











# Kabel Drähte und drumherum



Von der Kunst funktioniere Modellbahn Anlagen zu bauen


# Zum Beginn

-  Verkabelung sollte geplant werden
-  Kabelfarben und Querschnitte im Voraus festlegen
-  Befestigungssystem
-  Führung der Kabel
  -  Störungs-Vermeidung
-  Beschriftung
-  Sicherheits-Überlegungen
  -  Trennung vom Netz
  -  Mechanische Sicherheit
  -  Überstrom Sicherung




<https://AMW.huebsch.at>


# Normen und Vorschriften


 Sicherheitsvorschriften sind zu beachten ÖVE, VDE udglm...




 NEM Normen des MOROP

 NEM 609 Richtlinien zur elektrischen Sicherheit bei Modellbahnausstellungen

 NEM611 Elektrische Speisung der ortsfesten Einrichtungen

 NEM605 Anlagenverdrahtung Kennzeichnung elektrischer Leiter

 [http://atw.huebsch.at/Tipps\\_Tricks/KabelFarben.htm](http://atw.huebsch.at/Tipps_Tricks/KabelFarben.htm)

 An einer Modellbahn sind Kinder nicht weit weg

<https://AMW.huebsch.at>


Modelleisenbahnen benötigen Strom, bei der Verdrahtung bitte die Sicherheitsvorschriften einhalten. Im Zweifelsfall einen Profi heranziehen.


Beim Selbstbauen daran denken daß man sich leicht auch selbst gefährden kann

Am besten nirgends an der MoBa Netzspannung verkabeln und wenn dann besonders schützen. An der Anlage wird gebaut geschraubt gebohrt, das ist etwas gefährdender als normale Hausinstallation.


# Kabel Farben

 Tabelle ausarbeiten mit Zuordnung von Farben

 Verwechslungssicherheit

 Verfügbarkeit

 Kabel Quellen

 Baumärkte

 Conrad

 Amazon und Ebay



<https://AMW.huebsch.at>

Jedes Kabel hat eine Aufgabe die sollte möglichst einfach zu erkennen sein. Daher vorausschauend einen Farbenplan erstellen

# Beispiel Farbdefinition

Verwendung	Farbe	0,14 mm <sup>2</sup> (LiY)	0,75 mm <sup>2</sup> (H05V-K)	1,5 mm <sup>2</sup> (H07V-K)	2,5 mm <sup>2</sup> (H07V-K)
N-Schiene	grau	X	X	X	X
P-Schiene	schwarz	X	X	X	X
Herzstück/Kehrschleife	violett	X	X		
Masse	grün/gelb		X	X	X
MX10 12 V	grün			X	X
MX10 30 V	orange			X	X
~Versorgung	gelb	X	X		X
12 V Plus = Versorgung	blau	X	X		X
12 V Minus = Versorgung	rot	X	X		X
5 V Plus = Versorgung	braun		X	X	X
5 V Minus = Versorgung	weiß		X	X	X
Signal/Weiche Plus	blau	X			
Signal rot	rot	X			
Signal grün	grün	X			
Signal grün 2	grün/gelb	X			
Signal gelb/Weiche	gelb	X			
Signal weiß	weiß	X			
Abfahrtssignal	orange	X			
Ersatz-, Notsignal	transparent	X			
Vorsignal gelb 1	schwarz	X			
Vorsignal gelb 2	braun	X			
Vorsignal grün 1	grau	X			
Vorsignal grün 2	violett	X			
Servos	orange/braun/rot				
CAN-Bus-Kabel 6-polig			Beispiel von Andreas Pascher Paan-Bahn		
CAN-Bus-Kabel 8-polig					
i²C	Bandkabel 4-polig				

<https://AMW.huebsch.at>

Dieser Farbenplan – etwas vereinfacht – wurde für den Bau einer Anlage erstellt-

# Querschnitt

- Querschnitt sollte zum Stromfluss passen
  - Zu dünne Kabel verursachen Spannungsabfälle
  - Spannungsabfälle auf Rückleitern addieren sich
  - Sternförmig verkabeln

Draht Rechner auf

<http://atw.huebsch.at/Software/WireCalc.htm>

l [ ] (m)  
I [ ] (A)  
R [ ] (Ω) =  $\frac{l \cdot \rho}{S}$   
Material: Cu  
S [ ] (mm<sup>2</sup>)  
U [ ] (V) = R \* I (A)  
Calc Reset

Bedenken Sie Impulse mit 10x dem Nennstrom

<https://AMW.huebsch.at>

Der häufigste Fehler beim Bau einer Modellbahn sind zu dünne Kabel – wer im Zweifel ist immer die nächst dickere Dimension wählen

Mit dem Draht Rechner können Abschätzungen von Spannungsabfällen gemacht werden. Bitte daran denken daß man für eine geplante Entfernung Hinleiter und Rückleiter berücksichtigen muß.

Am unangenehmsten sind Störungen durch kurze Impulse. Hier können durch Kondensatoren auch hohe Ströme bereit gestellt werden.


# Verdrahtungs-Hinweise


 Verteilung der Signale über Klemmblöcke


 Beidseitig beschriftet

 Bedeutung

 Örtlichkeit

 Dauerhaft

 Gut lesbar

 Zugänglich beim Bau und im Betrieb



<https://AMW.huebsch.at>

Jedes Kabel gehört sofort beschriftet. Bitte keine Handbeschriftungen verwenden, die sind schnell unleserlich meist auch für den Autor selbst.

Die Beschriftung soll die Verbindung als auch den Ort und die Verwendung kenntlich machen. Wenn das Kabel durch seine Farbe eindeutig ist kann man die Beschriftung vereinfachen.

# Draht Querschnitte









## Handelsübliche Kabelbezeichnungen und ihre Eigenschaften

AWG	Durchmesser	Querschnitt	Widerstand
	mm	mm <sup>2</sup>	Ω/km
46	0,04	0,0013	13700
38	0,10	0,0082	2190
36	0,13	0,0127	1300
34	0,16	0,020	844
32	0,20	0,032	547
30	0,25	0,051	351
28	0,32	0,080	232
25	0,46	0,16	108
24	0,51	0,21	87,5
20	0,81	0,52	34,1
18	1,02	0,82	21,9
16	1,29	1,31	13,0
14	1,63	2,08	8,54
13	1,83	2,63	6,76
12	2,05	3,31	5,40
10	2,59	5,26	3,40
8	3,26	8,37	2,20

<https://AMW.huebsch.at>






## Kabelquerschnitt Empfehlung

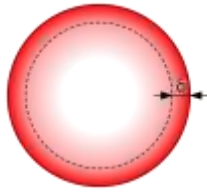
 Verteilung Schiene, Lichtstrom	1,5 – 4mm <sup>2</sup>
 Zuleitung zu Gleisabschnitt	0,5mm <sup>2</sup>
 Gleisanschluss	0,25mm <sup>2</sup>
 Weichenanschluss	0,25-0,5mm <sup>2</sup>
 Formsignal	0,25mm <sup>2</sup>
 Lichtsignal	0,1mm <sup>2</sup>
 Beleuchtung Zuleitung	0,25mm <sup>2</sup>
 Kabel kostet etwa €0,01 bis 0,50 pro Meter im Vergleich zu anderen Dingen an der MoBa eher geringe Beträge	

<https://AMW.huebsch.at>

Ein paar Empfehlungen zu den Querschnitten. Das sind keine „Gesetze“ sondern hinweise zu den ungefähr nötigen Querschnitten

## Draht oder Litze




-  Für die in der MoBa verwendeten Signale mit Leistung Geschmackssache
-  Frage der Verarbeitung und Montage
-  Korona Effekt bei Digitalsignalen mit etwa 10kHz irrelevant Eindringtiefe ist hier 500µm also erst ab 1,5mm<sup>2</sup> bemerkbar



<https://AMW.huebsch.at>

Der Skin Effekt oder Korona Effekt tritt bei den Gleissignalen auch schon auf nur ist die Eindringtiefe ab der 30% Abschwächung auftritt 500µm. Bei Leitungen >1,5mm<sup>2</sup> wird man wegen der leichteren Bearbeitung ohnehin auf Litzen umsteigen.

# Litzen Behandlung

-  Litzen niemals direkt klemmen, einzelne Drähtchen werden abgerissen, verbogen und können Kurzschlüsse verursachen
-  Verlöten hat den Nachteil, daß das Lot wegfließt
-  Adern-Endhülsen €0,01 bis €0,10

 Billig




 Leicht zu montieren

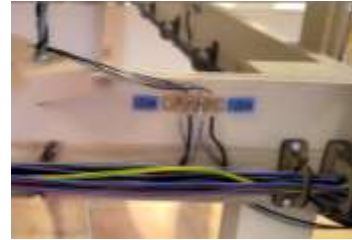


<https://AMW.huebsch.at>


Litzen am besten mit Adernendhülsen versehen und dann Klemmen.

# Kabelführung

-  Kabel sollten sauber geführt werden und gut lesbar beschriftet sein
-  Lötstützpunkte in der Nähe des Verbrauchers
-  Vom Stützpunkt gegebenenfalls mit dünneren Drähten zum Ziel



## Kabelkanäle

-  Unflexibel erschwerter Zugriff und schwierige Kabelverfolgung




<https://AMW.huebsch.at>

Kabelkanäle haben ab einer gewissen Füllung massive Wartungseinschränkungen. Weiterer Nachteil ist daß die verlegten Leitungen nicht einsichtig sind.

# Kabelführung

 Kabelkanäle




 saubere Führung gute Dokumentation

<https://AMW.huebsch.at>

Der Bau einer Anlage kann auch optisch ansprechend sein.

Die Gleisabschnittsmelder hier MX9 zwischen den Kabelkanälen sind gut einsichtig. Man kann leicht die Status LEDs ablesen. Wartungsarbeiten wie z.B. EPROM Tausch ist so leicht durchführbar.

# Kabel Haken

 Kabel in Haken geführt erlaubt einfaches Einlegen und verfolgen der verlegten Kabel



<https://AMW.huebsch.at>

Alternative zu Kabelbindern oder Kabelkanälen.  
Ermöglicht das Einlegen neuer Drähte ohne irgendwelcher Demontage Arbeiten und ohne Werkzeug.  
Die Kabel bleiben einsichtig, man kann eine, „verdächtigen“ Draht so leicht über die Anlage verfolgen

# Kabelbinder

 Verlässliches Montage Mittel

 1000 Stück €20,-



<https://AMW.huebsch.at>









Kabelbinder kosten faktisch nichts. Man sollte immer ausreichende Mengen vorrätig haben.

Es gibt Kabelbinder mit Beschriftungsplättchen.

Kabelbinder mit Montagefüßen die geklebt oder angeschraubt werden. Weiters gibt es Kabelbinder mit einem Auge zum Anschrauben.

Nachteil der Kabelbinder bei Änderungen müssen die aufgezwickelt und somit zerstört werden. Lösbare Kabelbinder sind meist etwas teuer.

# Kabelführung

-  Kabel nach Bedarf getrennt führen um Störungen durch Übersprechen zu verhindern
  -  1-2cm Distanz reichen oft schon aus
  -  Melder Kabel auf jeden Fall schützen
-  S88 Bus besonders störanfällig TTL Pegel
  -  HSI88 etwas besser durch LAN Kabel
  -  Auf Verdrillungspaare aufpassen
-  Massekabel immer Sternförmig verkabeln
  -  Masse ist nicht gleich Masse siehe <https://decoder.guru/Tipp/Masse.shtml>

<https://AMW.huebsch.at>

Energiezufuhr und Melder Leitungen sollten einen gewissen Abstand haben um Störungen zu vermeiden.

S88 Bus ist besonders Störemfindlich da nur TTL Pegel verwendet wird.

Masse Kabel unbedingt!!!! oder besser auch Energie Zufuhr am besten sternförmig verkabel. Das vermeidet bzw verringert daß Impulse von einer Last einen anderen Verbraucher durch die gemeinsam verwendeten Leitungen stören.



Es gibt 10<sub>b</sub> Gruppen Menschen



jene die Digitaltechnik verstehen und die  
anderen

<https://AMW.huebsch.at>