

Elektrik - Grundlagen

Elektrik / Elektronik Grundlagen

Da offenbar für viele Modellbahner bereits Basics der Elektrik ein Herausforderung sind und es manchmal schon Verständnisprobleme in Sachen Gleich- Wechsel- und „Digitalstrom“ gibt, möchten wir in dieser Ausgabe auf diese Themen eingehen.

Wir möchten hier auf eher triviale Dinge sowohl im analogen, als auch im digitalen Bereich eingehen.

Bei analog betriebenen Modellbahnen wird zwischen Wechselstrombetriebenen und Gleichstrombetriebenen unterschieden.

Womit wir schon beim ersten Thema sind - was ist Wechselstrom (AC), was ist Gleichstrom (DC).

Zuerst einmal sollte bewusst sein, wie Strom überhaupt erzeugt wird - nein, der kommt nicht „einfach“ aus der Steckdose ... damit er dort auch rauskommt, muss er zuerst einmal hingelangen.

Strom wird durch Induktion erzeugt. Ein Leiter bewegt sich durch ein Magnetfeld.

Wenn man z.B. einen Gleichstrommotor mit der Hand dreht, wird durch die Bewegung des Motorankers im feststehenden Magnetfeld Strom induziert – an den Anschlüssen kann nun eine Gleichspannung gemessen werden. Wechselstromgeneratoren – z.B. die Lichtmaschine eines Autos – wird mit einem Drehstromgenerator erzeugt (stark vereinfacht werden unterschiedlich ausgerichtet Magnete in einer Spule mit mehreren Ausgängen gedreht – somit entsteht ein Mehrphasenwech-

selstrom).

In unser Hausnetz wird so ein Mehrphasenwechselstrom (konkret 3 Phasen) eingespeist. Im Sicherungskasten selbst werden nun diese 3 Phasen auf die unterschiedlichen Verbrauchszweige aufgeteilt. Aus der Steckdose kommt somit meist ein Einphasenwechselstrom.

NUR Wechselstrom kann dann auch transformiert werden – sowohl hinauf (z.B. bei Röhrenfernsehern wird mit dem „Zeilentrafo“ die Hochspannung für die Bildröhre erzeugt), als auch hinunter (z.B. mit dem „Eisenbahntrafo“ von 250 Volt auf 16 Volt).

Um nun Gleichstrom zu bekommen muss dieser (transformierte) Wechselstrom gleichgerichtet werden. Dies erfolgt über einen Gleichrichter.

Gleichstrom kann auch gespeichert werden – in Batterien, Akkus, oder Kondensatoren.

Wechselstrom hingegen nicht – es gibt also keine „Wechselstrombatterie“ ...

„Digitalstrom“ gibt es im Grunde nicht – es handelt sich im Gegensatz zu Wechselstrom, der eine Sinuskurve darstellt, um ein Rechtecksignal mit positivem und negativem Anteil. Natürlich kann auch aus dem „Digitalstrom“ normaler Gleichstrom durch Gleichrichten gewonnen werden.

Mit einem entsprechenden Messgerät (Multimeter) kann man Wechsel- und Gleichstrom messen – nicht jedoch „Digitalstrom“. Handelsübliche Multimeter gehen im Wechselspannungsmodus (AC) davon aus, dass die

Kurvenform sinusförmig ist und 50—60 Hz hat. Wenn man solche Messgeräte mit einem rechteckigen Signal (10-15kHz) versorgt, wird üblicherweise ein zu hoher Spannungswert angezeigt. Der Fehler beträgt etwa Faktor 1,414 ($\sqrt{2}$). Um einfach den daraus zu gewinnenden Gleichstrom zu messen, genügt es aber, dies im DC Modus über einen Gleichrichter zu machen.

Wir wissen also:

Es gibt Gleichstrom (DC = Direct Current), Wechselstrom (AC = Alternate Current) und „Digitalstrom“ (hochfrequentes Rechtecksignal), Da gibt es mehrere Digitalformate – das wohl Bekannteste ist das DCC Format.

Wechselstrom kann transformiert werden, Gleichstrom gespeichert – es gibt übrigens keinen Gleichstromtrafo und keine Wechselstrombatterie ... niemals nie nicht!

ACHTUNG!

Beim Parallelschalten von Trafos am Wechselstromausgang muss unbedingt auf Phasenrichtigkeit geachtet werden – sonst kommt es zu einem Kurzschluss!

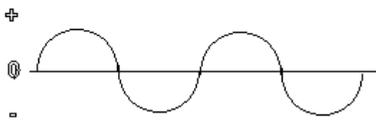
Es besteht übrigens an der Primärseite (also am Stecker, der normalerweise in der Steckdose steckt) LEBENSGEFAHR! Die Spannung von 220 Volt wird vom einen Trafo auf z.B. 16 Volt herunter transformiert. Der zweite Trafo, der mit dem 16Volt Ausgang parallel des 1. Trafo geschaltet ist, transformiert nun Spannung und am Eingang (also am Stecker) liegen wieder 220Volt an!

Elektrik - Grundlagen

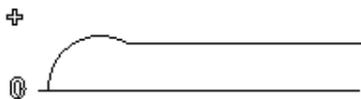
Das betrifft im Grunde alle Trafos – denn auch die Modellbahntrafos, die für die Loks Gleichstrom bereitstellen, haben einen „Lichtstrom-Ausgang“ (z.B. zum Schalten von Weichen und sonstigen Verbrauchern)!

Sollten also aus welchen Gründen auch immer Trafos zur Leistungserhöhung wechselstromseitig parallel geschaltet werden, so ist dies IMMER sowohl am Ausgang und am Eingang gleichermaßen zu machen – am Besten beidseitig untrennbar.

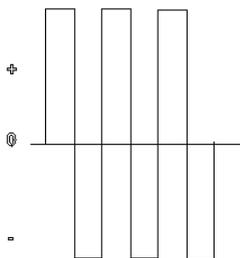
Sinus (Wechselstrom)



Gleichgerichteter und geglätteter Wechselstrom



Rechtecksignal (DCC-Digital)



„Strom“ hat zwei bekannte Größen: Ampere (Stromstärke) und Volt (Spannung). Die bei Trafos oft angegebenen VA (VoltAmpere) sind die Leistung (früher als Watt bezeichnet).

Die Leistung (VA) errechnet sich also Volt x Ampere – ein Trafo mit 24 Volt und 200VA hat daher 8,3A ($VA / Volt = A$).

Bei Digitalsystemen wird oft davon gesprochen, dass die Zentrale / Booster 5A, bei 24 Volt „kann“. Es ist nun also wichtig, dass der Trafo nicht mehr als die 24 Volt Spannung liefert, er darf aber sehr wohl mehr als die 5A können – weniger ist suboptimal, weil sonst die Leistung der Zentrale / Booster nicht ausgeschöpft werden kann. Mehr geht immer. Ich rate eher zu etwas Reserve (z.B. 6A), damit die Spannung am Trafo bei voller Leistungsaufnahme nicht einbricht.

Natürlich gilt das auch für analoge Handregler. An einem Trafo wie oben beschrieben, können daher z.B. drei Handregler angeschlossen werden, die jeweils bis 2A Leistung bei 0-24 Volt liefern können.

Da kommen wir auch gleich zum Thema Schienenspannung.

Bei H0 ist es im Analogbetrieb üblich bis max. 16 Volt anzulegen. Typisch wären 14 Volt. Bei Digitalbetrieb werden oft 18 Volt angelegt. Was den Nachteil hat, dass z.B. sämtliche Lampen in den Fahrzeugen ausgetauscht werden müssen, weil diese für max. 14 Volt ausgelegt sind. Sie werden zwar nicht gleich durchbrennen, aber die Lebensdauer sinkt drastisch und sie entwickeln vor allem eine

sehr hohe Temperatur, die diverse Kunststoffteile zum Schmelzen bringen! Auch bei den Rauchgeneratoren ist Überspannung eher lebensdauerverkürzend. Es werden mit einer höheren Spannung weder die Fahrzeuge „besser“ fahren, noch wird es bei verschmutzten Gleisen weniger Kontaktprobleme geben, oder die Raumentwicklung der Dampfgeneratoren drastisch verbessern.

Gibt es Fahrzeuge, die zu langsam sind, sollte man eher daran denken, den Motor, oder das Getriebe zu ändern, als die Schienenspannung zu erhöhen!

Den eventuell vorhandenen Spannungsabfall durch Übergangswiderstände an den Schienenstößen umgeht man nicht durch eine höhere Spannung, sondern durch mehrere Einspeisepunkte, und/oder durch Verlöten der Schienen.

Bei Gartenbahnen liegt der Fall nicht grundlegend anders. Es wird hier zwar historisch bedingt mit bis zu 24 Volt gefahren – es genügen aber durchaus auch 20Volt (die europäischen Sicherheitsvorschriften erlauben maximal 22Volt). Auch hier sind mehrere Einspeisepunkte kontakt-verbessernd und natürlich geeignete Schienenverbinder – mit Lötten wird es da schon schwierig (nicht unmöglich), daher werden oft Schraubverbinder eingesetzt.

Eines ist jedoch nachweisbar: Ein Fahrzeug wird auf den gleichen Gleisen im Analogbetrieb bei langsamer Fahrt öfter Kontaktprobleme haben, als im Digitalbetrieb. Was einfach

Elektrik - Grundlagen

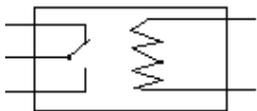
daran liegt, dass analog meist mit einer linearen Spannung gearbeitet wird. Um das Fahrzeug also langsamer fahren zu lassen, wird eben z.B. auf 5 Volt geregelt. Dass eventuelle Kontaktprobleme durch Übergangswiderstände sich da stärker auswirken, als bei einer konstanten Spannung von z.B. 14, oder gar 24 Volt, ist klar. Auch wird der Motor bei nur 5 Volt nicht die gleiche Kraft haben, als bei einer gepulsten Spannung mit 24 Volt Impulsen (PWM -> Pulsweitenmodulation). Die Kraft des Motors (Drehmagnet) hängt von dessen Strom der fließt ab. Die Drehzahl von der zugeführten Leistung.

Darüber hinaus ist es heute üblich digital gesteuerte Fahrzeuge mit einem „Strompuffer“ zu bestücken, der eventuell auftretende Kontaktunterbrechungen im Fahrzeug selbst ausgleicht – man spricht hier auch von einer „elektronischen Schwungmasse“.

Im Analogbetrieb wird dies meist mit einer mechanischen Lösung – eben einer echten Schwungmasse – erfolgreich erreicht.

Elektromechanische Bauteile

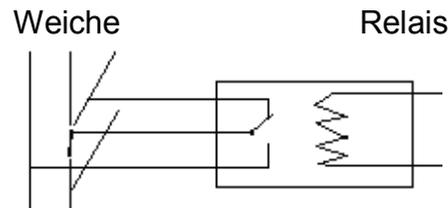
Der bekannteste elektromechanische Bauteil ist das Relais.



Es wird verwendet, um z.B. mit einem gerin-

gen Schaltstrom große Ströme/Spannungen potentialfrei zu schalten. Bei Wechselstrombahnen (Märklin) wurde es früher zur Fahrtrichtungsumschaltung benutzt – heute wird dies auch schon mit einer elektronischen Schaltung bewerkstelligt.

Man benutzt es weiters z.B. zur Polarisation von Weichenherzstücken, zum Umschalten der Polarität in Kehrschleifen, oder zum ferngesteuerten Abschalten in Abstellgleisen uvm.



Elektronische Bauteile

Um einigermaßen die Funktionsweise und das Einsatzgebiet einfacher elektronischer Bauteile zu verstehen, ist natürlich das Verständnis für die Elektrik grundlegend wichtig. Wir hoffen mit den vorangegangenen Kapiteln nun etwas Klarheit geschaffen zu haben.

Widmen wir uns nun also einigen elektronischen Bauteilen, die heute fast schon unverzichtbar sind.

Die Diode:

Das elektronischen Zeichen in einem Schaltplan für eine Diode sieht so aus:



Man kann erkennen, dass die Diode eine Polarität (+/-) hat.

Die Diode ist am ehesten mit einem Ventil vergleichbar. Sie lässt Strom nur in eine Richtung (Flussrichtung – in „Pfeilrichtung“) durch und sperrt in die andere Richtung. In dem Fall „fließt“ der Strom von + nach – (ja ich weiß, dass dies physikalisch falsch ist, aber wir wollen die Sache jetzt nicht verkomplizieren).

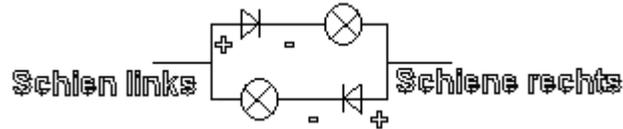
Wird Wechselstrom über eine Diode geleitet, entsteht eine positive oder negative „Halbwelle“. Früher wurden oft „Halbwellensteuerungen“ eingesetzt, die ein viel weiches Fahren der Modelle ermöglichen.

Eine einfache Mehrzugsteuerung konnte man sich z.B. mit den Märklin Modellbahnen und Dioden bauen. Vom Mittelschleifer wurde eine Diode in die Zuleitung eingeschliffen. Einmal mit Flussrichtung zum Motor, einmal entgegengesetzt zum Mittelschleifer. Dann wurden zwei Trafos mit jeweils ebenso einer Diode (auch mit unterschiedlicher Flussrichtung in EINER der Zuleitungen) angeschlossen und schon konnten zwei Loks unabhängig von einander (aber nur halb so schnell) gesteuert werden. Das man dabei am Trafоеingang auf Phasenrichtigkeit achten musste, weil es sonst einen Kurzschluss oder Schlimmeres gab, erwähne ich jetzt nicht extra.

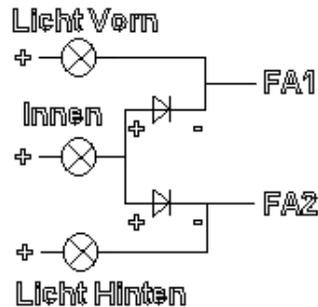
Dioden werden bei Gleichstrombahnen auch zur Steuerung des Lichtwechsels verwendet. Je nachdem ob die Lok vorwärts, oder rückwärts fährt, liegt der Gleichstrom entweder +/-

Elektrik - Grundlagen

oder +/- am Gleis und wird von der im Fahrzeug eingebauten Dioden(n) so an die Lampen geführt, dass je nach Fahrtrichtung die „richtige“ leuchtet.

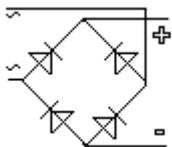


Bei Digitalbetrieb ist dieses Verfahren nicht mehr nötig. Dennoch werden hier Dioden teilweise zum Entkoppeln von Schaltausgängen verwendet.



In dieser Zeichnung leuchtet die mittlere Lampe immer, egal ob nun FA1, FA2, oder beide aktiv sind

Ein weiterer Bauteil, der auf Dioden basiert, ist der **Grätz-Gleichrichter**:



Man kann erkennen, dass dieser auch aus vier Dioden selbst gebaut werden kann. Links wird Wechselstrom (~) eingespeist, rechts kommt Gleichstrom (+/-) heraus. Gleichrichter können auch als Verpolungsschutz verwendet werden.

Ein weiterer, sehr oft eingesetzter Bauteil ist die **LED**



Je nach Type sind Spannung und Strom unterschiedlich. Obwohl nun rote (1,5V), grüne (2V) und gelbe (2V) LEDs unterschiedliche Spannungen benötigen, kann man als Faustregel mit ca 1,6 Volt bei 15-20mA annehmen.

Weißer LEDs benötigen meist 3Volt bei 1—30mA (je nach Type).

Achtung – die genauen Werte erfährt man im jeweiligen Datenblatt!

Soll nun so eine LED an z.B. 24 Volt Schienenspannung betrieben werden, ist eine Strombegrenzung nötig. Die einfachste Form ist ein **Widerstand**



Die Werte werden in OHM angegeben. Um nun den richtigen Vorwiderstand zur Strombegrenzung auszurechnen, benutzt man diese Formel:
 $R = U / I$ (R= Widerstand, U = Spannung , I =

Strom)

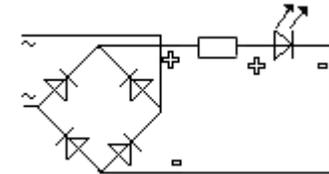
Für die LED daher:

Widerstand = Volt – LEDSpannung / LEDStrom

Also:

$(24 - 1,6) / 20 = 1,12 = 1K1$ -> also ein Widerstand mit 1,1 Kilo-Ohm (oder mit einem Wert möglichst nahe dem Errechneten – besser etwas höher)

Vorteilhaft ist es, die LED über einen Gleichrichter zu versorgen, damit sie unabhängig der Polarität immer leuchtet – derartiges wird gerne bei Wagenbeleuchtungen eingesetzt.



Für eine Waggonbeleuchtung werden allerdings mehr als nur eine LED verwendet. Im beschriebenen Fall (für eine Beleuchtung bei Digitalbetrieb und einer konstanten Spannung von 24 Volt), kann man bis zu 15 gelbe LEDs, oder bis zu 8 weiße LEDs in Serie schalten. Der Vorwiderstand errechnet sich wie beschrieben, wobei $15 * 1,6 = 24$ ergibt. $24 - 24 = 0$... daher kann man auch keinen Vorwiderstand errechnen. In diesem Fall wäre z.B. 10Ohm als Strombegrenzung ausreichend.

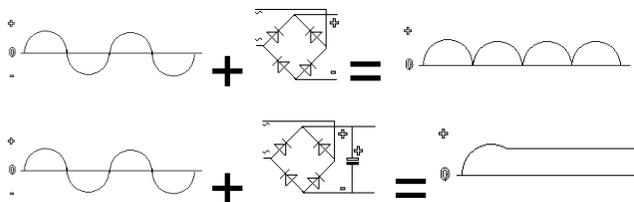
Elektrik - Grundlagen

Mit dem Elektrolytkondensator – kurz **Elko** – sind wir fast schon am Ende der von Modellbahnern am häufigsten eingesetzten elektronischen Bauteile.

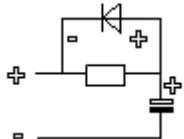


Wir können am Schaltbild erkennen, dass auch dieser Bauteil eine Polarität besitzt. Der Elko darf nur polrichtig angeschlossen werden, sonst wird er diesen Fehler u.U. mit einer Explosion quittieren. Der Elko hat auch immer eine Spannungsangabe, auf die peinlich genau zu achten ist!

Verwendung findet der Elektrolytkondensator z.B. zur Glättung von gleichgerichtetem Wechselstrom, oder zur kurzzeitigen Pufferung bei Stromunterbrechungen.



Elko als **Spannungspuffer** für Digitaldecoder gegen kurze Stromunterbrechungen.



Bauteile: Diode = 1N4007, Widerstand 68

Ohm, Elko min. 10.000 $\mu\text{F}/25$ Volt (Achtung! Die Schienenspannung darf 25 Volt nicht übersteigen!

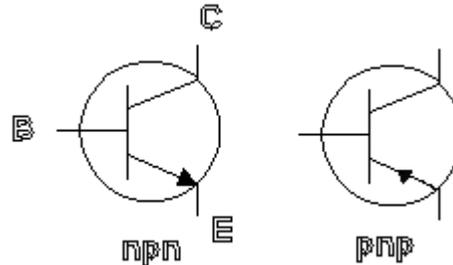
Der Widerstand wird zur Ladestrombegrenzung benötigt. Dadurch belasten mehrere gepufferte Fahrzeuge beim Einschalten des Systems nicht unnötig die Zentrale / Booster. Die Diode ist dafür gedacht, dass im Stromunterbrechungsfall, der Decoder ungehindert Energie aus dem Elko saugen kann.

Als letzten Bauteil möchte ich den **Transistor** behandeln.

Ein Transistor hat in der Regel 3 Anschlüsse:

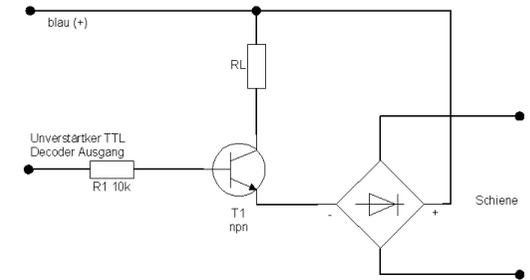
B = Basis, E = Emite, C = Colector

Der Pfeil zeigt an, ob es sich um einen npn, oder pnp Transistor handelt



Der Transistor kann am ehesten mit einem Relais verglichen werden. Mit kleinen Schaltströmen, lassen sich z.B. große Lasten schalten. Dies wird z.B. bei unverstärkten Decoder-Funktionsausgängen verwendet. An so einem Funktionsausgang kann allerhöchstens eine LED angeschlossen werden, aber keine Lampe, oder gar Rauchentwickler etc.

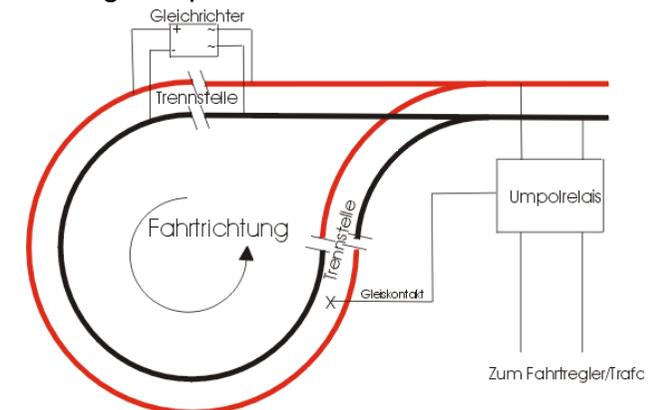
Dafür wird dann eine sogenannte FA-Verstärkerschaltung eingesetzt:



RL = Last (Lampe, Rauchentwickler etc.)

Wenden wir uns nun einigen praktischen Schaltungen zu.

Beginnen wir mit einem häufigen Problemfall bei 2-Leiter Gleichstrombahnen – der **Kehrschleife**. Im Analogbetrieb wird üblicherweise innerhalb der Kehrschleife die Polarität durch den Gleichrichter konstant gehalten, während diese außerhalb geändert wird, sobald sich der Zug komplett in der Kehrschleife befindet.



Elektrik - Grundlagen

Das „Umpolrelais“ ist ein Bi-Stabiles Relais welches zwei Schalteingänge besitzt. Einer führt zum eingezeichneten Gleiskontakt, der Zweite zu einem Taster, mit dem dann eben die Streckenpolarität geändert wird.

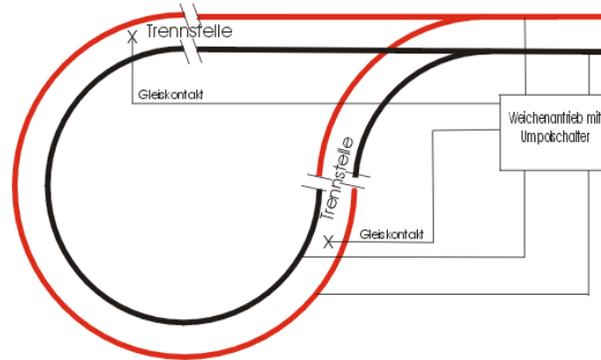
Am Einfachsten ist es aber, wenn man dies manuell am Trafo selbst erledigt. Man kann sich so also sowohl den Gleiskontakt, als auch das Umpolrelais ersparen.

Voraussetzung ist, dass beim Einfahren in die Kehrschleife die Weiche IMMER auf Geradeaus steht, damit die Fahrtrichtung wie eingezeichnet genauso gewährleistet bleibt!

Beim Digitalbetrieb kommt man allerdings um eine spezielle Kehrschleifenschaltung nicht herum. Hier wird die Polarität ausschließlich innerhalb der Kehrschleife verändert, während diese außerhalb gleich bleibt.

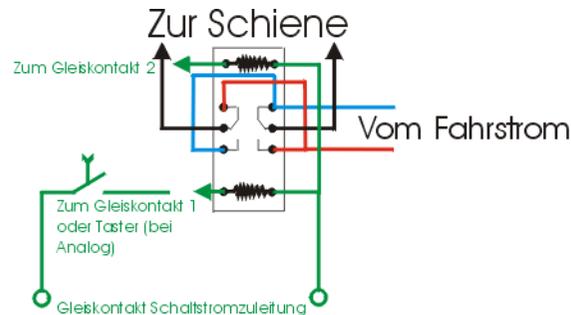
Es gibt nun von diversen Herstellern die genannten Kehrschleifenschaltungen. Manche detektieren einen Kurzschluss und schalten dann um, manche benötigen Gleiskontakte. Allen ist gemeinsam, dass sie relativ teuer sind.

Die hier gezeigte „Schaltung“ begnügt sich mit zwei Gleiskontakten und einem Relais. Wobei es im Grunde vernünftiger ist, den benötigten Umpolschalter mit dem Weichenantrieb zu koppeln, welcher durch die Gleiskontakte gestellt wird.



Bei der gezeigten „Schaltung“ fährt also ein Zug je nach aktueller Weichenstellung in die Kehrschleife ein und bringt kurz vor dem Ausfahren aus der Kehrschleife mit Hilfe des Gleiskontaktes die Weiche in entsprechende Stellung. Gleichzeitig wird ein damit gekoppelter Umpolkontakt betätigt, der die Polarität innerhalb der Kehrschleife entsprechend anpasst. Sollte es keine Möglichkeit geben, einen Zusatzkontakt mechanisch mit dem Weichenantrieb zu koppeln, muss das Umpolen parallel zum Stellen der Weiche über ein Bi-Stabiles Relais geschehen.

So könnte ein „Umpolrelais“ aussehen:

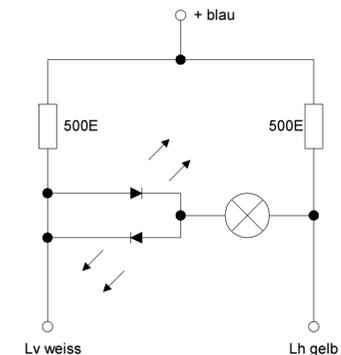


Eine weitere Herausforderung wird einem bei Verwendung von **DUO-LEDs** (Rot/Gelb) gestellt, um auf möglichst kleinem Raum eine fahrtrichtungsabhängig-wechselnde Beleuchtung zu realisieren.

Solche DUO-LEDs sind meist antiparallel geschaltet, haben also nur zwei Anschlüsse. Der Farbwechsel findet also durch Umpolen statt.

Was bei Analogbetrieb also sehr einfach ist, wird bei Digitalbetrieb zum Problem. Hier haben wir ja nur 2 Funktionsausgänge, die immer gegen Massen schalten. Die Spannungsversorgung ist ebenfalls immer +. Ein „Umpolen“ so ohne weiteres nicht möglich.

Mit unten gezeigter Schaltung wird diesem Problem auf genial einfache Art begegnet. Die Lampe dient in diesem Fall zur Innenbeleuchtung (ist die Beleuchtung aktiv, leuchtet die LED wechselweise ROT, oder GELB, die Lampe immer) und kann auch weggelassen werden.

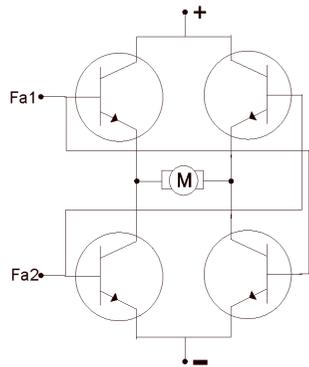


Elektrik - Grundlagen

Oft werden bei Digitalbetrieb verschiedene Funktionen gewünscht (sind ja im Grunde genug Funktionsausgänge am Decoder vorhanden).

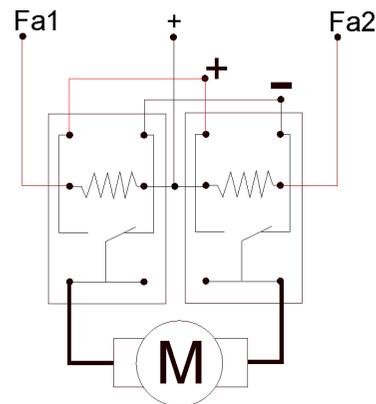
Für Funktionsmodelle, wie z.B. einen Kranwaggon wird eine einfache Möglichkeit zur **Umpolung** der Getriebemotoren für den Kranausleger, Haken, etc. gewünscht.

Es wäre nun möglich dies mit einer Transistorbrücke zu realisieren



Wird FA1 aktiviert, dreht sich der Motor in die eine, bei Aktivierung von FA2, in die andere Richtung. Das hat aber den Nachteil, wenn BEIDE Funktionsausgänge aktiviert werden, dass es zu einem satten Kurzschluss kommt und somit die Transistoren geschrottet werden.

Mit einer einfachen Relaischaltung kann im Grunde das gleiche Ergebnis erzielt werden, allerdings ohne Kurzschlussgefahr.



Oftmals ist es eine Herausforderung, die richtige **Waggonbeleuchtung** zu finden.

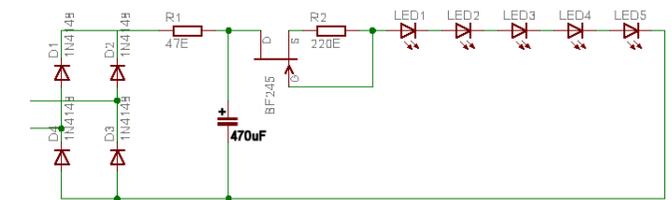
Einfach nur eine Glühlampe mit den Rädern zu verbinden, wird zwar häufig gemacht, ist aber unterm Strich nicht wirklich elegant und verbraucht zudem noch viel Strom, der wieder den Motoren der Loks abgeht.

Eine Beleuchtung mittels LED wäre eine Lösung.

Nun kann man einfach eine oder mehrere LEDs in Serie hinter einen Vorwiderstand anschließen. Bei Digitalbetrieb mit einer konstanten Schienenspannung ein durchaus oft vorzufindendes Konzept (siehe auch Absatz „LED“). Hat allerdings den Nachteil, dass der Vorwiderstand wirklich nur für EINE bestimmte Spannung passt. Sobald sich diese ändert, leuchten die LEDs entweder zu schwach, oder sie werden überlastet und gehen kaputt. Ausserdem hat diese Lösung noch keinen Spannungspuffer, der das Flackern der Wagenbeleuchtung verhindert.

Eine konstante Stromversorgung mit Span-

nungspuffer wäre also wünschenswert.



Die Schaltung ladet nach der Gleichrichtung über einen 470Ohm Widerstand einen 470µF Kondensator. Der Widerstand dient dazu, den Einschaltstromstoß zu begrenzen. Da nur geringe Ströme benötigt werden, kommen 1N4148 zum Einsatz.

Der BF245C mit dem Widerstand R2 bildet eine Stromquelle von 10mA. Wenn man den Widerstand überbrückt, also nur den BF245C, erhält man eine 20mA Stromquelle.

Man kann die Platine unterschiedlich mit LEDs ausrüsten. Durch die Stromquelle sind keinerlei andere Änderungen nötig. So kann man je nach Bedarf 1-5 LEDs bestücken oder gelbe, weiße LEDs auch gemischt einsetzen. Man muss nur darauf achten, dass die Versorgungsspannung groß genug ist. Gelbe LEDs benötigen 2V weiße LEDs üblicherweise 3V. Die Schaltung selbst benötigt etwa 5V. Die entstehen durch etwa 1,2V im Gleichrichter, 2V an der Stromquelle und ein wenig Reserven zum Puffern im Kondensator.

Auf Digitalanlagen kann die bei <http://amw.huebsch.at> erhältliche Beleuchtungs-

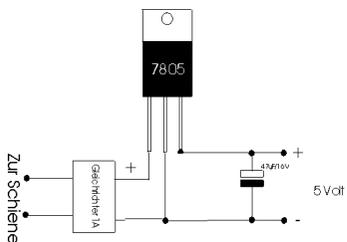
Elektrik - Grundlagen

Platine direkt ans Gleis oder an einen Decoderausgang angeschlossen werden. Selbst mit 5 weißen LEDs sollte es keine Spannungsversorgungsprobleme geben.

Auf Analoganlagen hat man mit 1-2 LEDs Konstantlicht. Wenn man mehr bestückt, fängt das Licht erst bei höherer Geschwindigkeit zu leuchten an.

Apropos Beleuchtung:

Die Gleisspannung ist oft zu hoch für manche Verbraucher. Klassisches Problem sind die bei LGB oft gebräuchlichen 5V Birnchen. Für den Digitalbetrieb empfehle ich den Tausch auf 19-24V Lämpchen, das ist der einfachere und billigere Weg. Will man bei den 5V Lämpchen bleiben um auch im Analogbetrieb sofort Licht zu haben, benötigt man Spannungsregler.

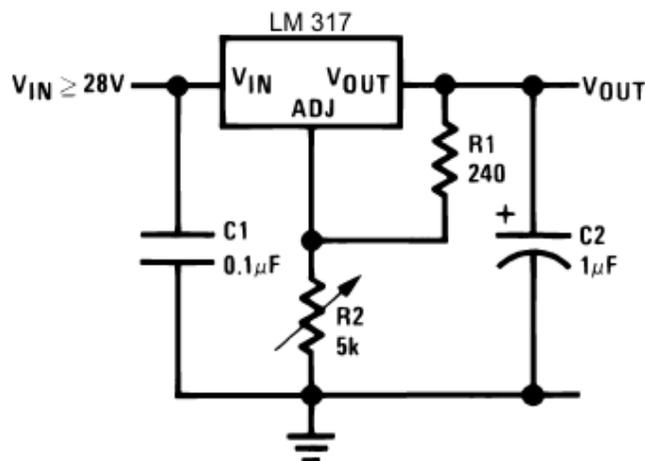


Modellbahner verwenden dazu gerne die 78xx Regler. Wobei xx für die Spannung steht, die der Regler liefern kann. Die Regler sind recht unkompliziert einzusetzen. Es besteht aber die Gefahr, dass die Baugruppe ins Schwingen gerät und dann unvorhersehbare Spannungen am Ausgang anliegen. Das verhindert man, indem man einen 10nF bis 100nF Keramikkondensator zwischen Ausgang und Masseanschluß des Reglers montiert. Ein

Kostenaufwand von wenigen Cent der aber oft teure nachgeschaltete Verbraucher schützt.

Oft haben die Regler nicht die gewünschte Spannung. Die LGB-Lämpchen sind bei 5V eher finster, bei 8V bereits zu hell. Eine Lösung ist, in die Masseleitung des Reglers ein oder mehrere Siliziumdioden zu schalten. Pro Diode wird die Spannung am Ausgang um etwa 0,7V angehoben.

Mit dem LM317 kann man bequem einstellbare Spannungsquellen aufbauen. Der Regler versucht zwischen seinem Ausgang und dem Regeleingang 1,2V zu halten. Durch den Spannungsteiler mit den beiden Widerständen lassen sich so auch andere Spannungen erreichen. Die Ausgangsspannung entspricht überschlagsmäßig dem Verhältnis der beiden Widerstände mal 1,25V. Beispiel 1k zu 5k ergibt eine Ausgangsspannung von etwa 6,5V.



Die korrekte Formel lautet $V_{out} = 1,25V * (1 + R2/R1) + I_{adj} * R2$ so kommt man auf 7,5V. Da I_{adj} extrem klein ist kann man den letzten Teil gleich weglassen. Ein Vorteil des LM317 ist, dass er nicht zum Schwingen neigt.

Um die besprochenen Schaltungen nachzubauen, sollte an Werkzeug folgendes vorhanden sein:

- kleiner „elektroniker“ Seitenschneider
 - Pinzette
 - max. 30 Watt LötKolben – je feiner die Lötspitze, desto vorteilhafter. (zb. Ersa 30 S -> <http://www.ersa.de>)
 - „Elektroniker“ Lötzinn
 - eine „dritte Hand“ von LUX (gibt es z.B. bei Conrad)
 - eine feuerfeste Unterlage
 - dünne Drahtlitze
- und natürlich die nötigen Bauteile ...

eine Lochrasterplatine kann übrigens auch sehr hilfreich sein.

Ebenso wie eine hitzebeständige Unterlage. Wir hoffen mit diesem Ausflug in die Welt der Elektrik und Elektronik etwas Licht ins Dunkel gebracht zu haben und wünschen noch viel Spaß und Erfolg bei der Umsetzung künftiger Schaltungen.