



DiMo Digital-Workshops



Strategie Anlagen-Digitalisierung

Faszination Modellbau Friedrichshafen 2019

Strategie Anlagen-Digitalisierung

Vom Kabel zur Automatik. Vorgehensweise beim Ausrüsten einer Modellbahnanlage mit einer Digitalsteuerung einschliesslich PC-Anschluss.

- Anlagenverkabelung
- Auswahl der richtigen Kabel und Steckverbinder
- Anschluss von Rückmeldern
- Positionierung der Rückmelder
- Überblick Softwarestrategie mit TrainController

Referent: Bruno Geninazzi (VSDM – Verein Schweizerischer Digital Modellbahner)

Ziele der Anlage

Wichtig ist Ziele zu definieren, was man mit der Anlage erreichen will:

- Anlagethema
- Gleisplan
- Betriebskonzept

Neubau einer Anlage

Grösster Fehler ist: Zuerst bauen und sich erst nachher mit der Digitalisierung zu befassen.

Digitalisierung einer Anlage

Etwas schwieriger wird es, eine bestehende Anlage zu digitalisieren. Hier stellt sich die Frage, was ist ohne grössere Eingriffe möglich.

Tipp: Manchmal ist weniger mehr

Was soll digitalisiert werden:

- Fahren
- Weichen
- Signale

Digital ist sinnvoll für:

- mehrere Loks gleichzeitig auf gleichem Gleis (Rangierbetrieb)
- Funktionen von Loks (Licht / Mechanik / Sound)
- wenn Weichen und Signale zu Fahrstrassen zusammengefasst werden
- Teil- oder vollautomatischer Betrieb
- Automatisierung mit Hardware oder Software

Anlageverkabelung: Schwerpunkte

- Boosterbezirke
- Einspeisung
- Litzenquerschnitte
- Farbe der Kabel
- Verdrahtungsplan usw.

Wieviele Booster sind notwendig?

Ist abhängig von der Anlagengrösse und der Leistung, welche bezogen wird.

Beispiel für H0:

- 3 Ampere ist eine gängige Boosterleistung.
- Der Strombedarf einer Lok ist sehr unterschiedlich und liegt zwischen 0,2 und 1,5 Ampere für eine fahrende Lok. Massgebend ist deshalb die Anzahl gleichzeitig fahrender Loks.
- Weiter ist die Innenbeleuchtung zu berücksichtigen. Beleuchtungen mit Glühbirnen haben den grösseren Strombedarf als LED-Beleuchtungen.
- Für Weichen und Signale eine eigene Ringleitung vorsehen.

Empfehlung: Möglichst viele Boostertrennungen einbauen. Zum Start müssen nicht alle Boosterkreise mit einem separaten Booster versorgt werden, sie können zusammengefasst werden.
Stellt man einen Leistungsabfall fest, können Boosterkreise dann getrennt werden.

Wo sollen die Boostertrennungen eingebaut werden?

- Zwischen zwei Bahnhöfen, wo wenig Gleis vorhanden ist.
- Wenn möglich nicht da, wo Loks anhalten, damit die Lok nicht zwei Boosterkreise länger verbindet.

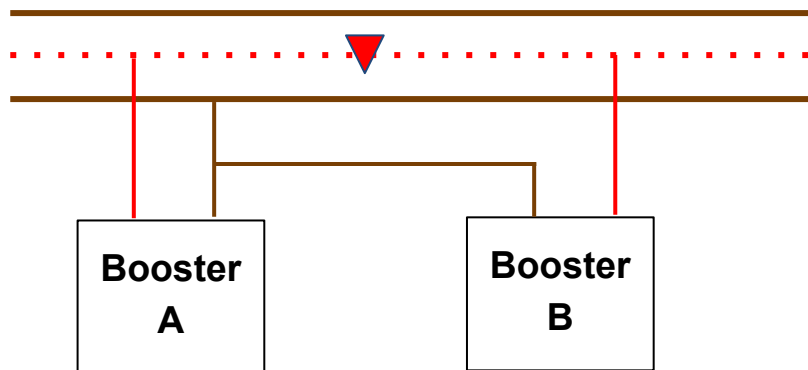


Empfehlung: Nicht Booster von verschiedenen Herstellern verwenden.
Führt unweigerlich zu Problemen.

Booster: Trennung 3-Leiter

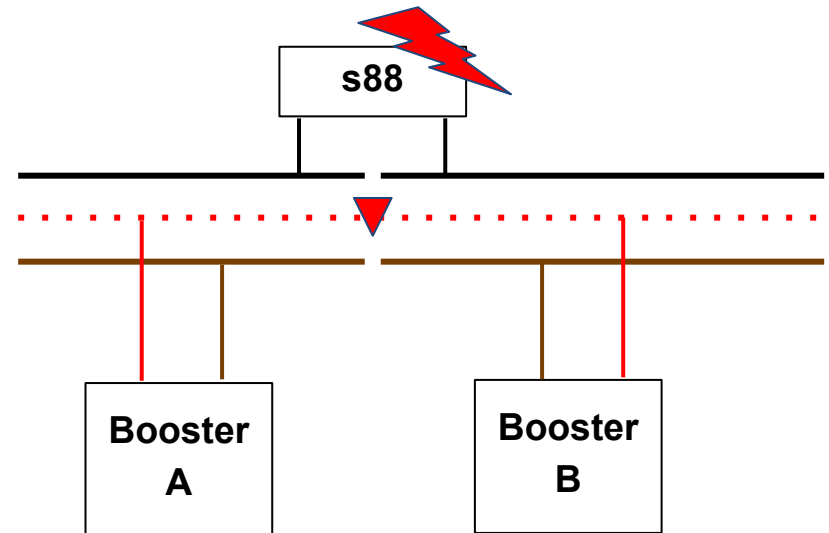
Trennung nur Mittelleiter

Bei den meisten Boostern genügt die Trennung des Mittelleiters.



Trennung Mittelleiter + Schiene

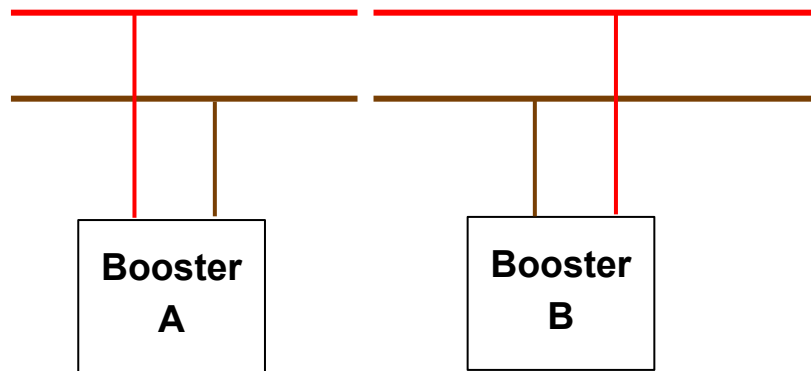
Wenn beides getrennt wird, sollte die Masse nicht durch Rückmelde-module z.B. s88 verbunden werden. Im Normalfall kein Problem, jedoch bei einem Kurzschluss kann das Rückmeldemodul beschädigt werden, wenn es nicht geschützt ist



Booster: Trennung 2-Leiter

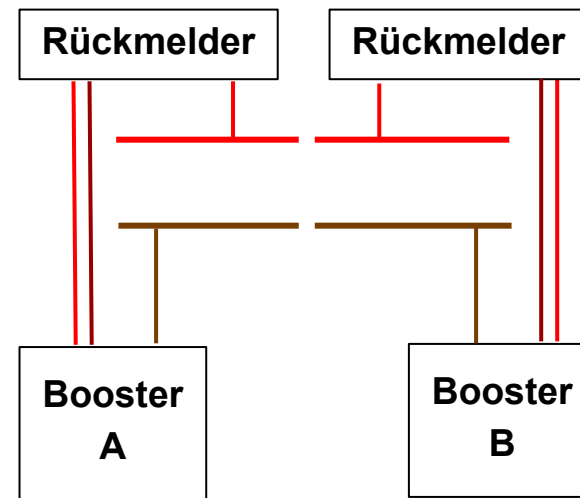
Trennung beide Schienen

Bei 2-Leiter müssen immer beide Schienen getrennt werden, die Booster dürfen nicht miteinander verbunden sein.



Trennung mit Rückmelder

Ein Leiter wird immer vom Rückmeldemodul gespeist, damit der Stromverbrauch festgestellt werden kann.



Perfekte Boostertrennung ist mit einer Übergangsstrecke zu erreichen, Littfinski z.Bsp. bietet ein Modul an. Weitere Infos zur Boostertrennung siehe auch:

http://vsdm.ch/wcms/ftp//v/vsdm.ch/uploads/tech_2010_rckmeldungenmitboostern.pdf

Wie oft einspeisen?

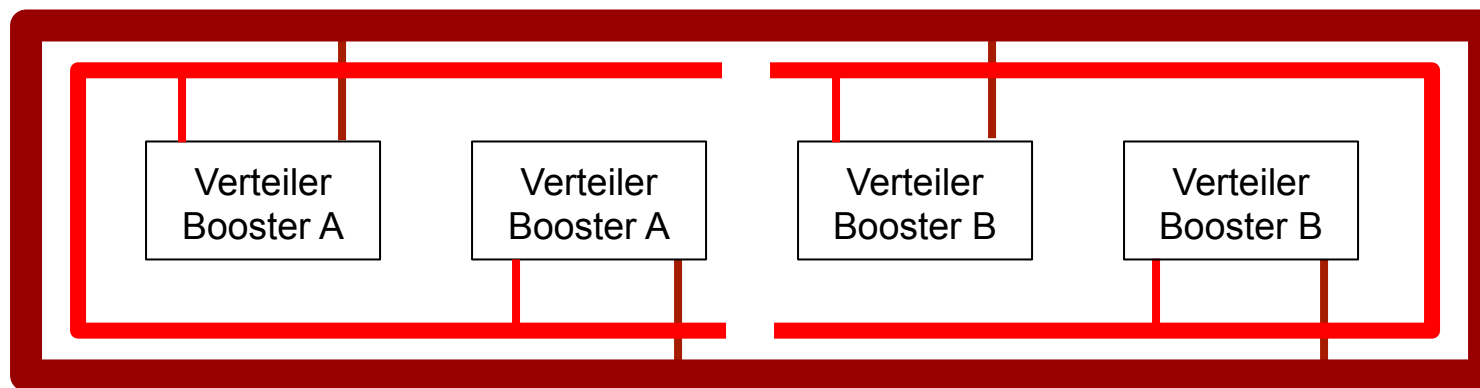
Die Einspeisung soll möglichst oft erfolgen. Die Leitfähigkeit der Gleise ist sehr unterschiedlich. Empfehlung alle 1 bis 1,5 Meter.

Wahl der Kabel?

- Litzen statt Draht
- Die Wahl des Querschnitt ist von der Grösse der Anlage und den Distanzen abhängig. Auch Kabel haben einen Widerstand.
- Zuleitung für H0 zwischen 0.75 und 2,5 mm² Querschnitt wählen.
- Eventuell eine Ringleiter mit 1,5 - 2,5 mm².
- Grösserer Querschnitt ist bei Digital noch wichtiger als bei Analog.
- Für Gleisanschlüsse ab dem Verteiler reicht ein Querschnitt von 0,25 mm².

Tipp: Kabel mit 0,14 mm² haben bei der Stromversorgung nichts zu suchen. Die Preisdifferenz vom Kabel mit höherem Querschnitt ist im Elektrohandel gering. Für Lichtsignale reichen jedoch 0,14 mm² Kabel aus.

Bei 2-Leiter kann die Masse von den Boostern nicht zusammengeführt werden.



Achtung Masse: Wenn die Masse (3-Leiter) mehrerer Boostern gemeinsam ist, muss entsprechend der Querschnitt der Masse erhöht werden. Vergleichbar ist dies mit einem Wasserhahnen, der Durchlass des Abfluss muss mind. gleich gross sein wie der vom Hahnen. Deshalb, wenn die 2 Booster mit $0,75 \text{ mm}^2$ verkabelt sind, muss die Masse $1,5 \text{ mm}^2$ sein.

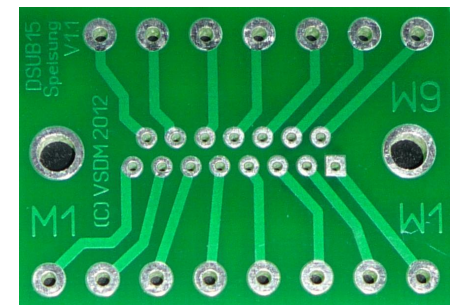
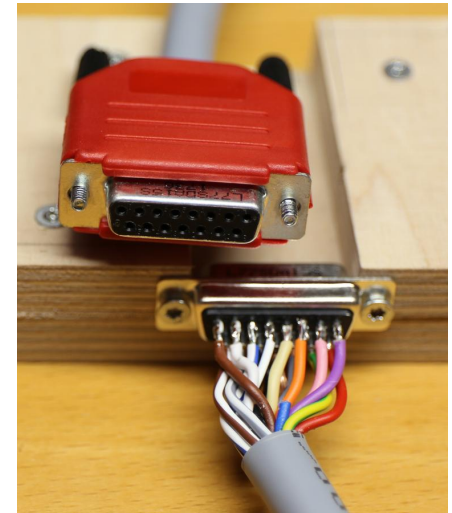
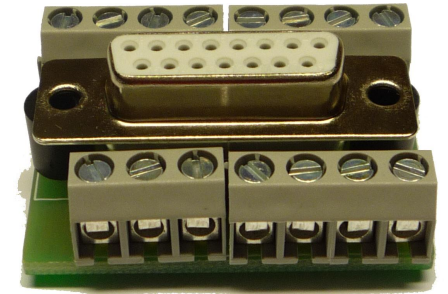
Steckverbinder: Mobile Anlage

Für eine mobile Anlage wird empfohlen, Steckverbindungen zwischen den Modulen zu wählen, welche nicht vertauschbar sind.

Der VSDM hat für seine grosse H0-Demoanlage Prints produziert. Die Stecker und Buchsen sind handelsübliche D-SUB-Stecker mit 15 Kontakten.

Die Kabel im Handel haben zu wenig Querschnitt und werden deshalb selber konfektioniert. Es werden 15-adrige Kabel mit je $0,5 \text{ mm}^2$ Litzen verwendet. Bei der Demoanlage werden für die Boosterleistungen sogar zwei Verbindungen genutzt, damit der Querschnitt 1 mm^2 ist.

Auch die Printplatte wurde so konzeptioniert, dass sie pro Bahn bis zu 3 Ampere belastbar ist.



Bei fixen Anlage sind Steckverbindungen nicht zwingend, haben aber im Störfall den Vorteil, dass gewisse Teile der Anlage abgetrennt werden können.

Booster schaltbar

Empfehlung ist, dass die einzelnen Boosterkreise mit einer Steckverbindung zu verkabeln sind. Besser wäre es, sie mit Kippschaltern oder Relais einzeln trennbar zu machen. Ist sehr hilfreich bei einem Kurzschluss, wenn er nicht gleich lokalisiert werden kann. Damit kann der Kurzschluss eingegrenzt werden.

Verbindungsmaterial: Wichtig ist nicht nur der Querschnitt der Kabel, sondern auch das Verbindungsmaterial muss entsprechend Durchlass haben. Stecker / Buchsen sind in der Regel nicht problematisch, aber Leiterbahnen von Printplatten sind oft nicht für hohen Stromfluss ausgelegt.

Die richtige Wahl der Verbinder ist nicht einfach. Kriterien zur Auswahl:

- Strombedarf
- Lösbarkeit
- Preis

Lötverbindungen sind praktisch. Aber schlechte Lötstellen sind schraub- und klemmbare Verbindungen.

Nachfolgend ein paar mögliche Verbinder:



Bananenstecker: Gibt es in verschiedenen Grössen *)



Lüsterklemmen: Gibt es in verschiedenen Grössen *)



***) Klemmschutz und Verzinnung:** Klemmen mit Schrauben ohne Drahtschutz müssten bei Lizenz mit einer Hülse ergänzt werden, jedoch ist der Aufwand hoch. Ebenfalls wird eine Verzinnung nicht empfohlen, da Zinn weich ist und nachgibt.

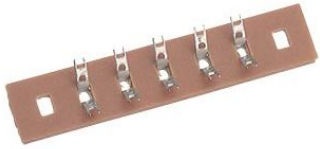


Anschlussklemmen: Gibt es in verschiedenen Bauarten. Hier ist eine Verzinnung kein Problem, da ein Drahtschutz vorhanden ist.



Steckleisten: Gibt es in verschiedenen Bauarten

Vorsicht: Löten unter dem Kopf ist für Sie gefährlich. Zinnspritzer können verheerende Folgen für die Augen haben



Lötbahnen: gibt es in verschiedenen Ausführungen.



Din und Mini-Din: Verschiedene Baugrößen und Anzahl Pole. Mini-Din oft auch als Datenverbindung.



D-SUB: Handelsübliche Kabel nur für Daten oder Verbraucher mit wenig Strombedarf. Zum Beispiel eine LED eines Lichtsignals.



Flachbandkabel: Daten oder Verbraucher mit wenig Strombedarf.



RJ Stecker: Bei Telefonanlagen und als Netzkabel in verschiedenen Größen. Nur für Daten!

Verdrahtungspläne

Eine Dokumentation der Verkabelung ist wichtig. Dabei ist es egal, ob mit Schemata oder Tabellen. Die Dokumentationen helfen im Störfall oder bei Umbauten.

Kabelfarben

Die Europäische Vereinigung MOROP hat Normen für die Kabelfarben veröffentlicht:

https://www.morop.eu/downloads/nem/de/nem605_d.pdf

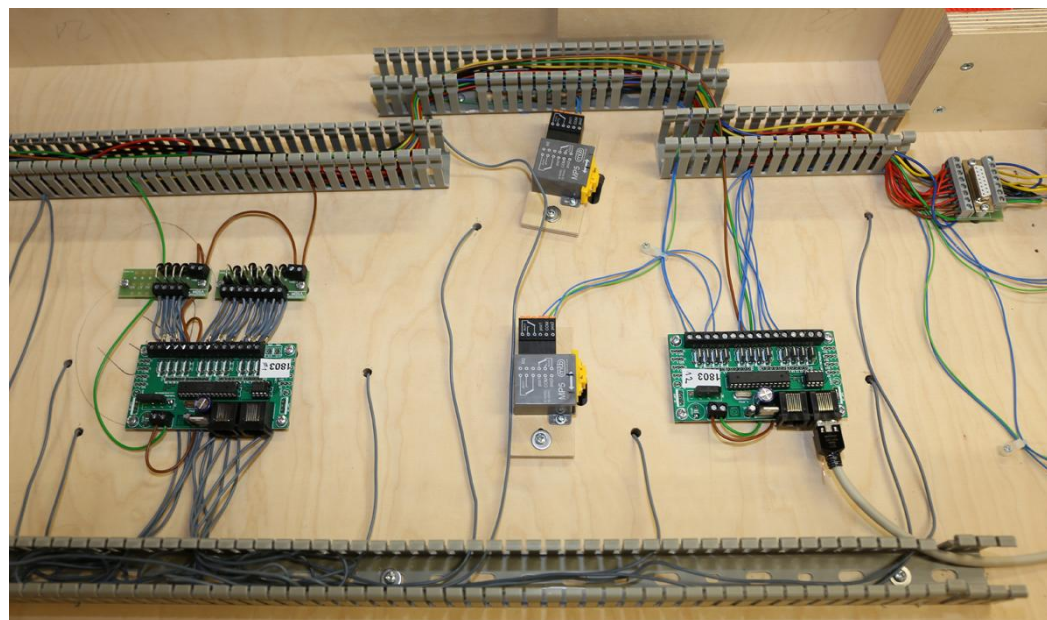
Es ist trotzdem unumgänglich, die Kabelfarben für sich zu definieren. Beispiel:

Rot	Bahnstrom
Braun	Masse
Grün + Blau	Weichen
Grau	Rückmeldung
Weiss	Lichtsignale
Gelb	Allg. Strom Wechselstrom oder Gleichstrom (Plus)
Schwarz	Allg. Strom Wechselstrom oder Gleichstrom (Minus)

Trennen von Leistungs- und Datenkabel!

Der Stromfluss in den stromführenden Kabeln erzeugt ein magnetisches Feld. Dies kann auf die hochohmigen Rückmelde- oder Datenkabel negativen Einfluss haben. Es wird deshalb folgendes empfohlen:

- Abstand zwischen den Leistungs- und Datenkabeln rund 20 cm.
- Eine Kreuzung kann nicht verhindert werden und stellt in der Regel auch kein Problem dar.
- Für Datenkabel unbedingt abgeschirmte Kabel verwenden.



Oberer Kabelkanal mit den Leistungskabeln und unten die Kabel der Rückmelder (grau) und sowie die Datenkabel

Für die Automatisierung ist die Rückmeldung unumgänglich.

Themen zu den Rückmeldern

- Art von Rückmeldern
- Rückmeldebus
- Positionierung

Tipp: Eine gute Planung der Rückmeldung trägt zum Erfolg bei.



Reedkontakte

Durch die Magnete an Fahrzeugen wird der Kontakt geschlossen. Ideal für Umbauten.



Schaltgleis

Der Schleifer (deshalb nur für 3-Leiterbahnen) fährt über die Wippe und schliesst kurz den Kontakt. Vorteil: Richtung kann mit dem typischen Märklin Kontaktgleis ermittelt werden.



Lichtschranke

Unterbricht ein Fahrzeug das Licht bei der Lichtschranke, kann dies ausgewertet werden.



Sensoren / Achszähler

Es gibt eine Vielzahl von Sensoren. Es ist auch möglich, wie im Grossbetrieb (Bild) die Achsen zu zählen. Nachteil ist der Preis.

Art der Rückmelder: Dauerkontakte

Dauerkontakt

Wie der Name sagt, meldet ein Dauerkontakt permanent seinen Zustand, wenn er belegt ist.

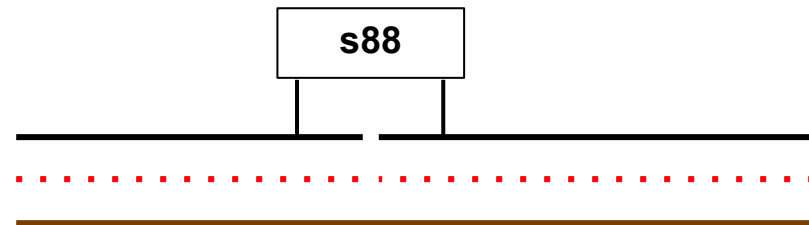
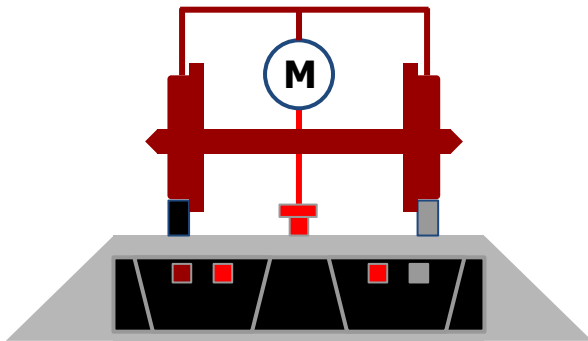
- Keine richtungsabhängige Meldung, dies muss mit Logik von Hardware oder Software ermittelt werden. Ist in der Regel problemlos.
- Neuere Hardware kann feststellen, wer auf dem Gleis steht. (Railcom, mfx, BiDiB etc.)
Diese Funktion wird immer mehr genutzt.

Unterschied zwischen Dreileiter- und Zweileiterbahnen:

Kehrschleifen: Mit der Digitaltechnik wird die Kehrschleifenthematik bei Zweileiterbahnen nicht gelöst.

Dreileiterbahn

Weil beide Schienen Masse führen, kann eine Schiene für die Rückmeldung genutzt werden. Fährt eine unisolierte Achse über das Gleis, fließt die Masse über die Achse auf das isolierte Gleis. Dieses wird von einem Rückmeldemodul ausgewertet.

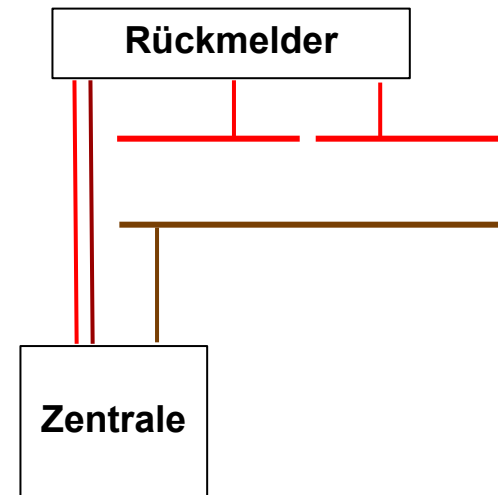
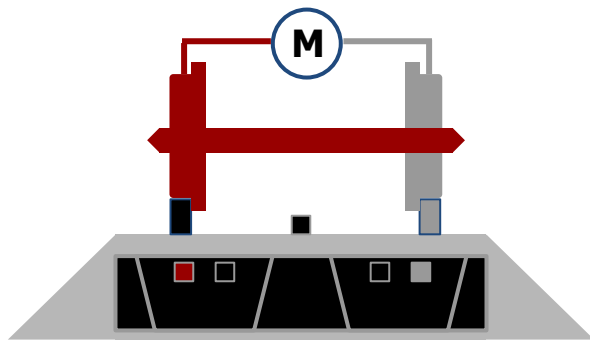


Die beiden Schienen müssen unbedingt elektrisch getrennt sein. Bei Märklin C-Gleis muss die Verbindung getrennt werden.

Typ: Alle Fahrzeuge mit unisolierten Achsen einsetzen, dann lösen alle Fahrzeuge die Belegung aus.

Zweileiterbahn

Die Achsen sind elektrisch getrennt und beide Schienen werden für die Stromversorgung genutzt. Das Rückmeldemodul ermittelt die Belegung mit einem Stromfühler. Sobald Strom fließt, ist der Melder aktiv. Auch durch einen stillstehenden Motor fließt ein wenig Strom; Wagen ohne Stromverbrauch werden deshalb nicht erfasst. Abhilfe: mit Silberleitlack Verbindung herstellen oder SMD-Widerstand auf den Achsen anbringen.



Es gibt eine Vielzahl von Rückmeldebussen. Dabei ist zu beachten.

- Rückmeldebusse sind untereinander nicht kompatibel; im Gegensatz zu einem Lok- oder Schaltdecoder.
- Mit den meisten Zentralen/Steuerungssoftwareprodukten können jedoch mehrere Busse gleichzeitig genutzt werden.

Die richtige Wahl

Es gibt keine Empfehlung, welcher Bus der Richtige ist. Es gibt eine Vielzahl von Abhängigkeiten und ist für jede Anlage individuell. Wichtige Themen sind:

- Anzahl Melder bzw. Module
- Anlagengrösse (Positionierung)
- Kabellänge des Buses

Hinweis: Die Rückmeldemodule können auch zentral platziert werden. Es ist zu beachten, dass auch mehrere parallel geführte Rückmeldekabel ein Magnetfeld erzeugen und dies kann zu Störungen führen.

Der s88-Bus (aus technischer Sicht kein Bus) ist der bekannteste Bus. Ihn gibt es seit dem Einzug der Digitaltechnik für die Modellbahn vor 35 Jahren. Er hat einige Einschränkungen, trotzdem ist er noch weit verbreitet.

- Alle Rückmeldemodule werden laufend mit einer Schleife abgefragt. (deshalb kein Bus).
 - Je mehr Module eingesetzt werden, je langsamer wird er (Schleife grösser). 1 Sekunde Verzögerung bei der Modellbahn ist schon viel.
 - Kabellänge, je länger je problematischer
 - Nicht abgeschirmte Kabel sowie Magnetfelder von stromführenden Kabeln erzeugen Störungen.
 - Datengeschwindigkeit mit 2400 Baud
- **Auswirkung: "blinkende Melder"**

Hinweis: Falsche Belegtmeldungen sind für automatisierte Abläufe unbrauchbar.

Der s88 wurde weiterentwickelt und ist bei verschiedenen Systemen im Einsatz.

- Sehr bekannt ist Littfinski mit abgeschirmten Kabeln und dem Interface hsi-88. Wird bei einigen grossen Schauanlagen verwendet.
- s88N - "N" bedeutet: mit Netzkabeln, welche abgeschirmt sind. Zum Beispiel Kategorie cat 5, welche ausreicht.
- Die neuen Märklin Zentralen CS2/3 haben den CAN-Bus, welcher zum Link s88 genutzt wird. Er ist bis zu 100 Meter Distanz einsetzbar. Die Feinverteilung zu den aktuellen s88 ist mit Netzkabeln zu erledigen. Der Link s88 meldet nur noch die Veränderungen an die Zentrale. Beitrag im Märklin Magazin

https://www.maerklin.de/fileadmin/media/journal/maerklin-magazin/05-2019/CS3_Folge_7_8_9_10_zusammengefaegt-zusammengefaegt.pdf

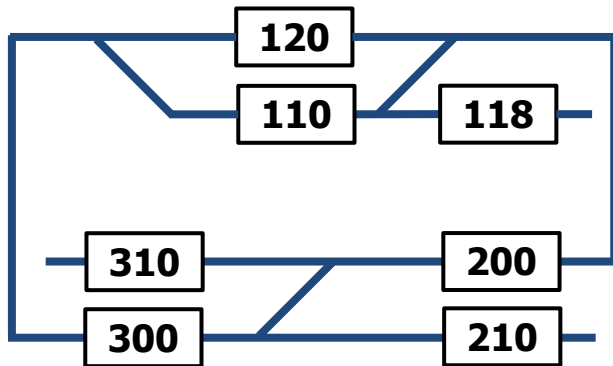
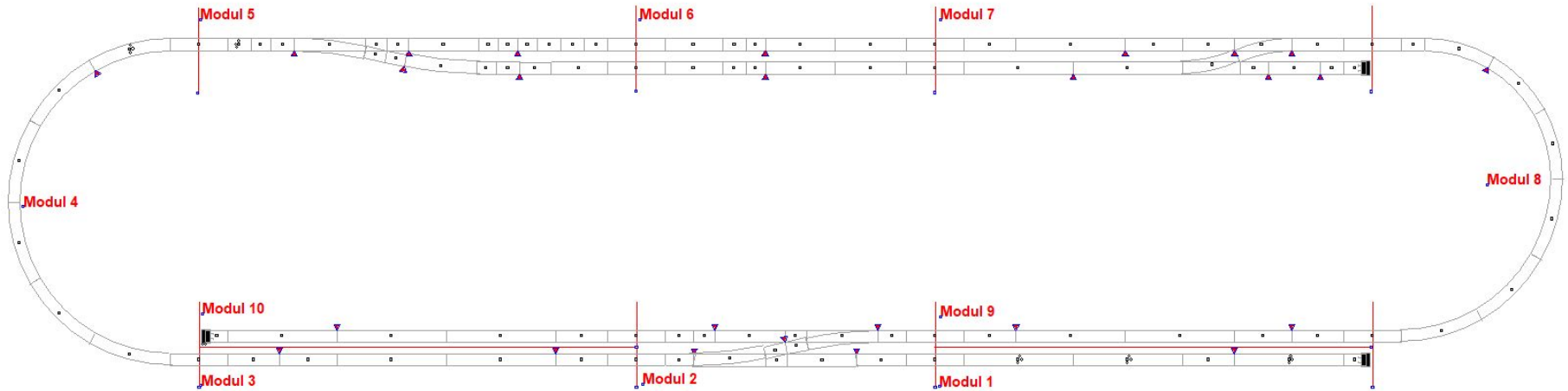
Lösung der persönlichen Anlage folgt mit einem Bericht in einer der nächsten DiMo Ausgaben. Lösung mit Link s88 für die langen Distanzen, Grund waren spürbare Verzögerungen bei der Rückmeldung.

Hinweis: s88 und s88N können kombiniert

Aus dem Gleisplan und dem Betriebskonzept wissen wir, wo die Züge anhalten sollen. Dieser Gleisabschnitt nennen wir nachfolgend Block. Dies entspricht nicht ganz dem Vorbild, weil wir auch die Bahnhofsgleise Block nennen.

Folgendes soll mit einem Block erreicht werden:

- Züge sollen im Block anhalten.
- Block ist idealerweise solange wie der längste Zug, ist jedoch nicht zwingend.
- Der Blockabschnitt ist in der Regel ohne Weichen.
- Ein Block hat mindestens einen Rückmelder, damit eine Besetzmeldung möglich ist.



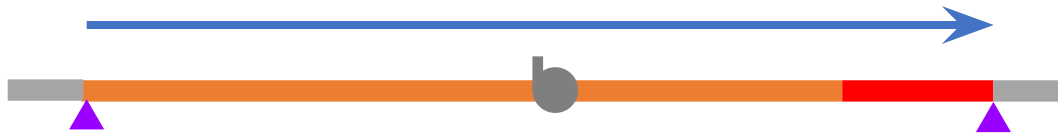
Auch das Abstellgleis 118 ist ein Block, weil dort eine Lok abgestellt werden kann. Jedoch nur erforderlich, wenn es automatisch erfolgen soll oder zumindest der Lokname mitgehen soll.

Info: Weitere Infos zur www.vsdm.ch/testanlage , welche im Bau ist.







Positionierung der Melder

Damit die Blöcke für die Zugsteuerung genutzt werden können, braucht es Melder. Die Anzahl der Melder ist sehr individuell. Je mehr Melder, je präziser kann angehalten werden.

Beispiel mit 1 physischen Melder



Legende

-  Trennstelle
-  Fahrtrichtung
-  Anschluss Rückmeldemodul
-  Haltemelder
-  Bremsmelder nach rechts
-  Bremsmelder nach links

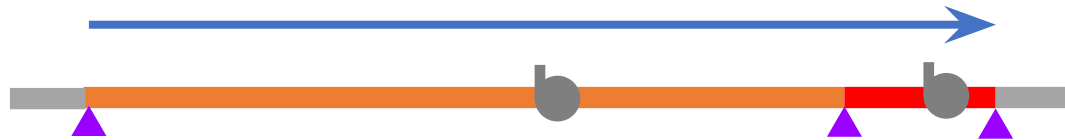
Sobald der Melder aktiv ist, wird die Bremsrampe berechnet. Der virtuelle Haltemelder wird nach einer zu bestimmenden Distanz ausgelöst.

Das Verhalten der Loks muss gut eingestellt sein, dies wird oft auch als "Einmessen" bezeichnet.

Die Software muss das Verhalten des Decoders kennen.







Positionierung der Melder

Beispiel mit 2 physischen Meldern

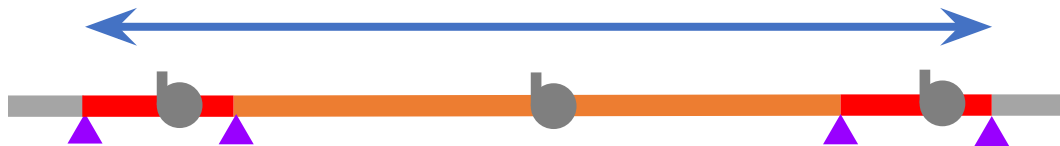


Der Haltemelder ist ebenfalls physisch, damit wird es präziser. Wenn der Haltemelder erreicht wird, wird sofort die Fahrstufe 0 ausgelöst.

Legende

-  Trennstelle
-  Fahrrichtung
-  Anschluss Rückmeldemodul
-  Haltemelder
-  Bremsmelder nach rechts
-  Bremsmelder nach links

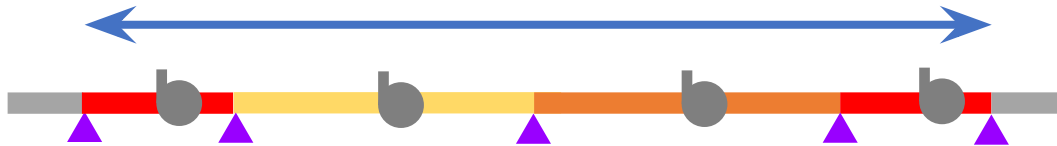
Beispiel mit 3 physischen Meldern



Der physische Haltemelder ist in beiden Fahrrichtungen enthalten.







Positionierung der Melder

Beispiel mit 4 physischen Meldern



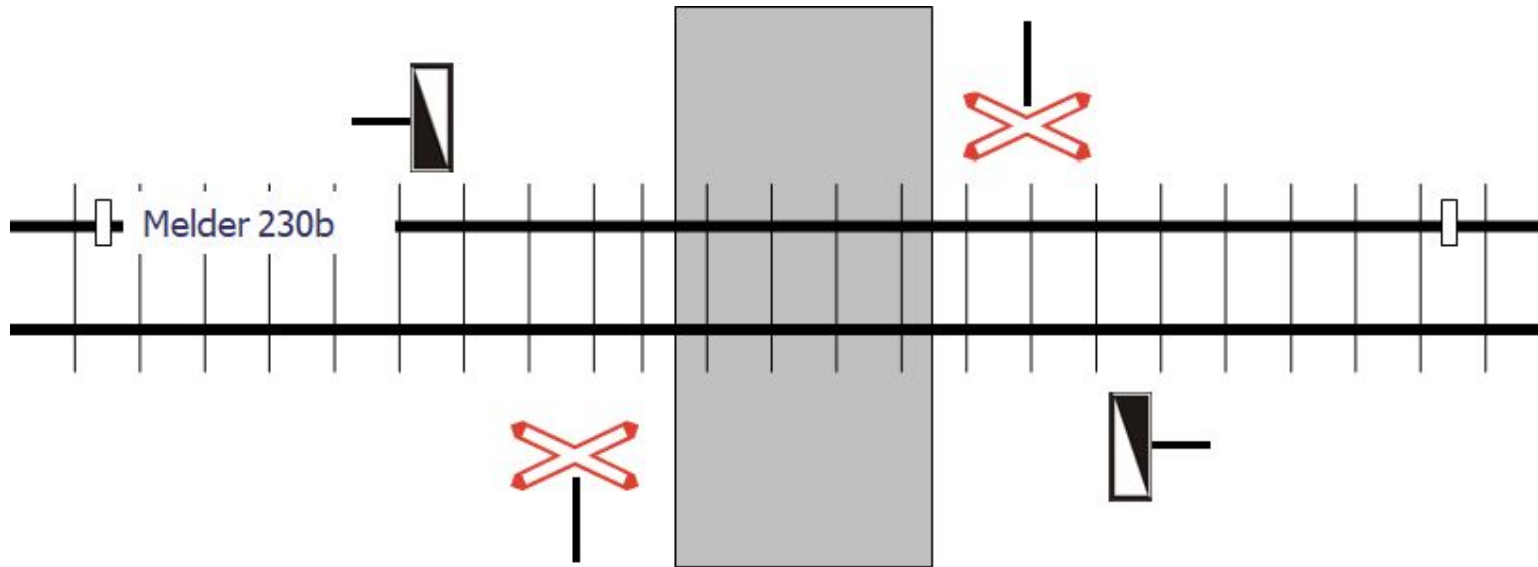
Auch die beiden Bremsmelder sind mit eigenen physischen Meldern ausgerüstet; zum Beispiel für lange Strecken.

Legende

-  Trennstelle
-  Fahrtrichtung
-  Anschluss Rückmeldemodul
-  Haltemelder
-  Bremsmelder nach rechts
-  Bremsmelder nach links

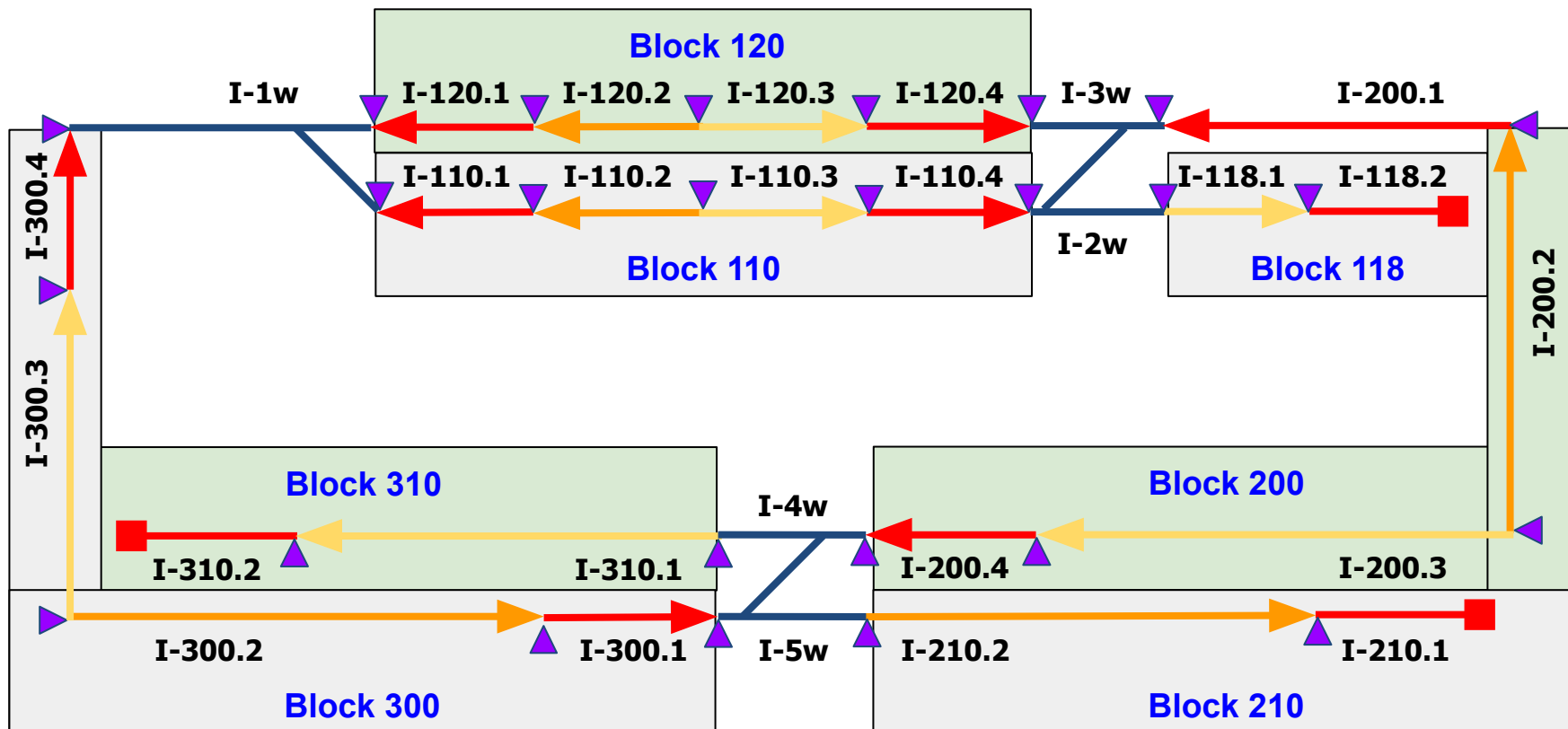
Es können noch mehr Melder positioniert werden. Zum Beispiel in einem Bahnhof, wo automatisch an- oder abgekuppelt wird.




Hinweis: Auch wenn Haltemelder vorhanden sind, kann mit den meisten Softwareprodukten das mittige Halten an einem Bahnhof erreicht werden. In diesem Fall wäre der Haltemelder für mittiges Anhalten nicht zwingend. Das Anhalten wird auf der Basis der Längenmessung (Gleis und Zug) errechnet.



Soll bei einem Bahnübergang ein Lok-Pfiff erfolgen, braucht es nicht zwingend einen physischen Melder. Es ist egal, ob die Distanz zwischen Belegtmeldung und der Pfiff-Stelle gross oder klein ist.

Sobald die Belegtmeldung erfolgt, kann ein virtueller Kontakt aktiviert werden. Dieser wird nach einer zu bestimmenden Zeit aktiv. Die allfällige Ungenauigkeit spielt keine grosse Rolle, da es nicht zentimetergenau sein muss.



-  Bremsbereich
-  Bremsbereich andere Fahrtrichtung
-  Haltebereich

Besten Dank für die Aufmerksamkeit

Viel Spass beim Planen und Verkabeln