:012 | SBH                       | Streckenblöcke |
| BE:013        | Bahnhof Tal               | Weichenstrasse |
| BE:014-BE:015 | Bahnhof Tal-Süd           | Gleis          |
| BE:016        | Bahnhof Tal-Süd           | Weichenstrasse |
| BE:017-BE:018 | Bahnhof Tal               | Streckenblöcke |
| BE:019        | Panoramastrecke unten-Süd | Weichenstrasse |
| BE:020-BE:021 | Panoramastrecke unten-Süd | Gleis          |
| BE:022        | Panoramastrecke unten-Süd | Weichenstrasse |
| BE:023-BE:024 | Panoramastrecke unten     | Streckenblöcke |
| BE:025        | Panoramastrecke oben      | Streckenblöcke |
| BE:026        | Panoramastrecke oben      | Weichenstrecke |
| BE:027        | Plattform-Nord            | Gleis          |



| Block-Nr.     | Namensraum                 | Funktion       |
|---------------|----------------------------|----------------|
| BE:028        | Plattform-Nord             | Weichenstrecke |
| BE:029        | Plattform-Nord             | Gleis          |
| TA:101        | Plattform-Nord             | Weichenstrecke |
| TA:102        | Unbenutzt                  | Unbenutzt      |
| TA:103        | Plattform-Nord             | Streckenblock  |
| TA:104        | Panoramastrecke oben       | Streckenblock  |
| TA:105        | Panoramastrecke unten      | Streckenblock  |
| TA:106        | Panoramastrecke unten-Nord | Weichenstrasse |
| TA:107-TA:108 | Panoramastrecke unten-Nord | Gleis          |
| TA:109        | Panoramastrecke unten-Nord | Weichenstrasse |
| TA:110        | Panoramastrecke unten-Nord | Streckenblock  |
| TA:111        | Bahnhof Tal                | Streckenblock  |
| TA:112        | Bahnhof Tal-Nord           | Weichenstrasse |
| TA:113-TA:114 | Bahnhof Tal-Nord           | Gleis          |
| TA:115        | Bahnhof Tal-Nord           | Weichenstrasse |
| TA:116        | Bahnhof Tal                | Streckenblock  |
| TA:117-TA:118 | Schattenbahnhof            | Streckenblock  |
| TA:119        | Schattenbahnhof-Süd        | Weichenstrasse |
| TA:120-TA:125 | Schattenbahnhof-Süd        | Gleis          |
| TA:126        | Schattenbahnhof-Süd        | Weichenstrasse |

Tabelle 4: Verzeichnis aller Streckenblöcke

## Verwendete Zeichen

| Zeichen | Verwendung                              | Funktion   |
|---------|---|--|
|         | Signal                                  | Steht dort, wo ein Zug gegebenenfalls anhalten soll. Es zeigt an, ob der Block nach dem Signal befahren werden soll. Blockiert sind im Bereich vor dem Signal zwei Schienen. |
|         | Kontakt<br>Gleisbesetztanzeige<br>«Ein» | Die Lok des einfahrenden Zuges, setzt das Gleisbesetztssignal für diesen Block / Gleis / Weichenstrasse. Im Einzelfall können weitere Aktionen ausgelöst werden.             |
|         | Kontakt<br>Gleisbesetztanzeige<br>«Aus» | Der letzte Wagen gibt den eben verlassenen Block / Gleis / Weichenstrasse wieder frei. Im Einzelfall können weitere Aktionen ausgelöst werden.                               |
|         | Kontakte «Ein / Aus»                    | Trennstelle zweier Streckenblöcke.   |

Tabelle 5: Verwendete Zeichen

## Die Modellbahn im Weblog

| Datum      | Titel des Posting                      | Kurzbeschreibung  |
|------------|--|---|
| 07.11.2023 | <a href="#">Ein fast neues Kapitel</a> | Gedanken und Ideen, nachdem der Öltank aus dem Keller entfernt ist.   |
| 14.11.2023 | <a href="#">Modellbahn Update 1</a>    | Ein erster Update zur neuen Modellbahnanlage: Ich bin noch in der kreativen Phase, dem Sichten und Ordnen von früheren Ideen, dem Suchen von Ideen zu einer neuen Anlage. Nicht nur |



| Datum      | Titel des Posting                   | Kurzbeschreibung   |
|------------|-------------------------------------|--|
|            |                                     | Ideen für eine Streckenführung, auch Ideen für die Dekoration, das Anlage-Thema schlechthin.             |
| 23.11.2023 | <a href="#">Modellbahn Update 2</a> | Planung und Grundsätzliches. Epochen und Normen, der Schattenbahnhof auf dem Reissbrett.                 |
| 30.11.2023 | <a href="#">Modellbahn Update 3</a> | Die ganze geplante Anlage in 3D-Ansicht.   |
| 27.02.2024 | Genug geplant, Update 4             | Überarbeitete Streckenführung hat jetzt eine zusätzliche Ebene und Bereiche für Rangierbetrieb erhalten. |

Tabelle 6: Die Modellbahn im Weblog

## Links

| Wer, was, warum   | Link  |
|---|---|
| Vom Anlagenbau bis zur Elektrik, eigentlich fast alles, was man braucht für die Modellbahn in «N» | <a href="https://www.1zu160.net/index.php">https://www.1zu160.net/index.php</a>   |
| Software zum Zeichnen von Schaltplänen  | <a href="https://www.heise.de/download/products/technik/cad-software/elektrotechnik#?cat=technik%2Fcad-software&amp;catf=technik%2Fcad-software%2Felektrotechnik">https://www.heise.de/download/products/technik/cad-software/elektrotechnik#?cat=technik%2Fcad-software&amp;catf=technik%2Fcad-software%2Felektrotechnik</a> |
| Modellbahn per Computer steuern   | <a href="https://catrain.org/de/">https://catrain.org/de/</a>   |
| Software in Modellbahnen  | <a href="http://www.modellbahnsoftware.de/modellbahnsteuerung/catrain/">http://www.modellbahnsoftware.de/modellbahnsteuerung/catrain/</a>   |
| Amiba-shop, Modellbahn und Landschaftsbau   | <a href="https://www.amiba-shop.ch/">https://www.amiba-shop.ch/</a>   |
| Fachgeschäft für Modelleisenbahnen  | <a href="https://swissbahn.ch/">https://swissbahn.ch/</a>   |
| Die Spur-N Datenbank, Modelle-Berichte-Preise   | <a href="https://www.spurweite-n.de/">https://www.spurweite-n.de/</a>   |
| Arduino in der Modellbahn   | <a href="http://www.mbcc-augsburg.de/pdf/arduino.pdf">http://www.mbcc-augsburg.de/pdf/arduino.pdf</a>   |
| Acrylglasfabrik   | <a href="https://www.acrylfabrik.ch/">https://www.acrylfabrik.ch/</a>   |
| Eine Community rund um Entwicklungen in Zusammenhang mit dem Arduino,                             | <a href="https://fritzing.org/">https://fritzing.org/</a>   |

Tabelle 7: Links



## Stichwortverzeichnis (Entwurf)

Grundplatte 4

Streckenblock 2, 3, 5, 11, 12, 13, 16, 17, 18

## Änderungen am Dokument

| Datum        | Was  |
|--------------|--|
| Februar 2024 | Textteile, einzelne Tabellen aus dem Vorgängerdokument (Bellavista) übernommen. Grundsätzliches zur geplanten Anlage festgehalten, Planungsphase dokumentiert, Beschreibung der fünf Ebenen der Anlage. Die Phase der Planung endet mit einer Stellprobe meiner längsten Wagen auf zwei parallelen Gleisen des Radius 2 und 3. |
|              |  |
|              |  |
|              |  |
|              |  |
|              |  |
|              |  |
|              |  |

Tabelle 8: Änderungen am Dokument