



## Grundlagen der Analogtechnik

[Einleitung](#)  
[Der Stromkreis](#)  
[Die Stopweiche](#)  
[Stopweichen und Betriebssicherheit](#)  
[Die Zweidrahtschaltung](#)  
[Ein Beispiel](#)  
[Die Unterteilung in Abschnitte](#)  
[Die Z-Schaltung](#)  
[Die vereinfachte Z-Schaltung](#)  
[Mehrzugbetrieb noch einfacher](#)  
[Nachwort](#)

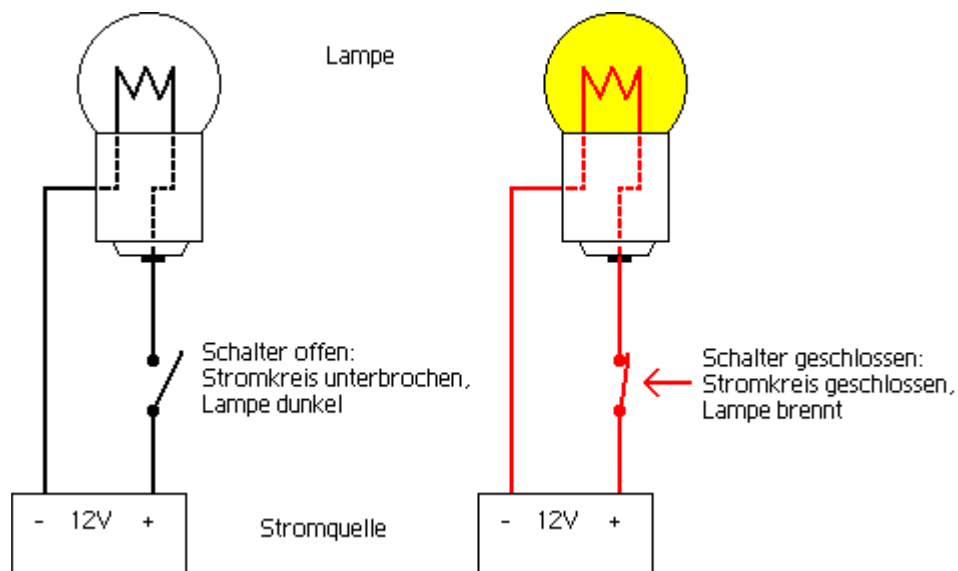
---

### Einleitung

Bei manchen Fragen im Forum von [1zu160.net](http://1zu160.net) habe ich oft den Eindruck, dass vielen Menschen heute die **grundlegenden Kenntnisse der Elektrotechnik** fehlen. Als ich ein kleiner Junge war, hatte ich einen Elektrobaukasten mit Lampe, Klingel, Schalter, Taster und Batterie. Diese Experimentierkästen sind weitgehend aus den Regalen verschwunden. Als Modellbahner sind wir jedoch angewiesen auf das Verständnis der elementaren Elektrotechnik.

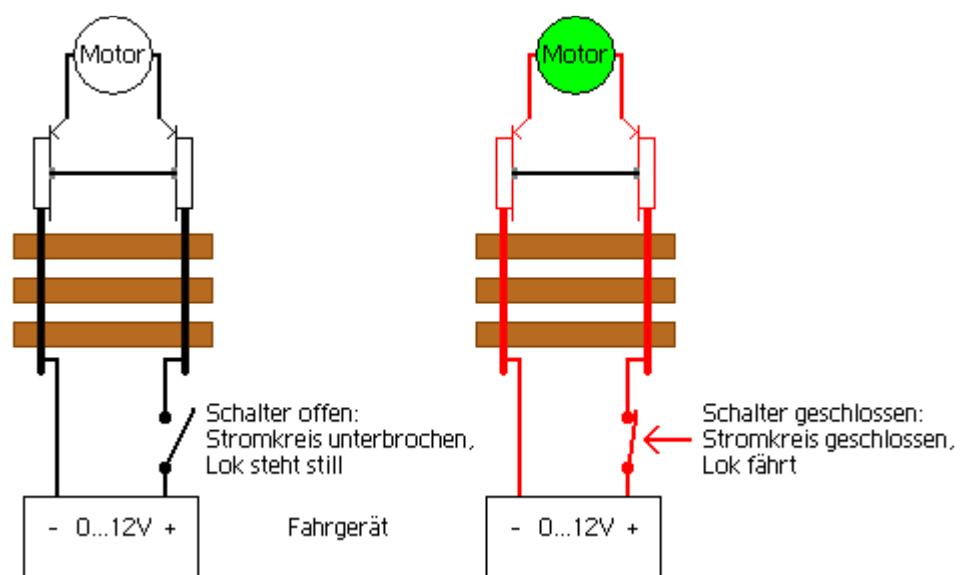
Diese Seite versucht, die Grundlagen der analogen Modellbahnsteuerung zu erklären. Ähnlich wie Alfred Bernschneiders Seite [Digital light](#) die Grundlagen der digitalen Modellbahnsteuerung erklärt.

### Der Stromkreis



Überall wo Strom fließt, haben wir es mit einem Stromkreis zu tun: Der elektrische Strom fließt von der Stromquelle durch den Draht (Hinleiter) und den Schalter zur Lampe (Verbraucher) und durch einen zweiten Draht (Rückleiter) wieder zurück zur Stromquelle.

**Nur wo der Stromkreis vollständig und geschlossen ist, fließt Strom.** Links ist der Schalter offen: Es fließt kein Strom, die Lampe bleibt dunkel. Rechts ist der Schalter geschlossen: Nun ist der Stromkreis vollständig. Es fließt Strom (mit roter Farbe angedeutet), die Lampe brennt.



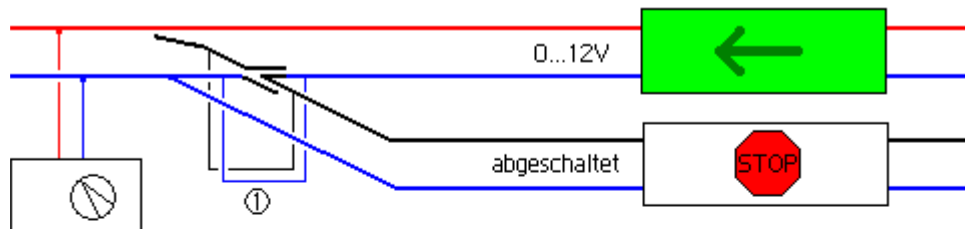
Bei der Modellbahn ist es genau gleich: Der Strom fließt vom Fahrgerät (Stromquelle) durch Draht und Schalter zu einer Schiene (Hinleiter) und über Rad und Radschleifer zum Motor (Verbraucher), dann über Radschleifer und Rad auf der anderen Seite zur anderen Schiene (Rückleiter) und zurück zum Fahrgerät. Damit eine Lok fährt, muss der Stromkreis geschlossen sein. Umgekehrt können wir eine Lok abstellen, indem wir sie auf ein abschaltbares Gleis fahren und dann den Schalter öffnen. Man spricht in diesem Zusammenhang von **Abschaltsteuerung**. Der Schalter kann wahlweise im Hinleiter oder im Rückleiter angebracht werden.

Bei Gleichstrombahnen wird die Fahrrichtung durch die Polarität im Gleis

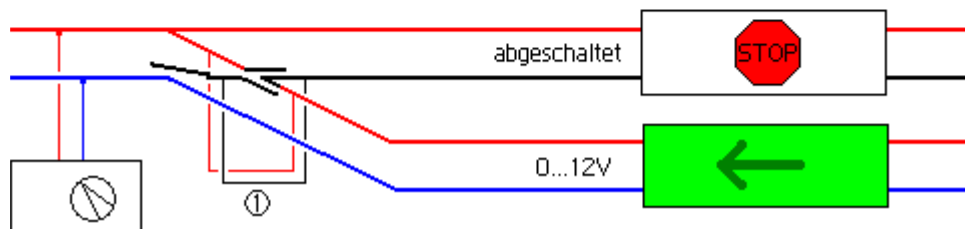
vorherbestimmt: Plus ist stets auf der in Fahrtrichtung rechten Schiene ([NEM 631](#)). Das bedeutet, dass der rote Draht nicht "Plus" bzw. der blaue Draht nicht "Minus" führt - **Plus oder Minus im Draht ändern je nach Fahrtrichtung!** Daher ist es nicht hilfreich, von "Plus-Schiene" und "Minus-Schiene" zu reden. Besser scheint mir "Nord-Schiene" und "Süd-Schiene". Die Südschiene ist die näher beim Betrachter liegende Schiene des Gleisstücks; die Nordschiene ist die weiter entfernt liegende Schiene des Gleisstücks. Diese Bezeichnungen korrespondieren mit den Himmelsrichtungen im Modulbau, wonach Süden immer die dem Betrachter zugewandte Seite ist - wie bei einer Landkarte.

## Die Stopweiche

Die analoge Modellbahn lebt davon, dass die gesamte Gleisanlage in viele verschiedene Abschnitte eingeteilt wird, die alle einzeln an- oder abgeschaltet werden können. Das tönt nach viel Aufwand... und ist es teilweise auch. Wir können uns das Leben erheblich erleichtern, wenn wir **Stopweichen** verwenden. Diese gibt es von Arnold, Fleischmann, Minitrix und Peco - mit oder ohne leitendes Herzstück.

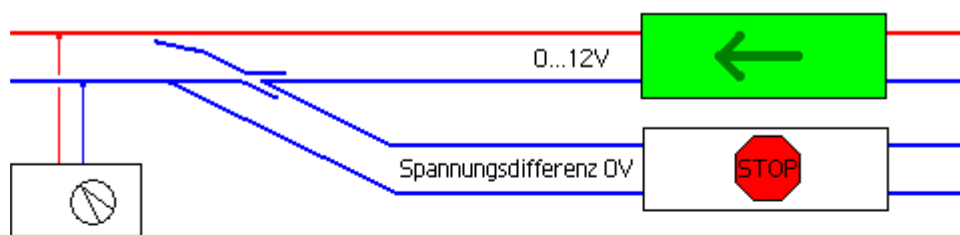


Stromführung bei Stopweichen



**Das Fahrgerät wird auf der "spitzen" Seite der Weiche angeschlossen**, also da, wo nur ein Gleis abgeht. Der Hinleiter (Nordschiene) ist hier rot dargestellt, der Rückleiter (Südschiene) blau. Spannungslose Gleisstücke sind schwarz. Die mit (1) bezeichneten Verbindungen von den Zungenschienen zu den Herzstückschienen sind bei allen Herstellern weichenintern verdrahtet.

Rechts im Bild erkennen wir gut, dass nur in demjenigen Zweiggleis Strom fließen kann, in das die Weiche gestellt ist. Im nicht eingestellten Zweiggleis ist die eine Schiene abgeschaltet - der Stromkreis ist unterbrochen, die Lok steht.



PECO Stopweichen mit leitendem Herzstück



Eine Besonderheit ist die **PECO Weiche mit leitendem Herzstück**: Das Herzstück ist mit den Herzstückschienen elektrisch verbunden. Das bedeutet, beide Herzstückschienen haben immer die gleiche Spannung (beide Plus oder beide Minus). Dieser Effekt tritt auch dann auf, wenn die Polarisierung des Herzstücks [umgebaut](#) wird.

Rechts im Bild erkennen wir gut, dass nur in demjenigen Zweiggleis Strom fließen kann, in das die Weiche gestellt ist. Im nicht eingestellten Zweiggleis führen beide Schienen das gleiche Potential - die Spannungsdifferenz ist 0V, die Lok steht.

## Stopweichen und Betriebssicherheit

Immer mal wieder hört man munkeln, Stopweichen seien wenig betriebssicher, weil der Fahrstrom nur über die Zungen geschaltet werde. Nun - an jedem Gerücht ist etwas Wahres dran. Ausschliesslich **gute Erfahrungen habe ich mit Arnold- und Peco-Weichen** gemacht. Die Arnold-Weichen haben einen "echten" Umschalter im Inneren der Weiche. Damit ist das Problem erledigt. Die Peco-Weichen haben die Peco-Feder, welche die Zungen satt an die Backenschiene drückt und einen sauberen Kontakt herstellt. Die anderen Fabrikate habe ich nie selbst ausprobiert.

Probleme kann es bei den Peco's geben, wenn die Weichenzungen oxidieren und dadurch der Übergangswiderstand steigt. Nach über 15 Jahren Einsatz konnte ich diesen Effekt bei meiner [Heimanlage](#) und bei [NTRAK](#) allerdings nur vereinzelt beobachten. Die Weichenzungen können bei Bedarf mit einem schmalen Stück Roco-Rubber [seitlich gereinigt](#) werden. Wer ganz sicher gehen will, kann die Herzstückpolarisierung der [Peco-Weichen umbauen](#). Bei Fleischmann, Minitrix (und Roco) kann eine bombensichere Stopweichenschaltung realisiert werden, indem ein kleines [Relais parallel zum Weichenantrieb](#) angeschlossen wird. Mit einem Umschaltkontakt des Relais wird dann zwischen den abgehenden Gleisen umgeschaltet.

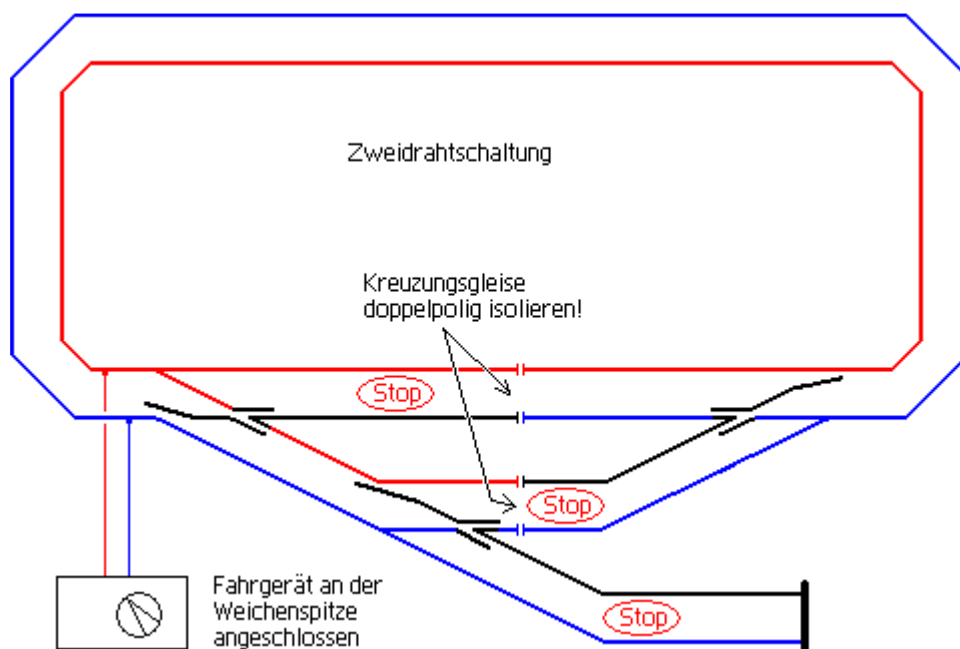
Fazit: Neue Weichen können problemlos als Stopweichen verwendet werden. Erst nach zehn und mehr Jahren habe ich vereinzelt ein Nachlassen der Stromübertragung beobachtet. Nachträgliche Abhilfe ist

möglich.

Der [Weichenumbau](#) ist eine feine, solide Sache. Zwingend notwendig ist er jedoch nicht. Eigentlich hast du die Wahl zwischen Mehraufwand beim Bauen der Anlage ([Weichenumbau](#)) oder Mehraufwand beim Unterhalt der Anlage ([Deoxidieren der Zungen](#)). Es führen durchaus beide Wege zum Ziel.

## Die Zweidrahtschaltung

Wenn nun die ganze Anlage mit Stopweichen gebaut wird, ist die analoge Verdrahtung sehr einfach. Im Prinzip brauchen wir lediglich zwei Drähte, mit welchen das Fahrgerät an die Gleise angeschlossen wird - fertig. Den Rest erledigen die Stopweichen! "Im Prinzip zwei Drähte" deshalb, weil es Ausnahmen gibt - das betrachten wir weiter unten. Betrachten wir nun das folgende Bild:

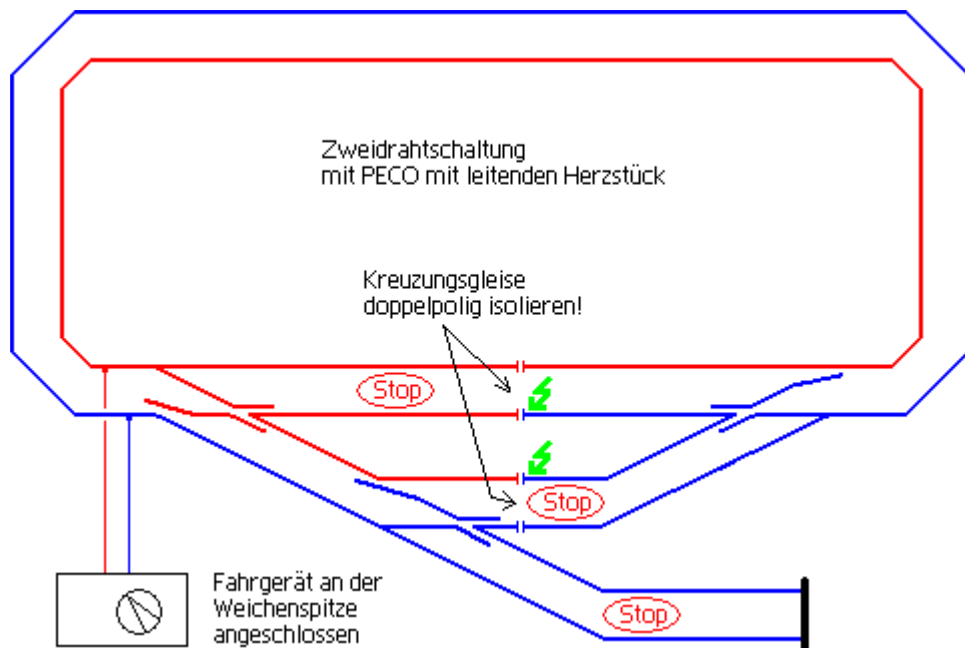


Es ist nichts anderes als die Stopweichen-Grundschialtung aus dem vorhergehenden Abschnitt. Hier gibt es einfach ein paar Weichen mehr. Wichtig ist: **Die Einspeisung muss immer von der Weichenspitze her erfolgen!** Der Fahrstrom wird durch die Weichenstrasse an das eine eingestellte Gleis weitergegeben.

Bei Ausweichgleisen erfolgt die Einspeisung von der Spitze der linken und gleichzeitig auch von der Spitze der rechten Weiche. Dadurch speist die linke Weiche die rechte Weiche von der "falschen" Seite und die rechte Weiche speist die linke Weiche von der "falschen" Seite. Deshalb **müssen Ausweichgleise in der Mitte isoliert werden!** Ohne die Trennstellen funktioniert die Stopweichenschaltung bei Ausweichgleisen nicht. In obigem Bild ist eine Fahrt vom mittleren Gleis nach links und im Uhrzeigersinn ringsum ins innere Gleis bis vor die linke Weiche eingestellt. Dort stoppt der Zug, weil die linke Weiche das Zielgleis der Fahrt spannungslos schaltet.

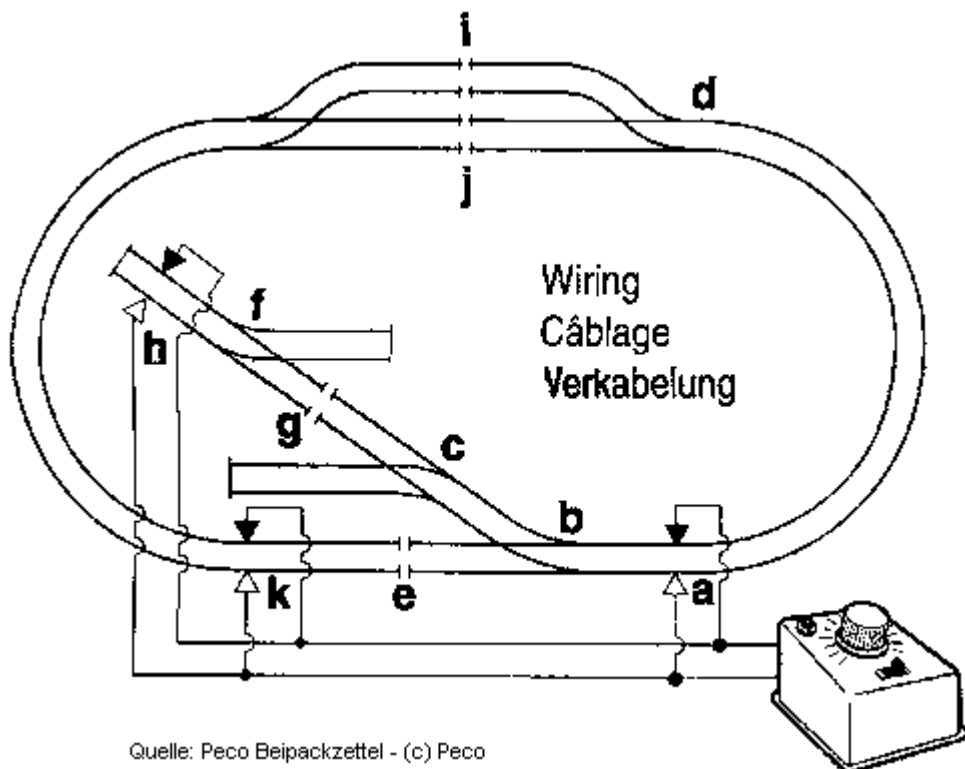
Bei einfachen Ausweichgleisen würde es genügen, wenn nur die herstückseitigen Schienen der beiden Ausweichgleise isoliert werden. Aber bereits wenn ein zusätzliches Abstellgleis hinzukommt, wie in

obigem Bild, genügt dies nicht mehr. Es ist deshalb eine gute Idee, die Gleise grundsätzlich **immer doppelpolig zu trennen**. Dann sind die Trennstellen ganz sicher am richtigen Ort. War mal eine Trennstelle wirklich unnötig, ist die Lücke im Stromkreis mit einer zusätzlichen Einspeisung schnell behoben.



Bei den PECO-Weichen mit leitendem Herzstück sind die Trennstellen im Ausweichgleis lebenswichtig. Dadurch, dass das nicht eingestellte Gleis auf beiden Schienen die gleiche Spannung führt, würde ohne Trennstellen beim Umstellen der ersten Weiche ein Kurzschluss entstehen (siehe die grünen Blitze im Bild). Durch die Trennstellen wird der Kurzschluss vermieden.

Wenn die Lok die Trennstelle überfährt, werden die Schienen vor und hinter der Trennstelle durch die Lokräder elektrisch verbunden. Solange sich die Lok auf der Trennstelle befindet, ist die Trennstelle also wirkungslos - **die Lok verursacht einen Kurzschluss beim Befahren der Trennstelle** sofern die vorausliegende Weiche falsch gestellt ist. Deshalb müssen bei Peco-Weichen mit leitendem Herzstück immer beide Weichen eines Ausweichgleises umgestellt werden (im Bild nicht dargestellt). Wird diese einfache Massnahme beachtet, ist die Zweidrahtschaltung auch bei Peco-Weichen mit leitendem Herzstück absolut zuverlässig, einfach und betriebssicher.



Der PECO Beipackzettel, der jeder PECO-Weiche beiliegt, zeigt die verschiedenen Anwendungsfälle schön auf, wenn auch das Deutsch von Peco verbesserungsfähig ist. Ich habe den Text vom Beipackzettel in "richtiges Deutsch" übersetzt:

"Der **Grundsatz** einer Anlagenverkabelung mit leitenden Herzstücken besteht darin, dass der Strom (a) stets an der Spitze einer Weiche (b) eingespiesen werden muss. Weitere Weichen (c,d) benötigen keine weitere Speisung, sofern ihre Spitzen auch zur Haupteinspeisung (a) zeigen.

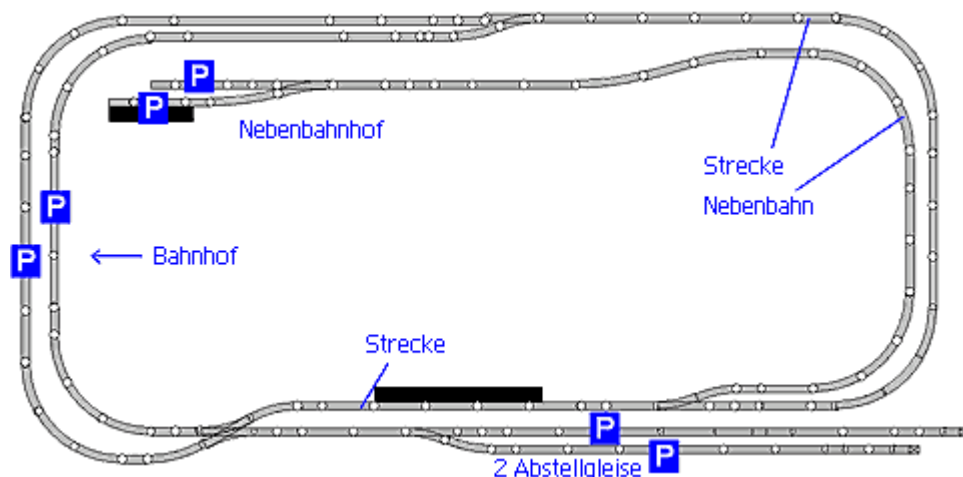
Bei einem **Oval** werden Isolierverbinder bei (e) eingesetzt, damit bei Weiche (b) in Rechtslage kein Kurzschluss entsteht.

Weichen, die in die **entgegengesetzte Richtung** wie bei (f) zeigen, benötigen Isolierverbinder zwischen sich selbst und den entgegengesetzten Weichen, wie bei (g) gezeigt. Es ist dann eine zusätzliche Einspeisung (h) erforderlich.

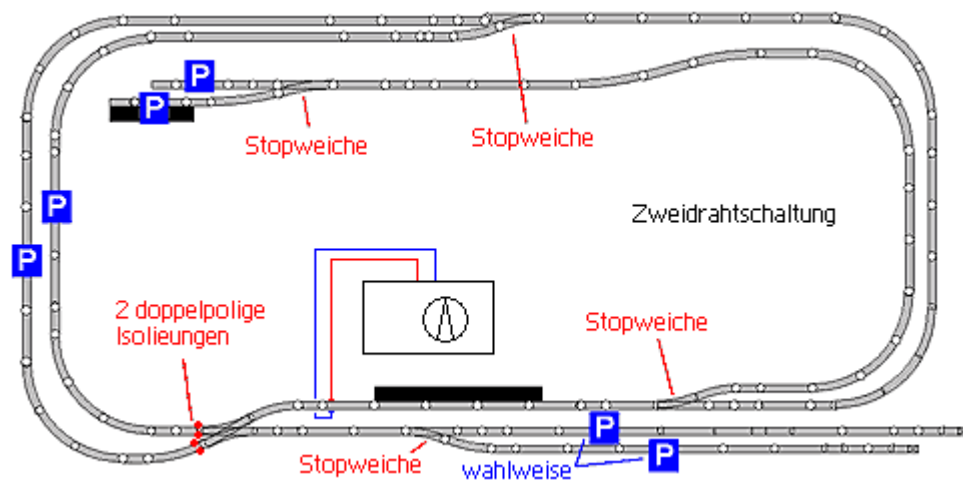
Bei **Ausweichgleisen** werden Isolierverbinder an den Stellen (i,j) angebracht, wobei eine zusätzliche Einspeisung (k) erforderlich wird."

## Ein Beispiel

Im Forum von [1zu160.net](http://www.1zu160.net) hat jemand diesen Gleisplan gezeigt und gefragt, wie der zu verkabeln sei. Der Gleisplan ist ein Oval mit abzweigender Nebenbahn - also sehr ähnlich zu John Allens berühmter "[Gorre & Daphetid Railroad](#)".



Als erstes habe ich die Stellen eingezeichnet, wo vom Gleisplan her die Züge abgestellt werden können. Dabei habe ich festgestellt, dass der Bahnhof aus dem Ausweichgleis auf der linken Seite besteht. Der Bahnsteig ist jedoch unten in der Mitte eingezeichnet, da wo ich "Strecke" eingetragen habe. Es gibt solche Situationen auch beim Vorbild: Haltepunkte auf freier Strecke. Bahnsteig und Bahnhof (Ausweichgleis) müssen nicht zwingend am gleichen Ort angeordnet sein. Der Ausgangspunkt für die Züge wird aber immer der Bahnhof (das Ausweichgleis) sein. Daher kann der Bahnsteig da, wo er eingezeichnet ist, immer nur eine Haltestelle irgendwo unterwegs sein. Man kann das so lassen, oder man kann den Bahnsteig nach links zum Ausweichgleis hin verschieben. An der Verkabelung ändert es nichts.



Und so wird's gemacht: Es werden ausschliesslich Stopweichen verwendet. Bei der DKW ist das aus technischen Gründen nicht möglich. Darum wurden die Trennstellen von der Mitte der Ausweichgleise ganz zur DKW hin verschoben. Die Fahrspannung in den beiden Ausweichgleisen wird nun durch die Weiche oben in der Mitte geschaltet. Sollen beide Bahnhofsgleise abgeschaltet werden, wird die Weiche unten rechts in Richtung Nebenbahn gestellt. Nun noch das Fahrgerät mit den beiden Drähten anschliessen - fertig!

Für diese **vollwertige Abschaltsteuerung** haben wir genau zwei Drähte und vier Isolierschienenverbinder benötigt!

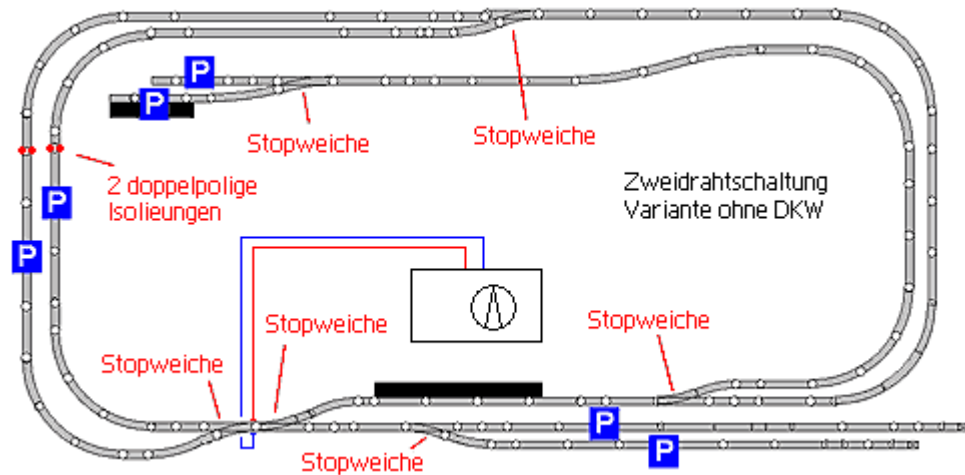
Mit dieser simpel einfachen Abschaltsteuerung können wir bereits bis zu fünf Züge betreiben. **Es kann immer nur ein Zug aufs Mal fahren.** (Mehr ist bei diesem Gleisplan wenig sinnvoll.) Die anderen Züge sind jeweils durch die Stopweichen stromlos abgestellt. Die Anzahl Züge ist



nur abhängig vom Gleisplan! Auch meine eigene Anlage [Seldwyla](#) betreibe ich seit 15 Jahren auf diese Weise. Ich habe genau zehn Drähte benötigt - vier in Seldwyla und sechs in Obertupfingen. Findest du heraus, wo sie angeschlossen wurden?

**Die analoge Zweidrahtschaltung ist gleich simpel wie die Zweidrahtschaltung bei Digitalbetrieb, braucht aber keine teuren Digitalkomponenten!**

Weichen schalten muss man auch bei Digitalbetrieb. Wenn wir mit den Stopweichen auch gleich den Fahrstrom schalten, sind wir mit der analogen Steuerung sogar schneller als bei "digital", weil wir uns nicht um das Eingeben von Lokadressen zu kümmern brauchen.



Die DKW ist "schuld", dass von den beiden Abstellgleisen (am unteren Bildrand) nur eines aufs Mal abgeschaltet werden kann. Das andere bekommt dauernd Fahrspannung von der DKW. Man kann also auf beiden Abstellgleisen nur eine einzige Lok abstellen. Wenn wir die DKW durch zwei Spitze an Spitze angeordnete Einzelweichen ersetzen, können beide Abstellgleise gleichzeitig abgeschaltet werden (siehe Bild "Variante ohne DKW"). Der Anschluss des Fahrgerätes erfolgt nun an den zusammengeführten Spitzen der beiden Einzelweichen.

## Die Unterteilung in Abschnitte

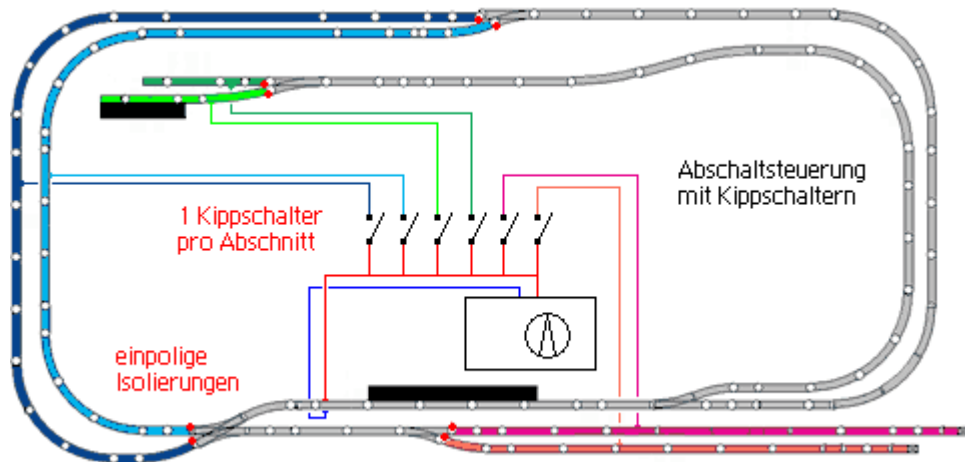
Wollen oder können wir keine Stopweichen verwenden, wird es aufwändiger. Wir müssen nun den ganzen Gleisplan in möglichst sinnvolle Abschnitte unterteilen. Jeder Abschnitt wird dann mit einem eigenen Schalter an- oder abgeschaltet.

Wie teilen wir nun die Anlage sinnvoll in Gleisabschnitte ein?

Dazu müssen wir uns bewusst werden, was eine Weiche eigentlich macht: Bei einer Weiche kann auf dem einen Gleis ein Zug fahren, während auf dem anderen Gleis ein Zug wartet. Da wo eine Weiche ist, wollen wir also immer Züge hinstellen können. Daher ist es eine gute Richtlinie, wenn wir **grundsätzlich am stumpfen Ende der Weiche die Schienen isolieren** (also da, wo die beiden Gleise abgehen).

Die Streckengleise (im Bild unten grau markiert) brauchen nicht abgeschaltet zu werden. Dort sparen wir uns die Schalter.

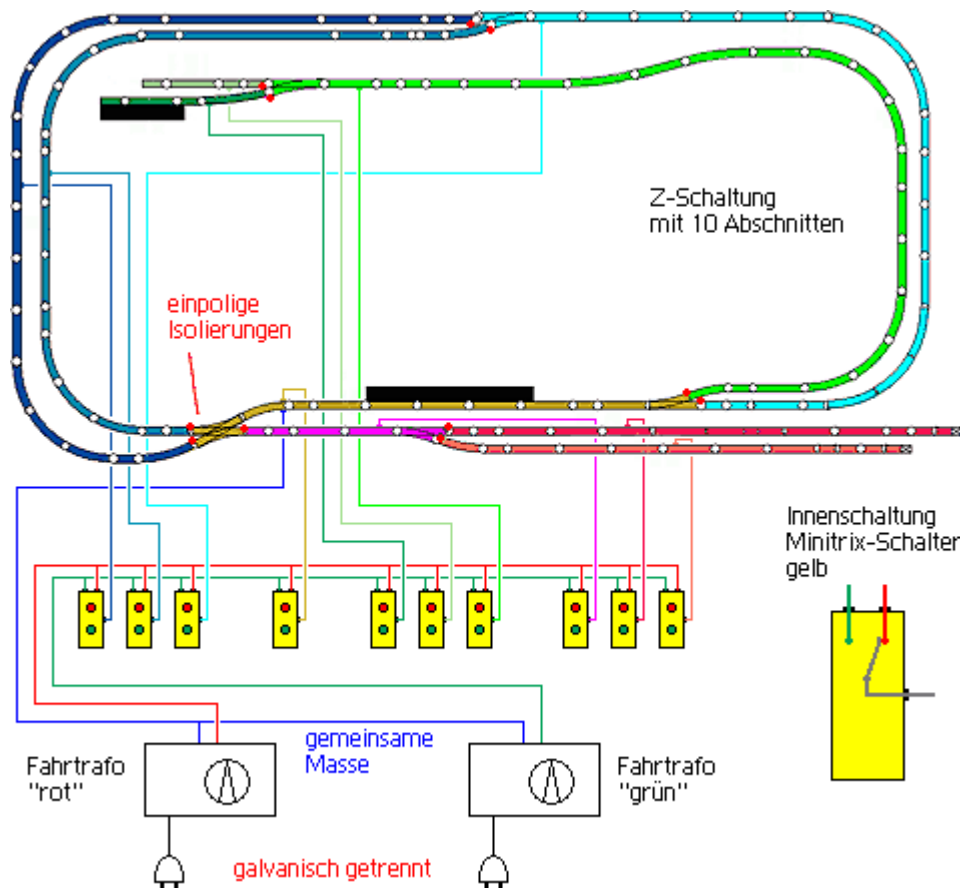
Es ist hilfreich, wenn wir konsequent auf der einen Schiene arbeiten (z.B. Nordschiene). Dann genügt es, wenn wir einseitig isolieren. (Ausnahme: Bei Peco Weichen mit leitendem Herzstück muss *immer* doppelpolig isoliert werden, damit der Kurzschluss vermieden wird - siehe oben.)



Nun wird jede der sechs "Parkiermöglichkeiten" über einen Kippschalter an das Fahrgerät angeschlossen. Die Streckengleise werden direkt (ohne Schalter) an das Fahrgerät angeschlossen, und fertig ist die Abschaltsteuerung. Das war auch schon alles. Wir können nun jedes Gleis individuell abschalten. Auch die Unterteilung eines Gleises in mehrere Abschnitte kann so realisiert werden.

## Die Z-Schaltung

Zur Z-Schaltung ist es jetzt nur noch ein kleiner Schritt. Statt Kippschalter "Ein-Aus" nehmen wir Umschalter. Die Streckengleise erhalten ebenfalls einen Umschalter. So kann **jeder Gleisabschnitt frei auf einen von zwei Fahrgeräten aufgeschaltet** werden. Nun können zwei Mitspieler unabhängig voneinander mit ihrem Zug fahren (vorausgesetzt das Gleis ist frei). Jeder Mitspieler kann dank der Z-Schaltung "seinen" Fahrstrom in jeden Gleisabschnitt mitnehmen.



Zur Abwechslung ist das Schaltschema für die gelben Minitrix-Schalter gezeichnet. Das eine Fahrgerät wird an die roten, das andere an die grünen Klemmen angeschlossen. An der seitlichen Schraube wird die Fahrspannung abgegriffen und zum Gleisabschnitt geführt. So kann auch jemand, der nicht lötten kann, eine Z-Schaltung aufbauen.

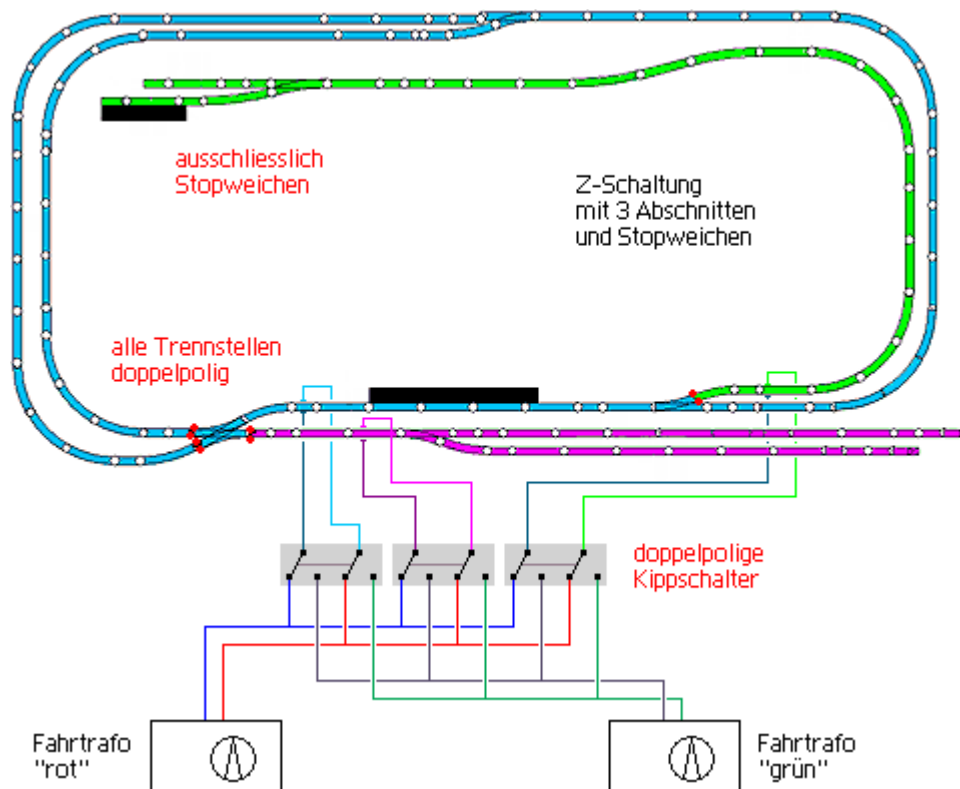
Die gelben Minitrix-Schalter sind einpolige Umschalter. Das bedeutet, dass wir nur einen Pol (im Bild die Nordschiene) schalten können. Die Isolierungen werden daher einpolig in der Nordschiene angebracht. Die Südschiene wird als gemeinsame Masse geführt. Der Rückleiter der beiden Fahrgeräte muss verbunden werden. **Die gemeinsame Masse funktioniert nur, wenn die beiden Fahrgeräte voneinander galvanisch getrennt sind!** Dies ist bei allen handelsüblichen Regeltrafos der Fall. Kennzeichen: Jedes Fahrgerät hat seinen eigenen Trafo für den Anschluss an 230V.

Werden **mehrere Fahrgeräte an einem einzigen Trafo** betrieben, führt der gemeinsame Rückleiter zu einem Kurzschluss zwischen den beiden Fahrgeräten. In diesem Fall muss die **Z-Schaltung doppelpolig** ausgeführt werden. Wir verwenden dann doppelpolige Umschalter mit Mittelstellung "Aus" aus dem Elektronikbedarf (siehe nächstes Bild).

Es soll nicht verschwiegen werden, dass die **Vielzahl der Schalter die Bedienung der Anlage aufwändig macht**. Sobald mehrere Mitspieler gleichzeitig auf der gleichen Anlage Betrieb machen wollen, müssen ständig die Z-Schalter betätigt werden. Hier liegt denn auch der Vorteil des Digitalbetriebs: Auch bei mehreren Mitspielern müssen keine Schalter betätigt werden. Das war der Hauptgrund, weshalb [Fremo](#) zum Digitalbetrieb gewechselt hat.

## Die vereinfachte Z-Schaltung

Geht es nicht ein bisschen einfacher? So irgendwie mit einem "mittleren" Aufwand? Ja, das geht.

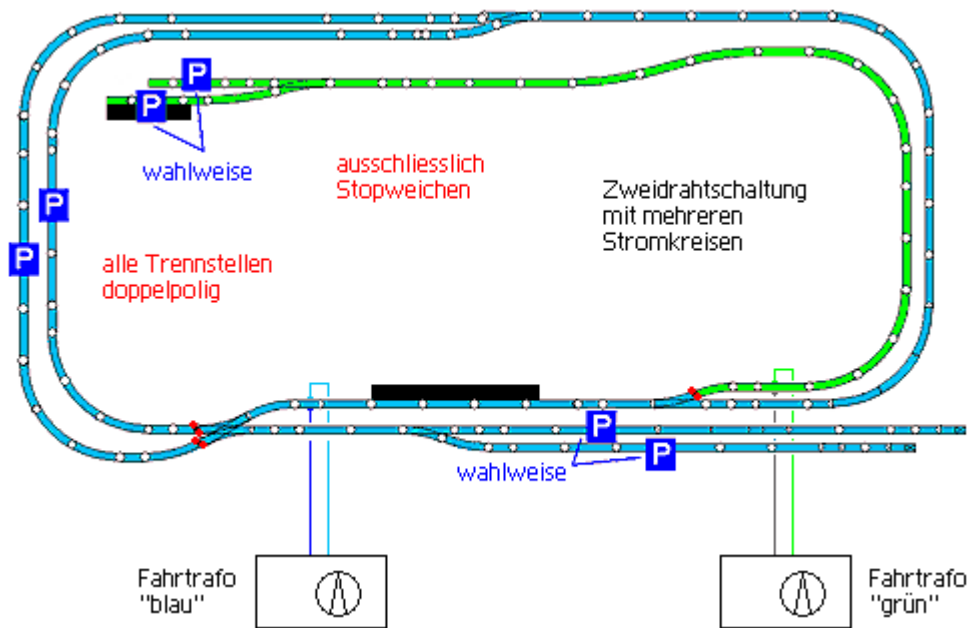


Man kann die Zweidrahtmethode und die Z-Schaltung auch kombinieren. Pro Bahnhof wird ein einziger Z-Abschnitt vorgesehen. Dieser wird dann nach der Zweidrahtmethode verdrahtet. Wegen der Stopweichen werden alle **Trennstellen doppelpolig** ausgeführt. Im Bild oben sind es drei Abschnitte: Das Oval mit dem Ausweichgleis, die Nebenstrecke und der Abstellbereich unten.

Es wird also **pro Bahnhof ein Z-Schalter** verwendet. So erhalten wir mit einem Minimum an Aufwand ein Maximum an Flexibilität. Dank der Kippschalter mit Mittelstellung "Aus" kann auch die Nebenbahn bzw. der Abstellbereich komplett abgeschaltet werden. Auf diese Weise habe ich auch meine [Heimanlage](#) verkabelt.

Hier ist die Z-Schaltung doppelpolig ausgeführt. Das bedeutet, Hin- und Rückleiter werden umgeschaltet. Wenn man ein wenig aufpasst, dass Hin- und Rückleiter nirgends vertauscht werden, ist das Erstellen dieser Schaltung völlig problemlos.

## Mehrzugbetrieb noch einfacher



Selbst wer überhaupt nichts am Hut hat mit Schaltern braucht auf Mehrzugbetrieb nicht zu verzichten: Wir unterteilen den Gleisplan in möglichst sinnvolle Speisebezirke (Stromkreise). Ziel ist, dass in jedem Speisebezirk ein Zug fahren kann. Im Bild sind dies das Oval (blau) und die Nebenbahn (grün). **Jeder der Speisebezirke wird an je ein eigenes Fahrgerät angeschlossen** - Fertig. Die Abschaltung der Gleisabschnitte erfolgt auch hier mit der Zweidrahtmethode.

Dies ist die gute alte Schaltung mit mehreren Stromkreisen, die in vielen Gleisplanbüchern verwendet wird.

Ein Zug kann auf der Nebenbahn fahren, während ein anderer auf dem Oval seine Kreise zieht. Wenn nun der Nebenbahnzug in den Bahnhof auf dem blauen Oval fahren soll, darf auf dem Oval kein anderer Zug fahren - alle Züge müssen abgestellt werden. Nun werden beide Fahrgeräte gleichzeitig in die gleiche Richtung gedreht, so dass auf beiden Seiten der Trennstelle zwischen Blau und Grün die gleiche Fahrspannung eingestellt ist. Dann kann der Nebenbahnzug die Trennstelle problemlos überfahren und gelangt vom grünen in den blauen Stromkreis.

Auf diese Weise lassen sich auch **Gleisdreiecke** und versteckte **Kehrschleifen** elegant beherrschen, wenn die Stromkreisgrenze mitten durch das Gleisdreieck oder die Kehrschleife geht.

## Nachwort

Dies sind die Grundlagen der analogen Modellbahntechnik. Alle vorgestellten Schaltungen lösen die eingangs gestellte Aufgabe: Die verschiedenen Gleise abschaltbar zu machen (Abschaltsteuerung), damit ein vielfältiger Zugbetrieb stattfinden kann. Die Schaltungen lösen die Aufgabe jedoch mit unterschiedlichem Aufwand.

Auch [kompliziertere Steuerungen](#) lassen sich auf diese einfachen Grundkonzepte zurückführen. Und selbst die digitale Modellbahn baut auf diesen Grundlagen auf - beispielsweise im Zusammenhang mit Weichen mit leitendem Herzstück oder bei der Einteilung der Boosterbezirke.

Vielleicht hat man es gemerkt: Ich mag die Zweidrahtschaltung mit Stopweichen. Sie ist einfach im Aufbau und in der Bedienung und dennoch sehr leistungsfähig.

Zusammenfassend könnte man sagen:

**Einfache Aufgaben = einfacher Aufwand**

**Komplexe Aufgaben = komplexer Aufwand**

wobei dies gleichermassen für Analog und Digital gilt.

Die einfachen Lösungen haben im Hinblick auf Murphys Gesetz zweifellos ihre Berechtigung: Alles, was nicht da ist, kann auch nicht kaputt gehen... ;-)

---

[nach oben](#)

[Home](#) | [Meine Anlage](#) | [Technik](#) | [Führerstandfahrt](#) | [Gleispläne](#) | [Links](#) | [Sitemap](#)

[Technik](#): | [Fahrzeuge](#) | [Landschaft](#) | [Fahrstrom](#) | [Weichen](#) | [Signale](#) | [Verschiedenes](#)

[Fahrstrom](#): | [Grundlagen](#) | [Handregler](#) | [PWM-Fahrpulte](#) | [A-B-Matic](#) | [Kehrschleife](#) | [Z-Schaltung](#) | [Fahrstromlenkung](#) | [Komplexer Bahnhof](#) | [Polaritätsanzeige](#) | [Verdrahtung](#)

(c) 1998-2011 Felix Geering, Schweiz - [Kontakt](#)

Manche Rechte vorbehalten. Der Inhalt dieser Seite ist, wo nicht anders angegeben, unter einer [Creative Commons Lizenz](#) lizenziert.

