

MINT-Projekt Modellbahn : Modulaufbau

In diesem Projektbuch findest du die wichtigsten Erklärungen und Erfahrungen, die beim Bau der Modellbahnmodule im Rahmen des MINT-Projektes im Kreis Gütersloh zusammengetragen worden sind. Als Beispiel beschreibe ich den Bau eines geraden Modules, die grundlegenden Normen gelten aber auch für eigene Modulentwürfe mit anderen Formen.

Grundlagen des Modulaufbaus sind:

Modulmaß für ein gerades Modul: 596mm x 1000mm bei 10mm Holzdicke der Front- und Rückwand und 18mm Tischlerplatte für die Modulköpfe.

Maßstab: H0 (H-Null), also 1:87 (aber auch 1:100 möglich)

Gleissystem: Märklin K-Gleis und C-Gleis (Dreileiter-System)

Strom und Datenversorgung: 6 x 1,5mm² Kabelbaum mit Steckverbinder, Unterverteilung im Modul über WAGO- Verbindungsdosenklemmen, 5-fach, zweifache Netzwerkdose in der Modulrückwand für das Rückmeldesystem.

Inhalt

Planung: Wie soll das Modul aussehen?	2
Holzarbeiten: Unterbau des Modules	3
Löten	5
Gleismontage und Kabelbaum	5
Der Geländebau	8
Ein Wort zum Kleben	11
Elektronische Komponenten	11
Arbeit mit einem Messgerät	13
Abschluss	14

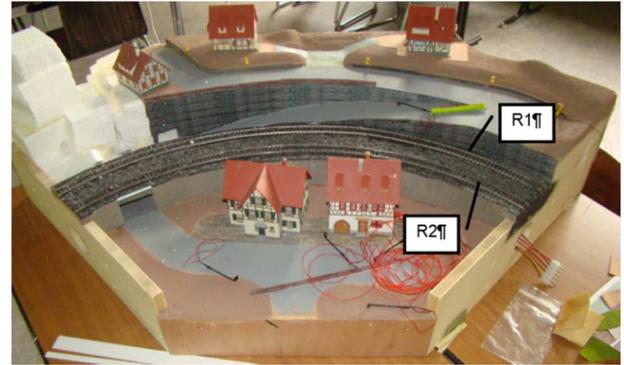
Planung: Wie soll das Modul aussehen?

Bevor du an die Arbeit gehst, solltest du eine ungefähre Vorstellung vom Aussehen des Modules haben. Wähle zunächst die grundlegende Form:
(Für den Anfang solltest du ein gerades Modul wählen. Eigene Modulformen sind möglich, es muss dann nur der Gleisübergang am Anfang und Ende passen.)

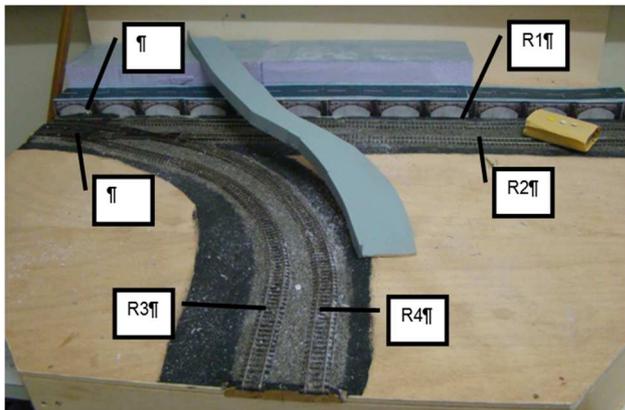
Gerades Modul,



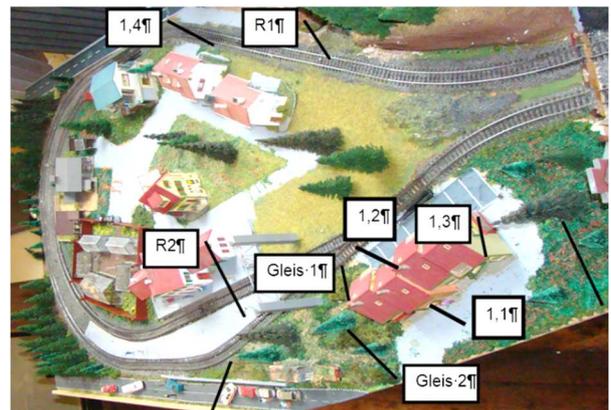
Kurve,



Abzweig,



Kehrschleife



Da die Modulanlage selbst selten Steigungen oder Gefällestrrecken hat, verbleibt die Frage, ob das Gelände neben der Bahnstrecke höher, tiefer oder auf gleicher Höhe mit den Schienen liegt. Viele Bahnübergänge kann man dadurch vermeiden, indem das Gelände 45 bis 50 mm unterhalb der Bahntrasse liegt und somit eine Straße unter der Bahnstrecke durchlaufen kann oder indem das Gelände 80mm höher als die Bahntrasse liegt und die Straße über eine Brücke die Gleise überquert.

Auch ohne Brücke oder Tunnel kann das Gelände vor oder hinter der Bahntrasse tiefer oder höher liegen. Beide Geländeteile bleiben dann voneinander getrennt und können ganz unterschiedlich gestaltet werden.

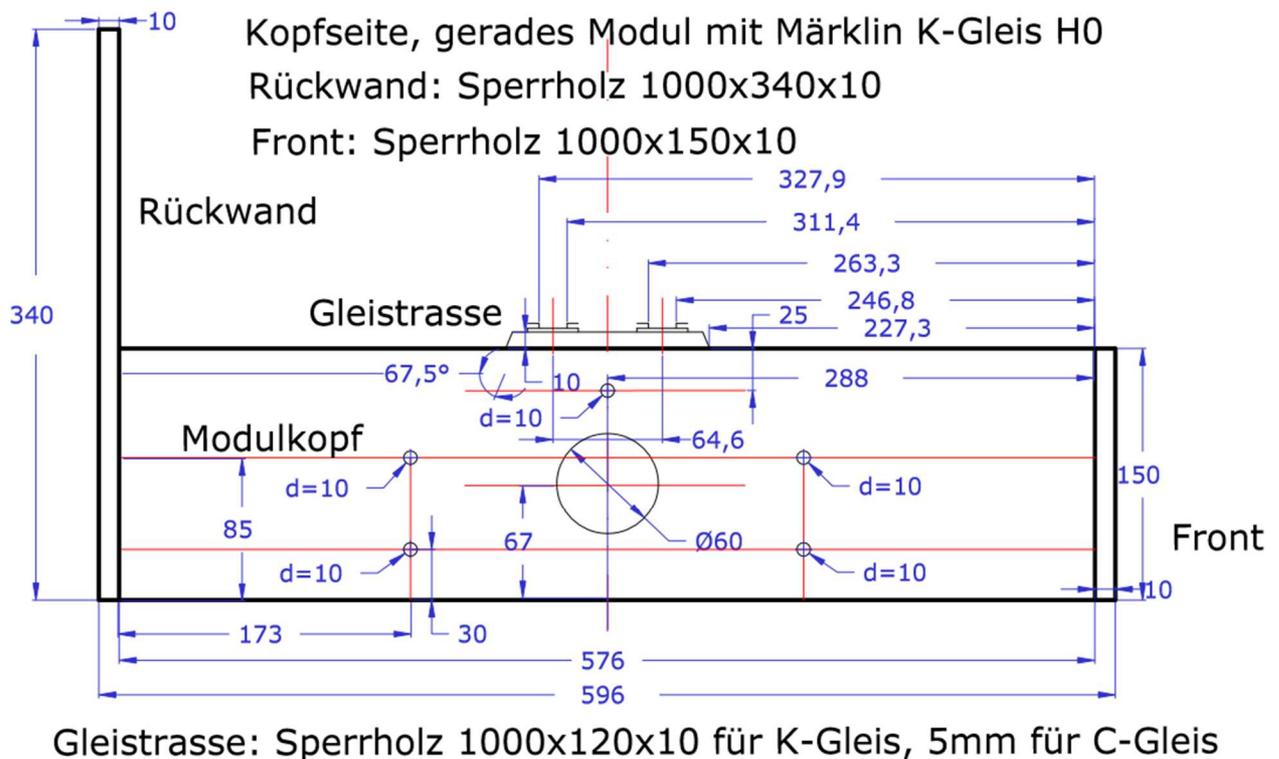
Hier müssen erste Entscheidungen gefällt werden, damit das Brett der Vorderseite des Modules entsprechend zugesägt werden kann. Auch hängen die thematische Gestaltung des Modules und die Art des Unterbaues von der Wahl der Geländeebenen ab.

Die Maße der Modulrückwand bleiben möglichst unverändert, damit ein gleichmäßig hoher Hintergrund entsteht.

Plane zunächst einfach - aufwändiger gestalten kannst du später immer noch. Dann geht's los.

Holzarbeiten: Unterbau des Modules

Die wichtigsten Bauteile am Modul sind die Kopfteile, also die beiden Bretter mit denen die verschiedenen Module miteinander verschraubt werden. Je genauer diese Bretter verbaut werden, desto besser passen die Module später ohne große Lücken zwischen den Schienen am Übergang zusammen.



Die technische Zeichnung zeigt dir einen Blick auf den Modulkopf mit allen Maßen, die für die Erstellung der Platte nötig sind. Zum Glück bekommst du die beiden Modulköpfe von uns. Du kannst in der Zeichnung aber auch die Frontplatte und die Rückwand erkennen und sehen, wie sie seitlich an die Modulköpfe angesetzt werden.

Außer den beiden Modulköpfen brauchst du also noch zwei Platten aus 10mm Sperrholz, die du selbst besorgen musst (Baumarkt), verwendest du 12mm Sperrholz wird das Modul etwas breiter. Die Rückwand ist 1000mm mal 340mm groß und die Front ist 1000mm lang und so hoch, dass sie die Ebene in diesem Teil des Modules unterstützen kann.

Liegt das Gelände komplett auf gleicher Höhe mit den Gleisen wird die Frontplatte 150mm hoch und man kann das gesamte Modul mit einer 10mm starken Sperrholzplatte (bei C-Gleis nur 5mm stark) mit den Maßen 1000mm mal 586mm abdecken. Eine extra Gleistrasse ist dann nicht nötig.

Ansonsten braucht man die Gleistrasse (mit angeschrägten Seiten) und Bretter, um die verschiedenen Geländeebenen einzurichten. Hier muss man in kleinen Schritten bauen und die Bretter nach und nach ausmessen, aussägen und montieren.

Zunächst muss man an den kurzen Seiten der Front und der Rückwand Bohrungen einbringen (4mm Durchmesser mit versenkter Oberfläche), um diese Bretter seitlich an die Modulköpfe anzuschrauben und mit Holzleim festzuleimen. Die Verschraubung dient auch dazu, die Klebestelle zu fixieren, bis der Leim getrocknet ist, ohne dass du warten musst. Achte darauf, dass die Ecken rechtwinklig sind und der Modulkopf genau mit den senkrechten Kanten der Front und Rückwand

abschließt, damit die Module später lückenlos aneinandergeschraubt werden können. Jetzt muss das Rechteck aus den vier Wänden stabilisiert werden, damit es seine rechten Winkel beibehält und die langen Seiten gerade bleiben.



Bohrer mit Maschine

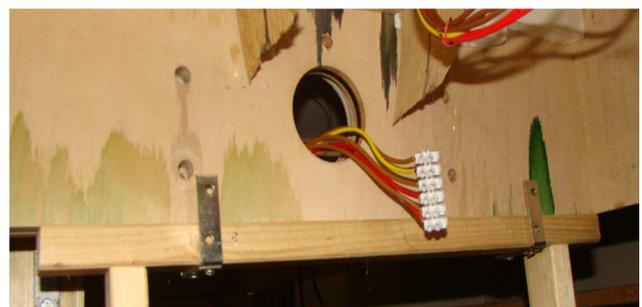
Versenker für Schraubenköpfe

Schraubbits und Akkuschauber

Bei einem ebenen Modul reicht dazu die große Geländeplatte, die du von oben auf die Modulköpfe schraubst und an der Front und Rückwand mit einem Stück Dachlatte unterstützt. Als Schrauben reichen 4mm dicke Spax-Schrauben mit versenkbarem Kopf, die 20-25mm länger sein sollten, als die Stärke des Holzbrettes, das du anschrauben willst.

Bei einem Modul mit mehreren Geländeebenen solltest du rechtwinklige Holzdreiecke (18mm stark) in den 4 Ecken des Modules montieren, eine Dachlatte längs unter der Gleistrasse anbringen oder die Trasse durch Seitenwände eines erhöhten Bahndammes passend mit breiteren Brettern abstützen, um die untere Ebene des Modules dort wiederum anzuschrauben...

Achte darauf, die große Öffnung in den Modulköpfen etwas freizuhalten, um später den Kabelbaum zur Stromversorgung hier durchzuziehen. Auch sollten mindestens zwei Bohrungen zur Verbindung der Module freibleiben. Ebenso dürfen die Holzdreiecke nicht zu tief angebracht werden, da sie sonst später mit den Haltewinkeln auf den Unterstellböcken kollidieren. Lasse also unter den Dreiecken etwa 3cm Platz.



Blick unter ein Modul: Die Haltewinkel auf den Böcken greifen in das Modul hinein.



Setze noch weitere Holzleisten ein, um Geländeebenen abzustützen oder um ein Durchhängen der Deckplatte zu vermeiden – ebenso wird auch das Fahrgeräusch vermindert.

Wie weit du den Geländeunterbau vorwärtstreibst, hängt von der Vollständigkeit deiner Pläne ab. Es ist aber auch durchaus normal, wenn jetzt noch nicht alles festliegt, da man oft den zur Verfügung stehenden Platz überschätzt. Stelle dich darauf ein, dass du deine Pläne immer wieder an die Gegebenheiten anpassen musst, damit die Logik und die Raumnutzung auf deinem Modul wirklichkeitsnah sind.

Der folgende Schritt besteht auf jeden Fall darin, die Gleise zu montieren und die grundlegende Verkabelung herzustellen. Dazu vorher ein paar Worten zum Löten.

Löten

Die Arbeit mit einem Lötkolben braucht ein wenig Übung – nicht nur wegen der Verbrennungsgefahr (Löttemperatur 200°C bis 400°C), sondern auch wegen der notwendigen Arbeitstechnik. Neben dem Lötkolben und Lötzinn gehören auch eine Pinzette, eine Spitzzange und ein Seitenschneider mit zum Arbeitsmaterial. Die Lötspitze sollte immer wieder gesäubert werden und nicht unnötig durch rumkokeln verdreckt werden. Als erstes sollte man die Gegenstände, die verlötet werden sollen, verzinnen – ohne sie zu überhitzen.

Dazu drückst du die heiße Lötspitze auf den Gegenstand (z.B. Lötflasche des C-Gleises), damit es heiß wird. Dann führst du an der Stelle, an der die Lötspitze den Gegenstand berührt etwas Lötzinn zu. Das Lötzinn schmilzt und wird nach kurzer Zeit auf dem Gegenstand zerfließen. Dies muss von alleine passieren, also Lötkolben ruhig halten und kurz warten. Erst dann nimmst du die Lötspitze weg und lässt das Ganze abkühlen. Der Lötvorgang sollte nicht länger als 4-6 Sekunden dauern. Je mehr Material du erhitzen musst, desto größer muss die Wärmeleistung des Lötkolbens sein.

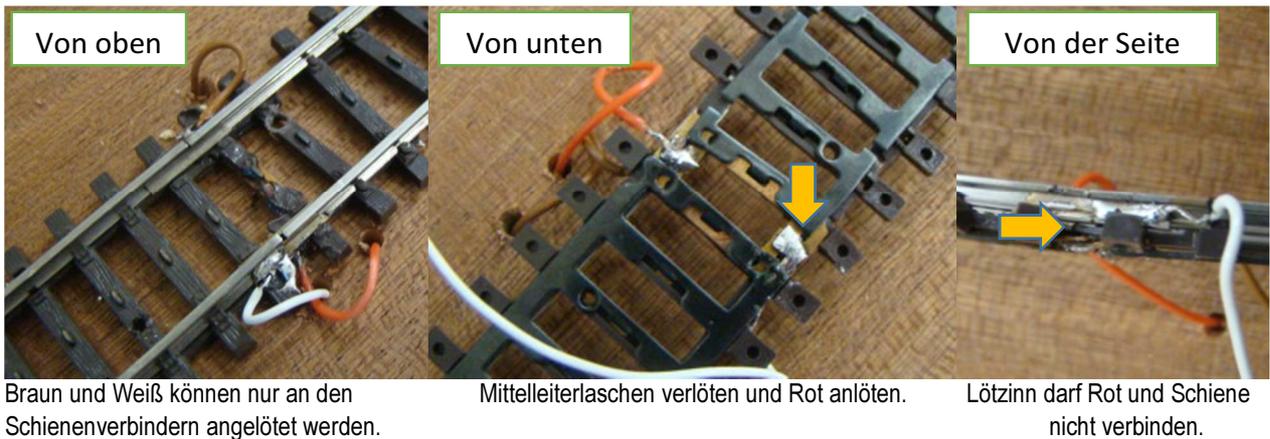
Nachdem du nun auch ein Kabelende verzinkt hast (Kabel mit einer Klammer irgendwo festklemmen), kannst du das Kabel mit einer Zange auf die Lasche des C-Gleises drücken und mit der Lötspitze erhitzen bis das Lötzinn auf der Lasche mit dem Zinn auf dem Kabelende verschmilzt. Beim Abkühlen der Lötstelle darf das Kabel nicht bewegt werden, weil sonst die Lötstelle Risse erhält und nicht belastbar ist. Eine gute Lötstelle glänzt etwas.

Vorsicht: flüssiges Lötzinn fließt bergab oder tropft auch schon mal runter. Auch wenn zu viel Lötzinn auf der Lötspitze ist, kann es abtropfen!!! Auch die Sachen, die du beim Löten mit den Fingern festhältst, können heiß werden.

Gleismontage und Kabelbaum

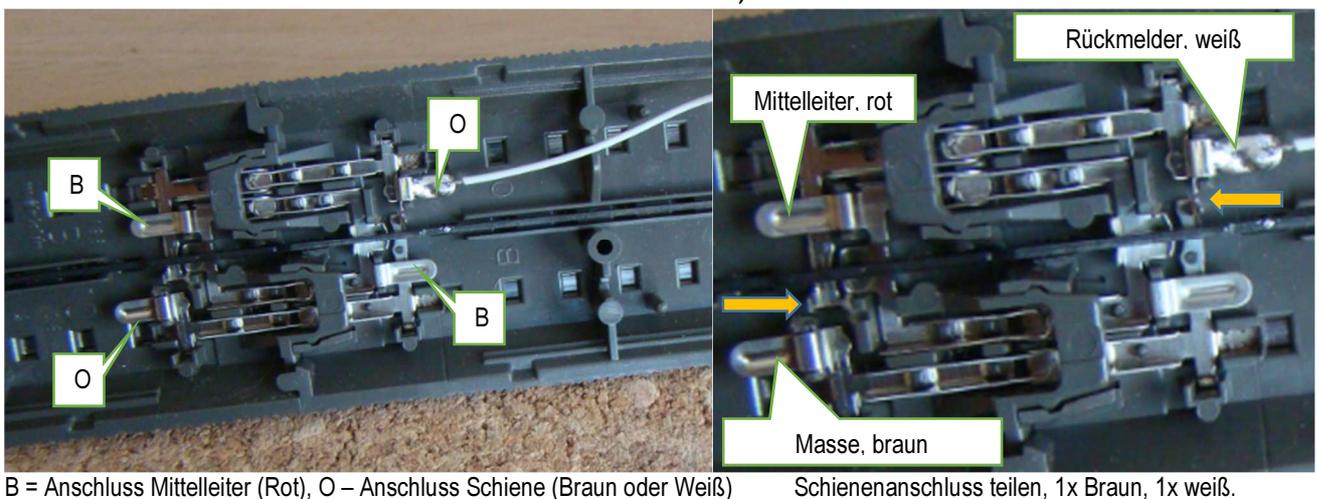
Für den Modulbau verwenden wir das Märklin K-Gleis, aber auch das C-Gleis. Beide Gleistypen gehören zum Dreileitersystem und unterscheiden sich in ihrem Aufbau und in ihrer Höhe. Um beide Gleistypen nutzen zu können, muss bei der Gleistrasse die unterschiedliche Höhe ausgeglichen werden (siehe oben). Normale Schienen des K-Gleises kann man dann so benutzen, wie sie sind, das C-Gleis muss noch bearbeitet werden.

Beim Dreileitersystem erhält die Lok an drei verschiedenen Stellen Kontakt zum Stromkreis. Zunächst wird über den Mittelkontakt (Punktleiter, kurz PUKOs) der rote Anschluss des Fahrstromes zugeführt, über die beiden Schienenstränge der braune Massekontakt der Fahrspannung. Die beiden Schienenstränge sind im K-Gleis aber nur an wenigen Stellen miteinander verbunden (Einspeisungspunkt, Weichen), in den normalen Schienen aber nicht. Dies nutzen wir dazu aus, die beiden Schienenstränge unterschiedlich zu beschalten. In unserem Modulsystem wird der Schienenstrang am Rand der Trasse für den Massekontakt genutzt (braunes Kabel), der andere – in der Trassenmitte - als Kontaktgeber für das Rückmeldesystem (weißes Kabel – Info siehe Rückmeldedecoder im Kapitel „Elektronische Komponenten“) gebraucht.



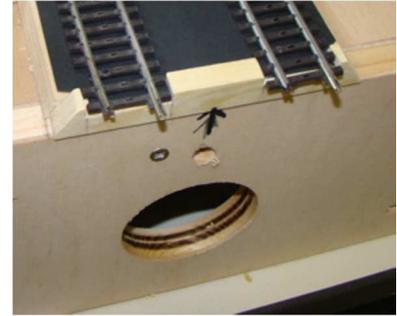
Bevor du die Gleise auf der Trasse verschraubst, lohnt es sich den Trassenbereich schwarz oder dunkelgrau zu streichen, damit das Holz nicht später durch den Gleisschotter durchscheint.

Beim C-Gleis sind die beiden Schienenstränge in jeder Schiene zwei Mal miteinander verbunden. Diese Verbindungen unter der Schiene musst du daher auftrennen (Nagelschere reicht), wenn du das C-Gleis benutzt, um einen Schienenstrang für den Massenanschluss und einen für den Rückmeldekontakt zu nutzen. Dafür ist es etwas leichter, die Kabel am C-Gleis anzulöten.



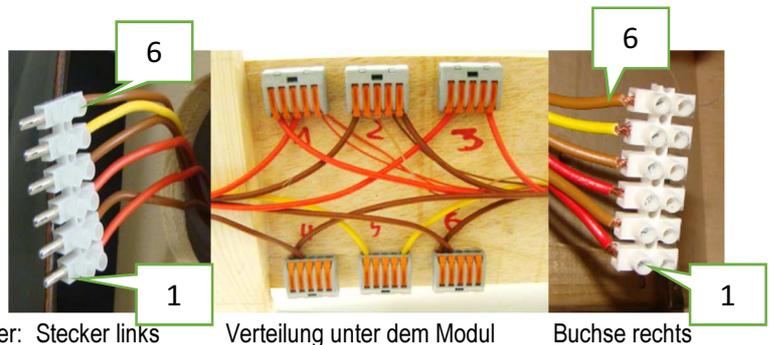
Jedes Modul erhält eine eigene Stromeinspeisung in die Schienen. Darum kannst du hier die normalen, dünnen Leitungen anlöten und sie möglichst ortsnah durch eine Bohrung in der Gleistrasse nach unten führen.

Die Montage der Gleise muss an den beiden Enden des Modules sehr genau sein, damit die Schienen des Nachbarmodules genau getroffen werden. Der Abstand der Schienen von PUKO zu PUKO (oder von rechtem Schienenstrang zum rechten Schienenstrang) muss genau 64,6mm (ein Maß aus dem K-Gleissystem) sein, außerdem müssen die Schienen gleichmäßig zur Mitte des MODULKOPFES verlegt sein. Wir haben dafür eine Schablone erstellt, die uns diese Maße vorgibt und uns bei der Ausrichtung der Gleise hilft. Außerdem befestigen wir die letzten 5-8cm der Schiene nicht, um sie bei Bedarf noch geringfügig verschieben zu können. Achte auch darauf, dass die Schienen wirklich geradlinig über das Modul verlaufen. Wenn man längs auf Schienenhöhe über die Schiene schaut, sieht man das. Schneide das überstehende Gleis genau bündig am Modulkopf mit einer Trennscheibe ab. Wir verwenden keine Schienenverbinder, die Gleise stoßen stumpf voreinander.



Dort, wo die Anschlusskabel der beiden Schienenstränge durch die Deckplatte kommen, solltest du die Unterverteilung des Kabelbaumes anlegen – also den Strom aus dem Kabelbaum zu den verschiedenen Verbrauchern des Modules ableiten. Da der Kabelbaum unter der Anlage aus 6 dicken Adern besteht (Litze mit 1,5mm² Querschnitt) befestigst du mit Heißkleber 6 WAGO Verbindungsdosenklemmen (5 fach) unter der Platte. Den einzelnen Kabeln des Kabelbaumes haben wir Zahlen und Farben zugeordnet, die die Übersicht verbessern sollen und die Funktion der Kabel anzeigen.

- 1 – Rot : Mittelleiter Fahrstrom (B)
- 2 – Braun: Masse Fahrstrom (O)
- 3 – Rot : Datenleitung Weichendecoder
- 4 – Braun : Masse Weichendecoder
- 5 – Gelb : 16V~ Lichtstrom
- 6 – Braun : Masse Lichtstrom



Blickrichtung von der Vorderseite her: Stecker links Verteilung unter dem Modul Buchse rechts

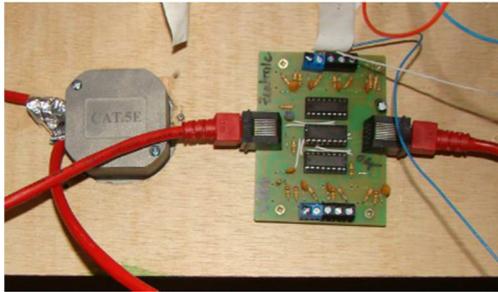
Es ist ratsam, die Kabel vor der Verschraubung in den steckbaren Lüsterklemmen mit einer Aderendhülse zu versehen, um den elektrischen Kontakt der Verbindung zu verbessern. In den Buchsenstücken darf die Litze nur so weit eingeführt werden, dass der Stecker noch komplett eingesteckt werden kann. Am besten steckst du bei der Verschraubung der Buchsen einen Stecker in die Lüsterklemme ein. Bündele den Kabelbaum und befestige ihn mit Kabelschellen ordentlich unter der Platte. An den Enden des Modules sollte der Kabelbaum etwa 10 cm aus dem Modul herauschauen – der Stecker auf der linken Seite, die Buchsen auf der rechten Seite.

Die weitere Verkabelung unter der Platte kann von den WAGO-Klemmen aus mit den dünnen Modellbahnlitzen gemacht werden, da die angeschlossenen Verbraucher nicht so hohe Ströme benötigen. Schieße den Mittelleiter der Schienen (rot) an Klemme 1 an und den Massekontakt der Schienen (braun) an Klemme 2 an. Der weiße Rückmeldekontakt wird später an die Rückmeldedecoder angeschlossen. Wenigstens in einem Modul sollten die drei Masseanschlüsse (2, 4 und 6 –braun) miteinander verbunden werden, um das Massepotential auf ein gemeinsames Niveau zu schalten.

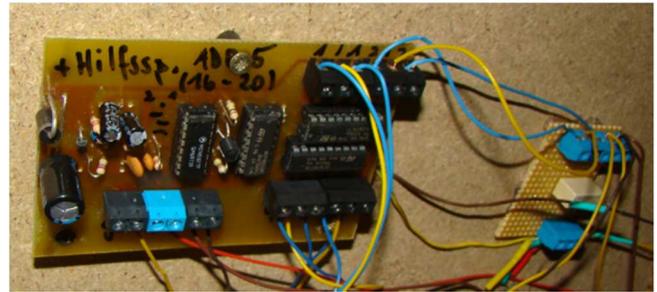
Verlege die Kabel übersichtlich (waagerechter oder senkrechter Verlauf) und beachte die

Kabelfarben, damit du die Funktionen der einzelnen Kabelverbindungen besser entschlüsseln kannst. In einen Anschluss der Klemme, kannst du durchaus mehrere dünne Litzen einklemmen. Auch kannst du neue Sammelpunkte mit den Klemmen unter der Platte anlegen, um dann von dort nur ein weiteres Versorgungskabel weiter zu ziehen. So sparst du Kabel und erhöhst die Übersicht. Dünne Litzen kannst du mit einem Tropfen Heißkleber unter der Platte fixieren. Je mehr Leitungen verlegt sind, umso wichtiger ist es die Ordnung zu erhalten und sauber zu bauen.

Montiere den Rückmeldedecoder und bei Bedarf auch Weichendecoder an günstigen Stellen unter die Platte und schließe sie entsprechend an. Siehe auch Kapitel „Elektronische Komponenten“.



Rückmeldedecoder mit 8 Kontakteingängen und Anschluss an die Netzwerkdose in der Rückwand des Modules



Weichendecoder für 4 Weichen mit Dauerstromzusatz (Signal)

Besonders die Verteilung des Lichtstromes (Anschluss 5+6 – gelb-+braun) ist kompliziert und braucht etwas Planung, um den Strombedarf des Modules so gering wie möglich zu halten. Der Märklintrafo liefert eine Wechselspannung von 16V (16V~ oder 16V AC). Dazu gibt es entsprechende Laternen oder Motoren. Allerdings hat man auch eine große Auswahl an anderen elektrischen Verbrauchern wie z.B. LEDs, Servos oder Gleichstrommotoren, die über Gleichrichter, Vorwiderstände oder kleine Netzteile an die Versorgungsspannung angeschlossen werden müssen. Dazu habe ich ein Extrakapitel „Elektronische Komponenten“ eingerichtet.

Der Geländebau

Für den Geländebau gibt es viel fertiges Material, um schöne Landschaften zu bauen – es kostet aber auch einiges. Du kannst aber auch mit einfachen Mitteln preiswert bauen, ja sogar Naturmaterial oder auch Müll wiederverwerten. Eine Kokosmatte (Fußabtreter) ergibt schnell ein Stoppelfeld, ein Messingröhrchen und eine SMD-LED ergeben eine Laterne. Auch für Bäume gibt es genug Natur- oder Haushaltsmaterial. Schau dich einfach ein wenig um und experimentiere – vielleicht erst mal auf einer kleinen Holzplatte neben dem Modul.

Beginne mit dem Verlauf der wichtigsten Straße. Wie breit wird die Straße, wo sind Kurven und Steigungen, erhält sie eine Mittellinie und Bürgersteige und malst du sie mit grauer Farbe einfach auf den Untergrund oder benutzt du eine Klebefolie aus dem Laden. Und dann gibt es noch die Möglichkeit mit einem Grafikprogramm auf dem PC zu arbeiten, um Straßen und Mauerwerk (Textures) nach eigenen Ideen zu erstellen oder zu googlen. Egal, wie du es machst, wichtig ist, dass auf der Straße später etwas stattfindet, also dort Menschen und Autos unterwegs sind.

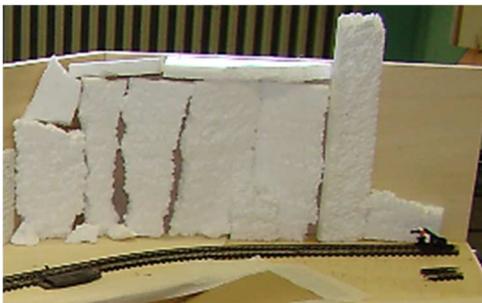
Das gilt auch für den Rest der Landschaft. Sie wird durch kleine Szenen lebendig, die dort zu sehen sind. Lege nun also Flächen für Gebäude fest, die eben sein müssen und einen stabilen Unterbau haben und fertige dann die Landschaftsumgebung dazu an. Natürlich kannst du auch auf einer ebenen Platte einen Berg aufbauen (oder verschiedene Ebenen auf dem Modul einrichten).

Zwei verschiedene Techniken will ich im Folgenden kurz beschreiben:

- a) Schichtenbau (in der Regel mit Styropor- oder Styrodurplatten oder Bauschaum):
Hierbei wird das Gelände in Schichten von unten nach oben aufgebaut. Man schneidet Platten zurecht und klebt sie aufeinander, sodass eine ungefähre Form des Geländes entsteht. Dann wird mit einem scharfen Messer und einer Raspel das Ganze in Form gebracht. Wege anzulegen braucht etwas Übung.



Zwei Beispiele für den Schichtenbau.



Hier gibt das Styropor gleich die Struktur für einen Steinbruch vor.

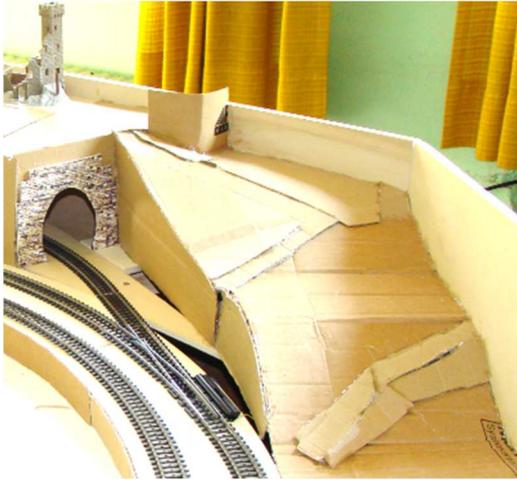


Hier wurden auf einer ebenen Grundplatte mehrere Hügel aufgebracht und gestaltet. Mit einzelnen Bäumen kann man Grundstücke gut gestalten, Gruppen von Bäumen vermitteln dagegen den Eindruck eines kleinen Wäldchens. Die grün gestreuten Wiesenflächen sollten stets durch andere Farbetupfer, Steine oder Büsche aufgelockert werden.

- b) Rahmenbauweise



Hier wird ein Untergestell aus Holzträgern oder Pappe hergestellt, mit Fliegendraht oder Pappe die Oberfläche vorbereitet, die mit Kleisterpapier und Spachtel/Gips oder Hydrocellspachtel dann fertiggeformt wird.



Mit Wellpappe und Heißkleber kann man sich gut in kleinen Schritten an die gewünscht Geländeform heranarbeiten. Die Wellpappe lässt sich in einer Richtung gut knicken und biegen, ist aber in anderer Richtung sehr stabil und kann auch gut für den Unterbau eingesetzt werden. Rechts ist ein Weg als Rampe auf das Gelände aufgeklebt. Die weitere Gestaltung mit Spachtel, Farbe, Streu und Bäumen verdeckt kleiner Fehler und Ungenauigkeiten. Das Mauerwerk ist ein Grafikausdruck aus dem PC. Ein weiterer, guter Effekt ist es, die Hintergrundwand himmelblau zu streichen oder mit einem Foto zu versehen.

Das Berggelände ist hier mit Maschendraht vorgeformt und geht bis ins Tal unter der Bahnlinie hinunter. Der Tunnel ist mit einer Papierdecke geschützt, damit kein Spachtel auf die Gleise herabfällt. (Eine Probefahrt auf den Gleisen sollte jetzt noch stattfinden, da Reparaturen im Tunnelbereich später sehr schwierig sind!!) Die Maschen werden dann mit Kleisterpapier abgedeckt und mit Spachtel zu einer tragfähigen Oberfläche weiterverarbeitet.



Da der Maschendraht sehr stabil ist braucht er keine weiteren Stützen. Die Oberfläche muss auch nur wenig Gewicht tragen.



Ein Wort zum Kleben

Für jede Art von Verklebung gibt es auch einen passenden Klebstoff und eine Verarbeitungsanleitung.

Daher hier eine Info dazu:

Der Alleskleber: Am besten geeignet für Papier oder Pappe, um Figuren aufzukleben oder Büsche. Streicht man ihn mit einem Pinsel auf, kann man Grasflocken oder Geländestreu einstreuen. Ist es ein Kleber mit Lösungsmitteln, kann er Styropor nicht kleben. Auch Metall zu verkleben ist schwierig.



Weißleim/Holzleim: Wie der Name sagt, für Holz geeignet, aber auch für Styropor und Papier. Verdünnt mit Wasser und einem Tropfen Spülmittel ist er auch für Geländestreu gut geeignet.

Heißkleber klebt fast alles nur Styropor kann durch die Hitze schmelzen. Dünnes Papier zu kleben lohnt sich nicht.



Um Sand und feinen Gleisschotter im Gelände zu verkleben, benutzen wir Tiefengrund. Bei dieser Arbeit wird allerdings erst der Schotter ausgestreut und dann behutsam, tröpfchenweise mit Tiefengrund durchnässt. Eine längere Trocknungszeit ist dann nötig. Tiefengrund sollte allerdings nicht in Grasmatten oder Papierausdrucke (wie z.B. Mauern) hineinfließen, da er hier farbige Flecken hinterlässt.

Pattex-Kraftkleber klebt Metall- und Kunststoffe recht gut. (Anleitung beachten).

Sekundenkleber klebt viele Kleinteile (Figuren, Metallzäune), aber auch die Finger zusammen.



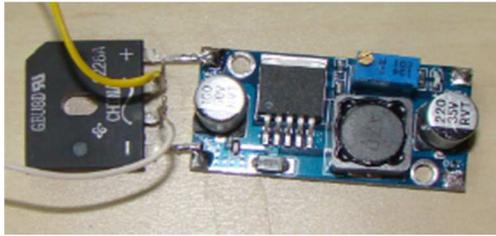
Modellbaukleber ist nur für den Plastikbau, also Häuser und so geeignet, da er den Kunststoff verflüssigt und beim Trocknen wieder aushärten lässt. Das dünne Metallröhrchen neigt zu Verstopfungen, da sich die Spitze mit Plastik zusetzt. Darum ist es gut, die Spitze am Schluss der Arbeit sauber zu wischen.



Elektronische Komponenten

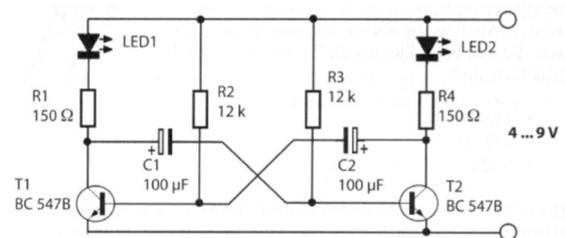
Für die Stromversorgung steht über den Kabelbaum (5+6) eine Wechselspannung von 16V~ zur Verfügung. Für die elektronischen Schaltungen benötigt man aber eine ordentliche Gleichspannung - mal 5V, mal 9V oder 12V. Dazu kann man sich natürlich die normalen Gleichrichterschaltungen mit den Spannungstabilisatoren 7805, 7809 oder 7812 bauen. Unterlagen für eine solche Schaltung findet man im Internet. Sie lassen sich recht einfach auf einer Streifen- oder Punktrasterplatine aufbauen. (Ich versuche hier absichtlich, das Ätzen von Platinen zu umgehen, da es relativ aufwändig ist). Wenn man mit einer Streifenrasterplatine etwas heruntüftelt, findet sich schon eine Möglichkeit die Bauteile so zu setzen, dass die Kupferbahnen sinnvolle Verbindungen ergeben und die Platine nicht zu groß wird. Diese Spannungsregler setzen die überschüssige Leistung allerdings in Wärme um und müssen oft bei höherer Stromstärke einen Kühlkörper erhalten. Darum haben wir inzwischen einen

regelbaren DC-DC Wandler als fertige Platine im Internet gekauft. Diese Regler werden mit einer Gleichspannung versorgt und bieten die Möglichkeit die Ausgangsspannung zwischen 3V und 15V mit Hilfe eines Drehreglers festzulegen. Der



Ausgangsstrom kann 2-3 Ampere betragen, wobei ein Kühlkörper nicht nötig ist. Der Preis liegt zwischen 2 und 3 Euro – dafür kann man es kaum selber bauen. Nur einen Gleichrichter muss man am Eingang noch davorsetzen.

Ein Wechselblinker gehört zur Grundausstattung der Modellbahn dazu, um Bahnübergänge auszustatten oder einfache Blinker zu betreiben. Aber inzwischen gibt es auch blinkende LEDs oder Blinkschaltungen mit dem IC NE555, der auch für Lauflichter geeignet ist. Einen schönen Effekt bieten auch RGB-LEDs, die selbstständig ihre Farbe verändern. Hier lohnt es sich etwas zu experimentieren und Schaltungen auf einem Steckboard aufzubauen.



Ein Steckboard bietet zusätzlich die Möglichkeit den Vorwiderstand für eine LED-(Kette) festzulegen. Dazu die Theorie: Jede LED hat ihre technischen Betriebswerte (sehr oft 3V, 20mA also = 0,02A). Betreibe ich eine solche LED mit 16V Gleichstrom, brennt sie sofort durch. Ein Vorwiderstand soll nun die überzähligen 13V (16V – 3V= 13V) „verbraten“ und dabei den Strom auf 0,02A begrenzen. Nach dem ohmschen Gesetz ergibt sich der Widerstandswert (in Ohm), indem man die Spannung (13V) durch den gewünschten Strom 0,02A dividiert. Das Ergebnis für

Farbe	1. Ring 1. Ziffer	2. Ring 2. Ziffer	3. Ring Nullen	4. Ring Toleranz
schwarz	0	0	-	
braun	1	1	0	± 1%
rot	2	2	00	± 2%
orange	3	3	000	
gelb	4	4	0 000	
grün	5	5	00 000	
blau	6	6	000 000	
violett	7	7		
grau	8	8		
weiß	9	9		
gold			x 0,1	± 5%
silber			x 0,01	± 10%
ohne Ring				± 20%

Tabelle für den Farbcode der Widerstände

den Vorwiderstand ist dann: 650 Ohm (Mindestwert). Nicht jeder Widerstandswert ist erhältlich; der nächste Wert wäre 680 Ohm. Mit Hilfe einer Tabelle lässt sich der Farbcode auf dem Widerstand entschlüsseln. Für 680 Ohm ergibt sich die Ringfolge der ersten drei Ringe als:blau-grau-braun Bei diesem Widerstandswert erbringt die LED die volle Leistung, ist der Wert größer (bis 4700 Ohm) leuchtet sie etwas schwächer (wenn erwünscht).

Allerdings wird am Widerstand eine entsprechende Leistung in Form von Wärme umgesetzt. Darum muss als weiterer Wert die Leistungsgruppe des Widerstandes

berücksichtigt werden – in der Regel 0,25 Watt. Diese Leistung P berechnet man als Spannung mal Strom, in unserem Falle als 13 Volt mal 0,02 Ampere gleich 0,26 Watt – das ist knapp.

Ich kann allerdings die 13V, die ich gerade „verbraten“ habe, dazu nutzen weitere LEDs der gleichen Sorte zu betreiben. Daraus ergibt sich die Möglichkeit eine Reihenschaltung von 5 LEDs (=15V) zu betreiben, wobei ich nur noch 1V / 0,02A „verbraten“ muss (Vorwiderstand gleich 50 Ohm, Leistung 0,02 Watt). Ich nutze also die gegebene Spannung effektiver aus.

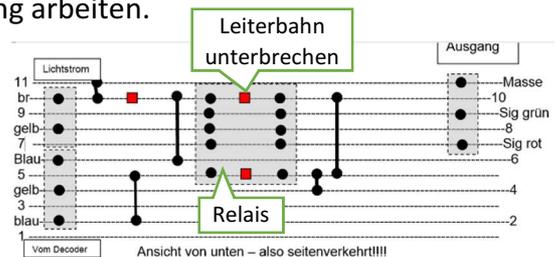
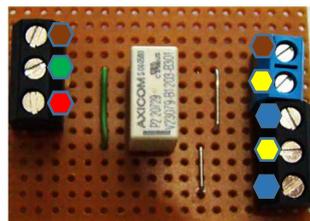
Ganz ohne Vorwiderstand sollte eine LED nie betrieben werden, da der Strom für die LED immer durch einen Widerstand begrenzt werden muss. Das Dimmen einer LED durch einen Widerstand klappt nur begrenzt.

Einen Weichendecoder selber zu bauen bedarf schon einiger Erfahrungen im Bereich der Elektronik. Da der IC-Chip für den Motoroladecoder kaum noch im Handel ist, muss man sich mit den DCC-Decodern auseinandersetzen, für die man einen programmierten PIC-Chip kaufen muss. Mit Motorola und DCC werden die Arten des Datenprotokolls beschrieben, die der Decoder nutzt.

Eine gute Beschreibung zu solchen Schaltungen findet sich in dem Buch: Elektronik & Modellbahn von Jürgen Köhler, Elektor-Verlag, Aachen.

Wir arbeiten mit den Decodern der Firma Rampino oder unseren Motorola-Eigenbauten, die mit einer zusätzlichen Hilfsspannung neben der Datenspannung arbeiten.

Um Signale mit einem solchen Decoder zu betreiben, hängen wir ein bistabiles Relais an den Ausgang des Weichendecoders an, um mit dem



Umschaltimpuls des Decoders zwischen zwei Anzeigeformen des Signals hin und her zu schalten. Im Relais liegen oben und unten je eine Magnetspule, die den Schaltkontakt (Gelb in Zeile 8) nach Zeile 9 oder Zeile 7 verbinden. Entsprechend werden die Ausgänge mit Spannung versorgt.

Ähnliches gilt für die Rückmeldedecoder. Auch sie kann man selbst bauen (siehe Buchtipps oben) oder kaufen. Da ein normales Modul in der Regel nur zwei Rückmeldekontakte hat, habe ich aus der Schaltung eines 8-Kanal Rückmelders einen Rückmelder mit nur 4 Eingängen abgeleitet, der auf einer Streifenrasterplatine aufgebaut wird. Wir bauen in jedes Modul einen Rückmeldedecoder ein, die wir dann für den Betrieb der Anlage durch Netzwerkkabel (Cat 5) in langer Reihe miteinander verbinden. Dazu haben wir in die Rückseite der Module eine Netzwerkdose mit zwei getrennten Buchsen eingebaut. Alternativ kann man auch die beiden Rückmeldekabel mit einem Decoder im Nachbarmodul verbinden, um so möglichst viele Anschlusskontakte eines Decoders (8 oder 16 Kontakte) zu nutzen.

Die Funktion des Rückmeldesystemes ist recht einfach. Die Lok- und Wagenräder des Märklinsystems leiten nämlich den Massekontakt des einen Schienenstranges zum Rückmeldeanschluss des anderen Schienenstranges. Dieser Kontakt wird dann vom Decoder als „belegt“ erkannt und der Zentrale über das Netzwerkkabel gemeldet. Eine PC-gesteuerte Anlage wertet dann diese Informationen aus, um Züge zu verfolgen und Zugkollisionen zu vermeiden.

Arbeit mit einem Messgerät

Sowohl bei den elektronischen Arbeiten, als auch bei den einfachen Verdrahtungen ist ein Messgerät zum Testen der Verbindungen hilfreich.

Da sind zunächst vier Grundregeln für die Arbeit mit einem Messgerät:

- Bei Spannungen über 30 Volt sollte man besondere Vorsicht walten lassen, um keinen Stromschlag bei der Berührung stromführender Teile zu erhalten – darum arbeitet die Modellbahn mit geringeren Spannungen.
- Beim Wechsel eines Messbereiches ist das Messgerät stets vom Messkreis zu trennen.

- Ist die Größe des Messwertes nicht abzuschätzen, beginne stets mit dem größten Messbereich.
- Bei Widerstandsmessungen (Durchgangsprüfungen) muss das Messobjekt spannungsfrei sein (also: Gerät ausschalten).

Für eine Messung gilt dann weiterhin noch:

- Schließe die Messspitzen an die richtigen Eingänge am Messgerät an.
- Wähle den richtigen Messbereich: Spannung (V), Stromstärke (A) – achte dabei auf Gleichstrom oder Wechselstrom -, Widerstand (Ω), Durchgangsprüfung (•)))).



Mit der Durchgangsprüfung kannst du testen, ob Kabelverbindungen in Ordnung, Glühbirnen funktionieren oder LED's heile sind. Die Widerstandsmessung hilft dir einen Widerstandswert zu messen, wenn dir die Farbcodetabelle nicht ganz geläufig ist. Ansonsten soll dir das Messgerät helfen, festzustellen, ob die richtige Spannung an einem Verbraucher anliegt, bzw. bei regelbaren Spannungsgeräten die richtige Ausgangsspannung einzustellen, bevor du den Verbraucher dranhängst (z.B. LED mit Vorwiderstand oder DC-DC Wandler).

Abschluss

Bis hierher hast du nur einen kleinen Überblick über verschiedene Arbeitsbereiche der Modellbahn erhalten, die dir den Start in den Modellbau erleichtern sollen. Ich hoffe, dass du mit deinen ersten Arbeitsergebnissen trotzdem zufrieden bist. Jede Arbeit kann man ja später noch optimieren und wie immer macht Übung den Meister.

Eine richtige Modellbahn wird übrigens nie fertig, da einem beim Bauen ständig neue Ideen einfallen. So soll es auch sein – viel Spaß dabei.