

Modulsystem Schmalspur Modulbaugruppe



399.04 bei Schleife Weitra, km 12



Mh6 bei Gösting



Ausstellung St. Magdalena 2003



Ausstellung St. Magdalena 2003



kurz vor Harruck



Heizhaus Obergrafendorf 2003

Inhaltsverzeichnis:

	Seite	Norm / Empfehlung
Einleitung	3	Norm
Thema, Epoche	3	Norm
Der Modulkasten	4	Norm
Genormter Übergang	5	Norm
Verbindungsgleisstück	7	Norm
Mechanische Modulkopplung	8	Norm
Präsentationshöhe	8	Norm
Gleisabstand, Rampenhöhen, Bahnsteighöhe	9	Norm
Querschnitt des Gleiskörpers	10	
Überhöhung, Übergangsbogen	11	
Gleisverlegung	14	
Lichtraum	14	Norm
Fahrzeugumgrenzung	15	Norm
Signale, Grenzmarke	15	
Achssätze und Spurmaß	16	Norm
Tunnelprofil	17	Norm
Kuppeln der Fahrzeuge – Bügelhöhe	18	Norm
Telegrafmasten, -leitung	18	Empfehlung
Kennzeichnung der Fahrzeuge	18	Norm
Elektrik – Grundgedanken	19	
Polung der Fahrzeuge	19	Norm
Stromversorgung	20	
Verbindungskabel Gleichstrom	20	Norm
Verkabelung Streckenmodul	21	Norm
Verbindungskabel Wechselstrom	22	Empfehlung
Elektrische Verbindung der Bahnhofmodule untereinander	23	Empfehlung
Ergänzendes zur Elektrik	23	
Kennzeichnung der Stellpulte: Symbole	24	Norm
Beispielbahnhof – Gleisabschnitte	24	Empfehlung
Beispielbahnhof – Stellpult	24	Empfehlung
Beispielbahnhof – Verdrahtung der Gleisabschnitte	25	Empfehlung
Betrieb	26	
Elektronischer Handregler	27	
Quellenverzeichnis	29	

Einleitung

Aufgabe von Normen zum Bau von HOe Modulen ist es, sicherzustellen, daß alle unter Beachtung der Normen gebauten Module mechanisch und elektrisch zusammen passen und sich beliebig zu Arrangements vereinen lassen, die eine mehr oder weniger große betriebsfähige Modellbahnanlage darstellen.

Auf den ersten Blick mögen die Normen wie ein stark einengendes Korsett wirken. Beim näheren Hinschauen wird man jedoch sehen, daß das meiste Selbstverständlichkeiten sind, die nur schriftlich festgehalten wurden. Dem Modulbauer bleibt genügend Freiraum, seinen individuellen Ideen nachzukommen. Außerdem erheben die Normen nicht den Anspruch, vollständig oder endgültig zu sein, so daß es immer möglich sein wird, weitere Verbesserungen einzuführen, wenn dies im allgemeinen Interesse liegt.

Oberstes Ziel aller, die sich mit dem Bau und Betrieb von Modelleisenbahnen befassen, sollte sein, daß der jeweils beste Stand der Dinge Basis des Handelns ist. Das bedeutet, daß möglichst vorbildgetreue und maßstäbliche Gleise, Fahrzeuge, Landschaftsgestaltungen, Betriebssituationen etc. angestrebt werden. All das läßt sich sicher nicht auf Anhieb erreichen, sollte aber immer das angestrebte Ziel bleiben.

Thema / Epoche

Österreichische Schmalspurbahn mit einer Spurweite von 760 mm.

Flache, ländliche Umgebung: Die meisten Schmalspurbahnen wurden zur Erschließung ländlicher Gegenden angelegt. Haupttransportgut waren nicht selten Agrarprodukte (z.B. Zuckerrüben). Außerdem war man bemüht, zur Vermeidung teurer Kunstbauten, die Strecke möglichst in der Ebene oder wenigstens am Talgrund zu verlegen. Da die durchschnittliche Breite unserer Module nur einen Landschaftsausschnitt von etwa 26 m Breite repräsentiert, ist eine flache Landschaftsgestaltung also durchaus vorbildgerecht (was die Ausbildung von Hügeln, Brücken, Unterführungen usw. innerhalb eines Moduls natürlich nicht ausschließt. Straßen, Wege und Gewässer sollten nicht die Modulschnittstellen queren.

Freie Landschaftsgestaltung: Jede vorbildgerechte Landschaft sowie beim Vorbild übliche (oder zumindest glaubhafte) Betriebseinrichtungen können dargestellt werden. Die Schmalspur verführt durch ihre Größe leicht zu spielzeughafter oder gar „niedlicher“ Aufmachung bzw. zur Überladung der Ausgestaltung. Das ist zu vermeiden, denn auch eine Schmalspurbahn ist trotz einfacherer Ausführung eine „richtige“ Eisenbahn.

Jahreszeit: Sommer. Läßt sich leicht und überzeugend darstellen und ist auch bei den meisten Modellbahnern die bevorzugte Jahreszeit.

Keine Elektrifizierung (Oberleitung)

Betrieb nach DV V2 (Signalvorschrift) und DV V3 (Betriebsvorschrift) der ÖBB

Module, die andere Themen als die oben genannten behandeln (z.B. Industrieanschlüsse, Feldbahnen, etc.), können selbstverständlich gebaut und in einen Arrangement betrieben werden. Voraussetzung ist allerdings, daß sie in Ausführung und Gestaltung zum Gesamteindruck der Anlage passen bzw. sich glaubhaft in ein Modularrangement einfügen lassen.

Der Modulkasten

Grundsätzliches:

Die Länge der Module ist beliebig; die Transportmöglichkeit bestimmt die maximale Länge der Module.

Der Bogenwinkel eines Bogenmoduls soll ein Vielfaches von 15° sein. (Ermöglicht ein einfacheres Zeichnen des Arrangements)

Modulbreite: mindestens 300 mm, d. h. 150 mm beiderseits der Gleisachse. Breitere Teile sind durchaus möglich und bei größeren Bahnhofsanlagen sicherlich unumgänglich. Die Gleisachse muß aber im Übergangsbereich mindestens 150 mm innerhalb der Längsseiten liegen.

Modulhöhe:

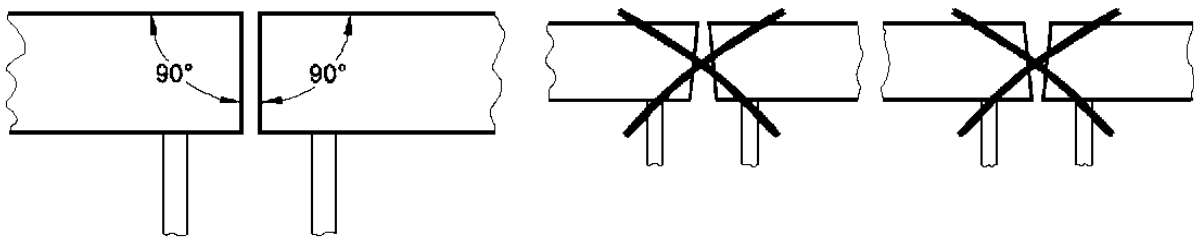
Für die **Korpushöhe** wurde 80 mm als Minimum angesetzt, jedoch wird aus Gründen der Stabilität bzw. der Geländegestaltung **100 mm** empfohlen. Die Höhe kann jedoch aufgrund der Geländeform auch größer gewählt werden. Der Extremfall wäre eine bis zum Boden reichende Schlucht.

Modulstirnseite:

Querschnitt:

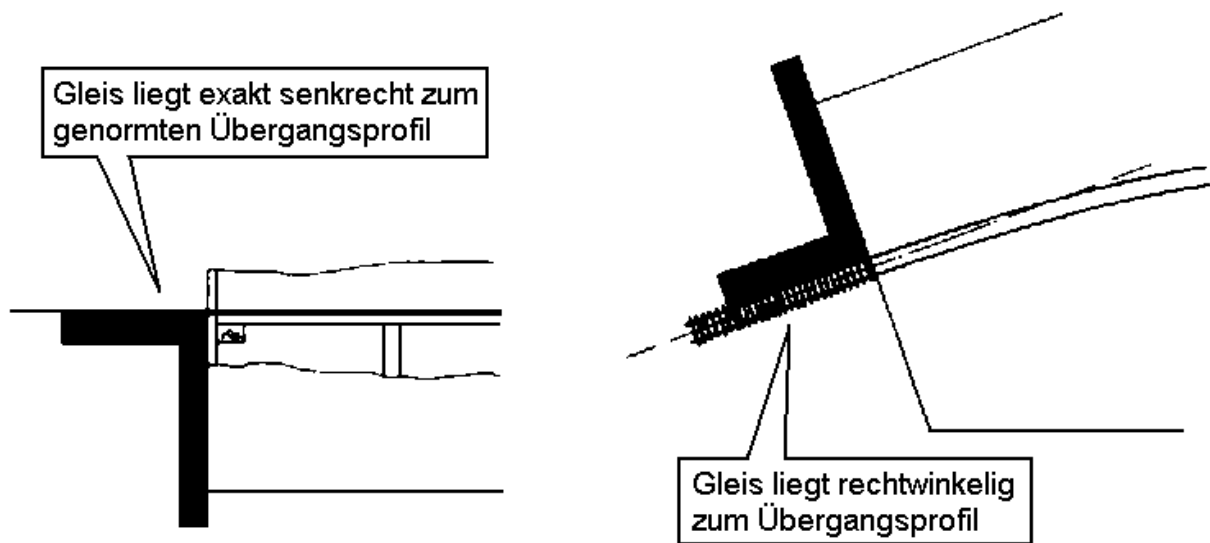
Der Querschnitt ist mindestens 300 mm breit und eben. Breitere und höhere Stirnseiten sind möglich, sofern die Anschlußmaße in Bezug auf Gleismitte und SOK eingehalten werden.

Die Modulstirnseiten **müssen senkrecht** stehen, andernfalls wäre ein verzugsfreier Zusammenbau der Module mit sauberem Gleisübergang unmöglich und eine Beschädigung der anschließenden Module nicht ausgeschlossen.

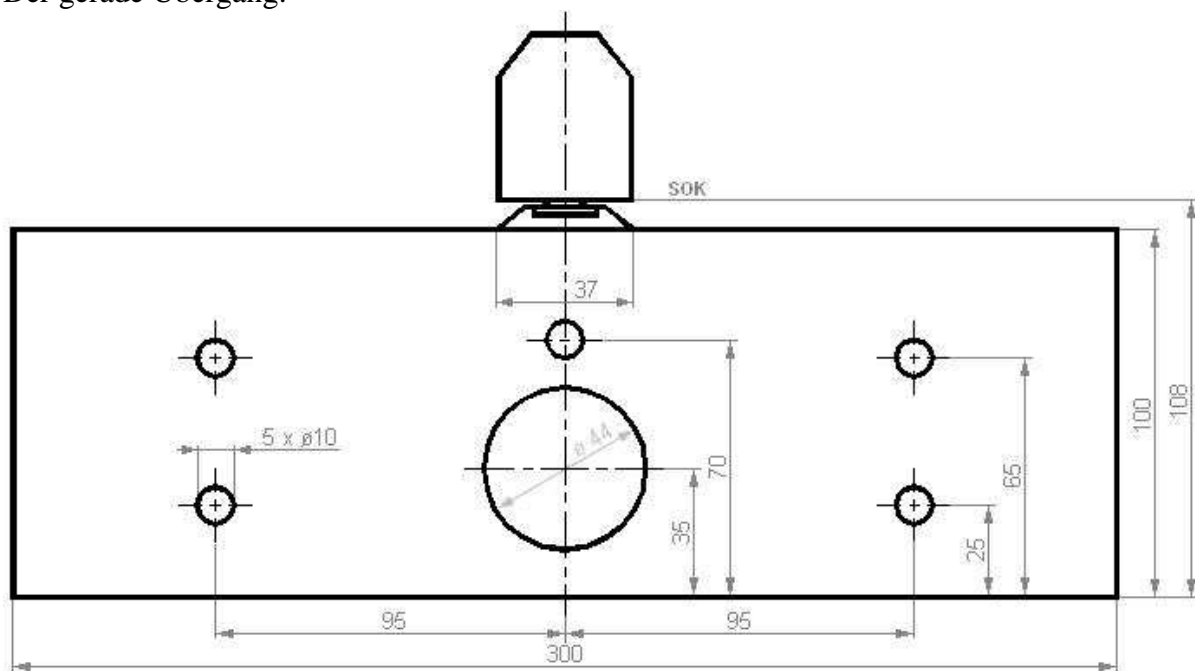


Modulsystem Schmalspur Modulbaugruppe

Die Gleisachse stößt rechtwinklig auf das Endprofil. Sonst würde sich ein Knick im Gleisverlauf ergeben, der nicht nur vorbildwidrig ist, sondern auch einen funktionsfähigen Betrieb unmöglich machen würde (Entgleisungen).



Der gerade Übergang:



Gerader Übergang
mit Modul 760 (H. Gerstner) kombinierbar

Schmalspur Modulbaugruppe

Die Modulübergänge müssen ca. 1 cm von der Oberkante aus grün angestrichen werden. Dies gewährleistet einen relativ harmonischen Übergang zwischen den Modulen. Mit passendem Streumaterial können evtl. vorhandene Spalte kaschiert werden.

Beiderseits der Gleise kann ein **Graben** vorgesehen werden. Diese Gräben waren häufig – aber nicht immer – neben den Gleisen zu finden (Feuerschutz- bzw. Entwässerungsgraben).

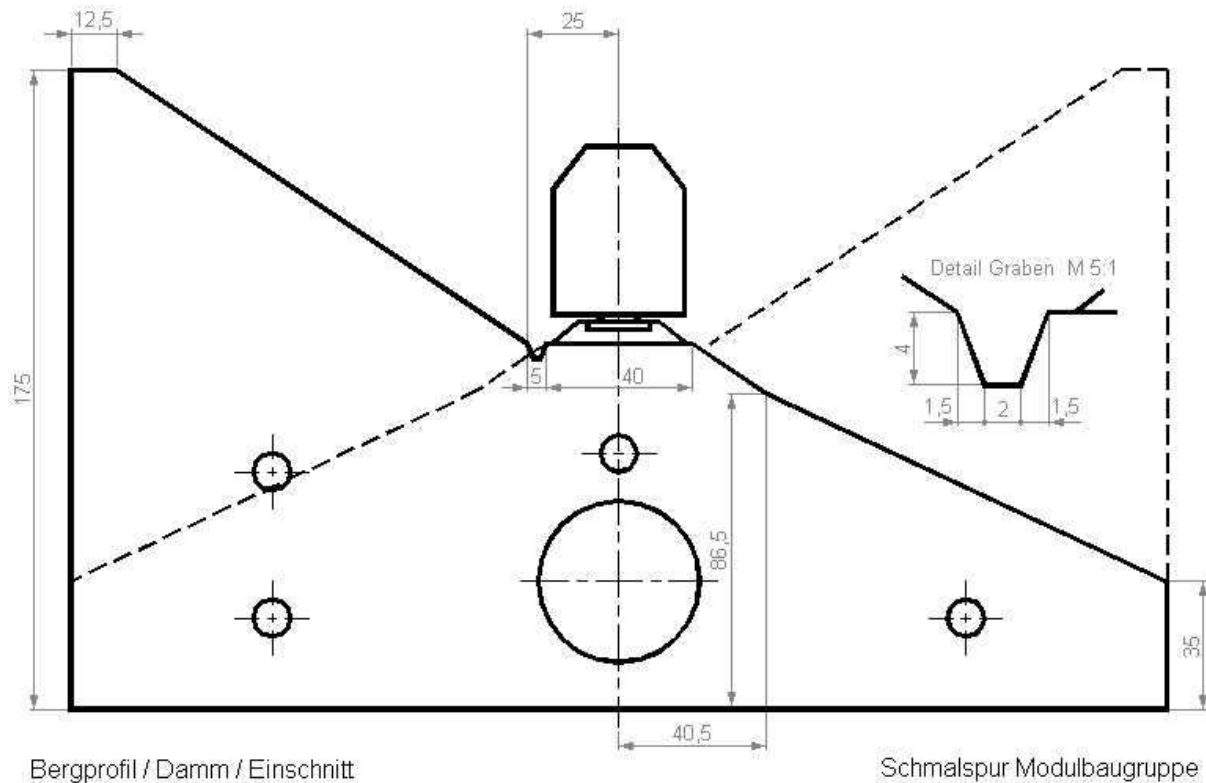
Die **Modulkästen** sind außen schokoladebraun (RAL 4711) zu streichen.

Andere Geländeform:

Grundsätzlich gibt es nur den ebenen Übergang.

Auf diesem Normquerschnitt aufbauend könnten auf beiden Seiten des Gleiskörpers Schrägen anschließen – Hang oder Einschnitt. In diesen Fällen würde das Gelände zwar nicht mit den Nachbarmodulen zusammenpassen, jedoch die technische Verbindungsmöglichkeit bliebe weiter erhalten.

Vorschlag:



Wegen der fehlenden Maße: siehe „flacher Übergang“ auf der Vorderseite.

Gleislage:

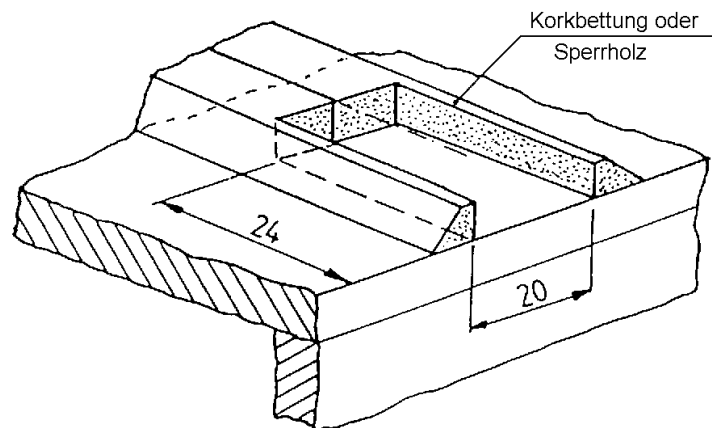
Mittig beim 300 mm breiten Übergang.

Bei breiteren Teilen jedoch mindestens 150 mm innerhalb der Korpuslängsseite. SOK 8 mm über der Korpusoberkante (Gleiskörper (von ROCO oder BEMO) auf 4 mm Bettung (Sperrholz oder Kork))

Brünierte oder rostfarbene gealterte Schienenprofile wirken besser als blanke. Ebenso sollte man den Gleiskörper dezent betriebsverschmutzen – rostig / graubraun mit Ölschichten bei Weichen oder an Stellen, an denen oftmals Lokomotiven länger stehen.

Verbindungsgleisstück

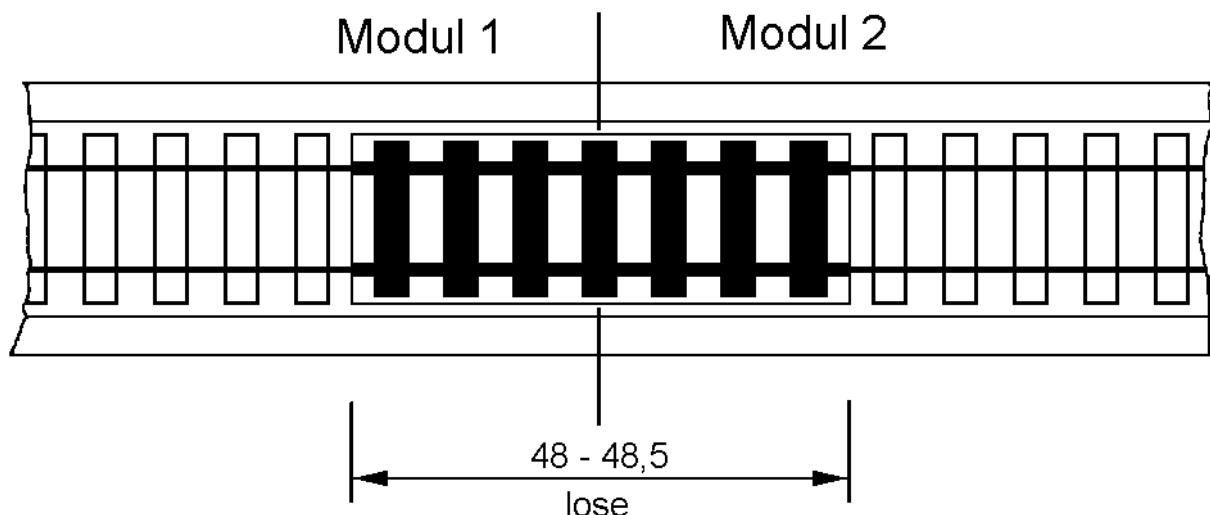
Der Gleisbeginn ist 24 – 24,5 mm innerhalb des Stirnbrettes zu legen, so daß das lose Verbindungsstück stets auch etwas Längsspiel in den Laschen besitzt, wenn die Module fest verschraubt sind. Rückt man mit dem Gleisbeginn zu knapp an die Kante, so klemmt man das Verbindungsstück bereits zwischen den Stirnseiten der Modulschienen ein, bevor die Stirnbretter ordentlich fest verschraubt sind. Beschädigung der Gleise wäre die mögliche Folge, hingegen kleine Schienenstöße fallen nicht ins Gewicht und hätten bestenfalls ein „Tack – Tack“ der Räder zur Folge, was durchaus dem Vorbild nahe kommt.



Das lose Gleisstück ist ein ROCO Gleisstück 32203 mit 47,9 mm Länge, das auf einer 2 mm dicken und 19 mm breiten Unterlage geklebt und eingeschottert ist.

Gleisfabrikate (Empfehlung): Es wird ROCO bzw. BEMO-Gleis empfohlen. HOe-Gleis anderer Hersteller (z.B. Liliput, Pilz / Tillig, Technomodell,...) sollten im Übergangsbereich nicht verwendet werden, da deren Schienenprofile und Gleisroste gegenüber ROCO und BEMO andere Querschnitte aufweisen.

Es ist keinesfalls empfehlenswert, das Gleis bis zum Modulende gehen zu lassen (insbesondere Weichen): Die Gefahr einer Beschädigung der Gleise (aber auch der Kleidung) beim Transport und beim Aufbau ist zu hoch. (Ausreißen der Schienen aus den Schwellen).



ABER: An Modulkanten innerhalb von Bahnhöfen, wo mehrere Gleise das Modulende queren, ist es aber empfehlenswert, die Gleise bis an das Modulende gehen zu lassen. In diesem Fall sind die Gleise aber auf (Messing-) Schrauben aufzulöten, um ein Ausreißen zu verhindern. Weichen wenn nur irgendwie möglich nicht an das Modulende setzen, sondern zwischen Modulende und Weiche ein Gleisstück legen, das man mit wenig Aufwand im Bedarfsfall austauschen kann.

Mechanische Modulkupplung

Die Modulstirnseiten sind mit Maschinenschrauben M 8 (oder Flügelschrauben M 8) mit Flügelmuttern und großen Unterlegscheiben (Karosseriescheiben) durch die 10 mm Löcher zu verbinden (keine Einschlagmutter). Durch die Verwendung von Maschinenschrauben (Gewinde bis zum Kopf) mit großem Untermaß (2 mm) können kleine Bauungenauigkeiten ausgeglichen werden. Große Unterlegscheiben gleichen schädliche Einflüsse (Eindrückungen) auf die Endprofile aus. Sie können auch an den Modulstirnseiten (innen) angeklebt werden.

Präsentationshöhe

Boden – Moduloberkante: 1000 mm

oder:	Boden – Moduloberkante:	1000 mm
	Bettung:	4 mm
	Gleis:	<u>4 mm</u>
	Summe Boden – SOK	1008 mm

Es ist sinnvoll und notwendig, eine Höhenverstellbarkeit von ± 15 mm vorzusehen.

Mindestabstand von 80 mm zwischen Gleis und Modulaußenkante: Dieser Mindestabstand verhindert, daß eventuell umstürzende Fahrzeuge vom Modul aus auf den Boden fallen.

Maße baulicher Anlagen

Bei der Planung von Bahnhofsgleisanlagen sind, je nach vorgesehenem Betrieb mit oder ohne Rollfahrzeugen (Rollböcke oder Rollwagen mit verladenen Normalspurwagen), die Gleis- und Rampenabstände der folgenden Tabellen zu berücksichtigen:

Abstand zwischen den Gleisen				
1. Gleis	2. Gleis	Signal zwischen den Gleisen	Vorbild [mm]	Modell [mm]
Schmalspur	Schmalspur	Nein	3300	38
Schmalspur	Schmalspur	Ja	3650	42
Schmalspur	Normalspur oder Rollwagen	Nein	3650	42
Schmalspur	Normalspur oder Rollwagen	Ja	4000	46
Normalspur oder Rollwagen	Normalspur oder Rollwagen	Nein	3850	44
Normalspur oder Rollwagen	Normalspur oder Rollwagen	Ja	4500	52

Rampenhöhen

Maße über SOK	Vorbild [mm]	Modell [mm]
Seitenrampe ohne Rollfahrzeuge	800	9,5
Kopframpe ohne Rollfahrzeuge	835	9,5
Rampen zur Entladung von aufgeschemelten Normalspurwagen	1100 + RH *)	13 + RH *)

*) RH = Rollfahrzeugladehöhe (Modell 6,5 mm über SOK)

Bahnsteighöhe

Maße über SOK	Vorbild [mm]	Modell [mm]
Befestigte Bahnsteigkante	380	4,5
Schüttbahnsteig	120	1,5

Gleisbogenüberhöhungen

In der Geraden liegen die beiden Schienen auf gleicher Höhe

Bei Bogenfahrt wirkt auf Fahrzeug, Insassen und Ladung die Fliehkraft. Sie ist abhängig von der Masse des Fahrzeugs, der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Bogenhalbmesser.

Um den Einfluß der Fliehkraft zu mindern, gibt man dem Gleis eine Überhöhung u.

Unter Überhöhung versteht man die höhere Lage der Außenschiene eines Gleisbogens. Auch bereits bei relativ geringen Geschwindigkeiten erfolgt aus Komfortgründen eine Überhöhung um die auf Reisenden und Güter wirkende Seitenbeschleunigung bei Bogenfahrt zu mindern.

Überhöhungen wirken zwar trotz der relativ geringen Maße optisch gut, benötigen aber einen Mehraufwand beim Bau, da nach jedem erhöhten Bogen ein exakter Übergang in die Horizontale erfolgen muß. Nachfolgend die Überhöhungstabelle:

	Radius in mm; angegebene Überhöhung in 0,1 mm																					
V _{max}	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
20	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	7	7	5	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30			7	7	7	6	4	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35							7	7	7	5	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40									7	7	7	5	4	3	2	2	1	0	0	0	0	0
45											7	7	7	6	5	4	3	3	2	1	1	0
50														7	7	7	6	5	4	4	3	2
55																	7	7	7	6	5	5
60																					7	7

Übergangsbogen (NEM 113)

Zweck und Begriff:

Der unmittelbare Anschluß eines Kreisbogens an eine Gerade oder an einen Gegenbogen bewirkt bei der Durchfahrt von Fahrzeugen

- einen seitlichen Ruck durch die plötzliche Richtungsänderung sowie
- eine gegenseitige Verschiebung benachbarter Fahrzeugenden.

Um diese störenden Erscheinungen zu mindern, empfiehlt es sich, auf der freien Strecke und in den Durchfahrgleisen der Bahnhöfe Übergangsbögen (ÜB) einzuschalten.

Der ÜB ist eine Kurve mit sich stetig veränderndem Radius, der sich beim Übergang aus der Geraden von unendlich bis auf den Radius des anschließenden Kreisbogens vermindert.

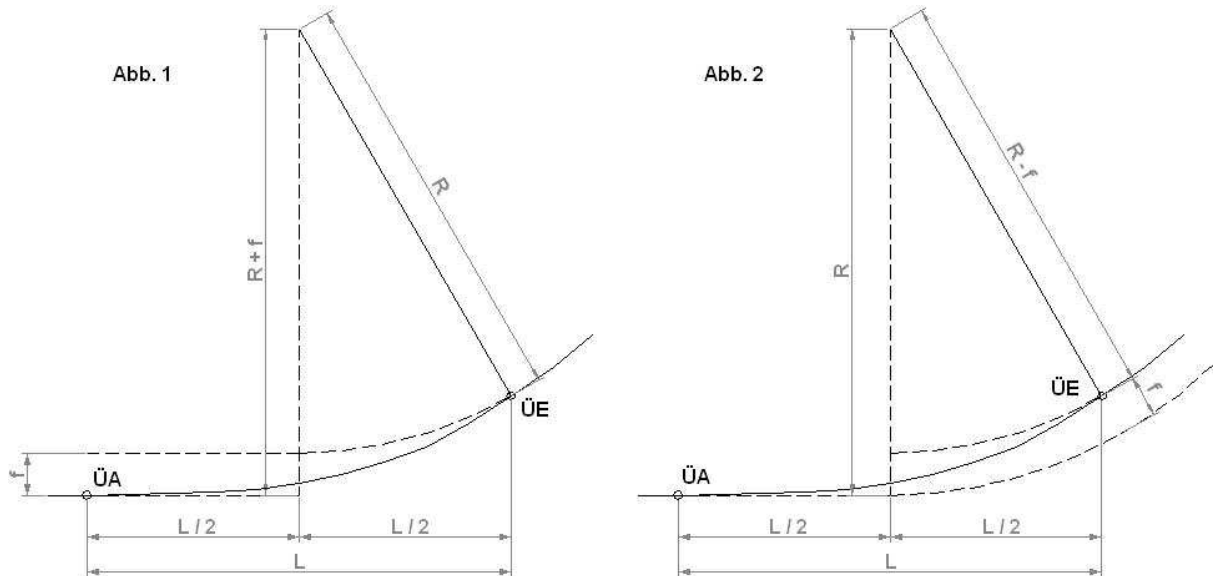
Besonders vorteilhaft sind ÜB bei Kreisbogen mit kleinem Radius, während man bei Bogenradien > 900 mm auf ÜB verzichten kann.

Darstellung:

Je eine Hälfte des ÜB ersetzt eine entsprechende Länge der Geraden und des Kreisbogens.

Für den Anschluß des ÜB an eine Gerade und den Kreisbogens wird

- entweder die Gerade parallel um den Wert **f** verschoben (Abb. 1)
- oder der Radius des Kreisbogens um den Wert **f** verkleinert (Abb. 2)



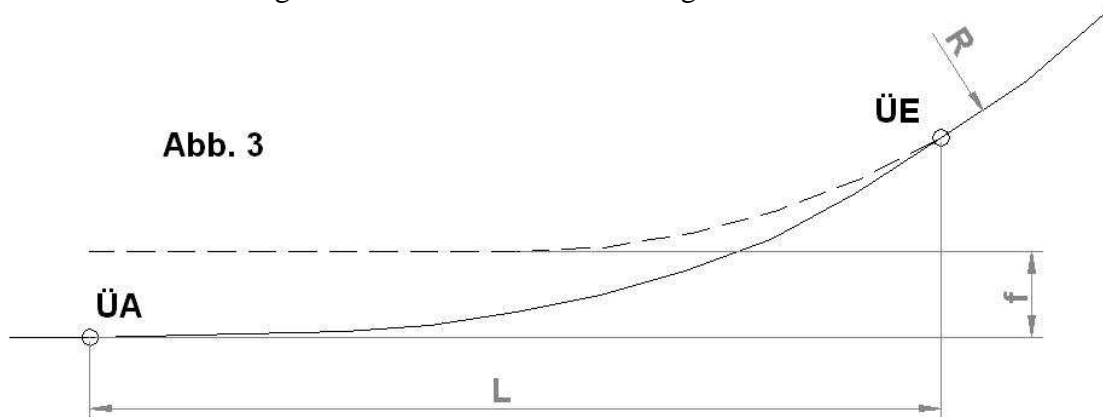
Gegenbogen mit ÜB können ohne Zwischengerade aneinander anschließen.

Abmessungen:

Als Kennwerte für den ÜB gelten nach Abb. 3 die Abmessungen

L = Länge des ÜB

f = Verschiebung der Geraden bzw. Reduzierung des Radius



Um die zu einem bestimmten Kreisbogen mit Radius **R** passende Kombination der Werte **L** und **f** zu bestimmen, werden zwei Methoden zur Wahl gestellt:

1. Methode:

Bei dieser Methode wird für jede Spurweite ein konstanter Wert **f** festgelegt.

Für HOe gilt: **f = 4mm**

Die Länge des ÜB kann mit der Formel $L = \sqrt{f \times 24 \times R}$ errechnet werden.

2. Methode:

Die Länge des ÜB kann unabhängig vom Bogenradius unter folgenden Bedingungen frei gewählt werden:

- **L** soll kleiner als **R** sein, möglichst **L < 0,8 R**
- **L** soll mindestens der Länge des längsten verkehrenden Fahrzeuges entsprechen

Der Wert **f** ist in Abhängigkeit vom Verhältnis **L : R** nach folgender Tabelle zu errechnen:

L / R	< 0,6	0,6 ... 0,8	> 0,8 (vermeiden)
f =	$\frac{L^2}{24 \times R}$	$\frac{L^2}{23 \times R}$	$\frac{L^2}{22 \times R}$

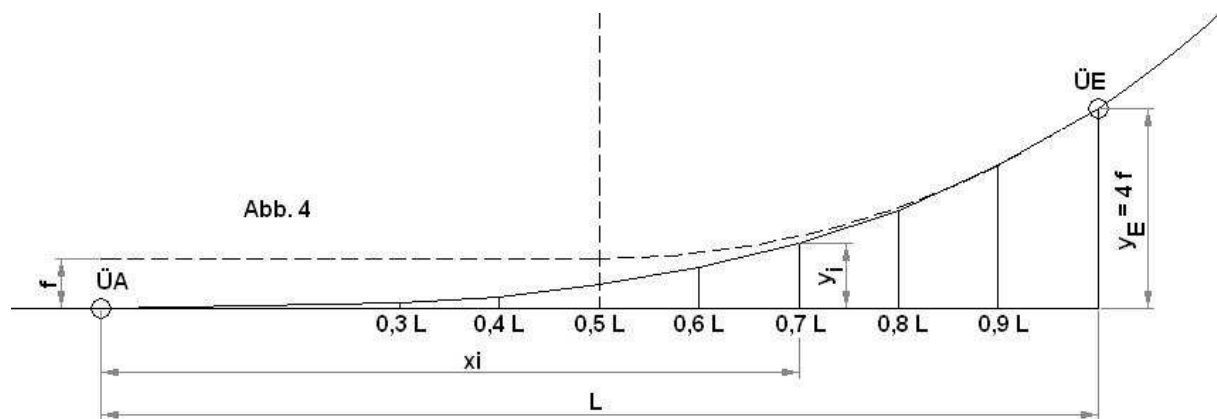
Ausführung:

Nachdem die Werte **L** und **f** bestimmt sind, können die Endpunkte ÜA und ÜE des ÜB markiert werden, indem

- man eine Parallele zur Geraden in ihrer endgültigen Lage im Abstand der Endordinate $y_E = 4 \times f$ zeichnet, deren Schnittpunkt mit dem Kreisbogen den Punkt ÜE ergibt (Abb. 4),
- die Länge des ÜB **L** auf der Geraden in ihrer endgültigen Lage, ausgehend von der Senkrechten zum Punkt ÜE, abgemessen und damit der Punkt ÜA ermittelt wird.

Konstruktion über Zwischenpunkte:

Die Zwischenordinaten y_i werden als Teile der Endordinate y_E nach der Tabelle errechnet.



x_i	0	0,3 L	0,4 L	0,5 L	0,6 L	0,7 L	0,8 L	0,9 L	1,0 L
y_i	0	0,03 y_E	0,06 y_E	0,125 y_E	0,21 y_E	0,33 y_E	0,49 y_E	0,72 y_E	1,0 $y_E = 4 f$

Gleisverlegung

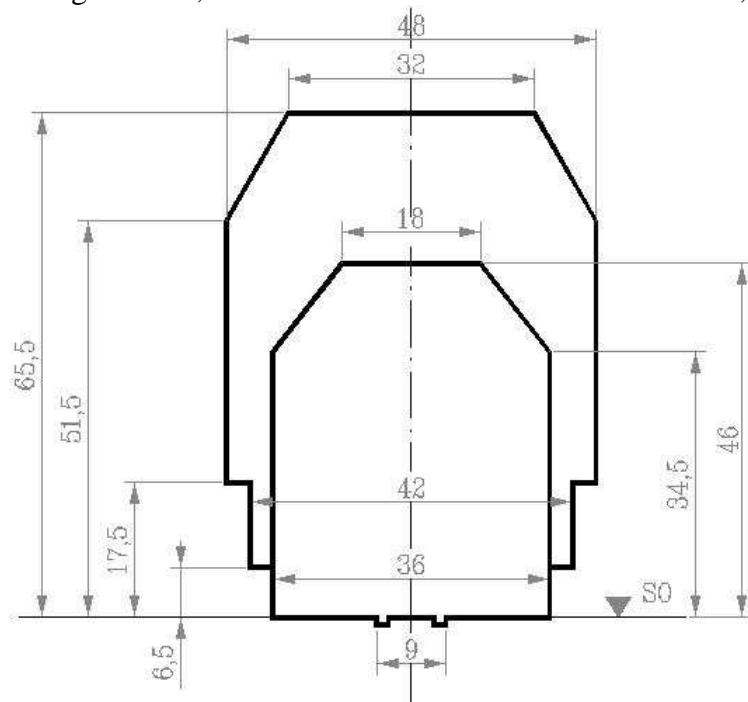
Auch auf die Wichtigkeit exakter Gleisverlegung sollte hingewiesen werden. Nichts ist störender, als wenn der schönste Zug wankend und wackelnd über die Gleise dahertaumelt. Unsauber verlegte Gleise sind auch Ursachen von Entgleisungen bzw. Stromabnahmeproblemen. Es ist zu bedenken, daß wir uns zwar mit dem Thema Schmalspurbahn beschäftigen, aber keineswegs feldbahnmäßige Gleise unseren Modellen zumuten sollten. Etwas mehr Zeit und Sorgfalt bei der Gleislage erspart später so manchen Ärger.

Lichtraum

Die Umgrenzung des lichten Raumes (NEM 104) stellt jenen Freiraum dar, in welchem kein Objekt entlang der Gleise ragen darf um die Fahrzeuge nicht zu gefährden. Bei Rollwagen- oder Rollbockbetrieb ist der Lichtraum für Normalspurbetrieb nach NEM 102 anzuwenden, wobei dieser aber höhenmäßig noch um die Ladehöhe ($R = 6,5 \text{ mm}$) der Rollfahrzeuge zu vergrößern ist.

PRAXISTEST – Trotz aller Normungen sollte man aber trotz allem schon beim Gleis- und Geländebau stets Probefahrten mit den größten Fahrzeugen durchführen um dann nicht später an einem unbedachten Hindernis zu scheitern. Gerade etwa auf Rollfahrzeugen aufgeschemelte Normalspurwagen können in engeren Gleisbögen beachtlich überhängen. Auch so manches Handelsmodell überschreitet dort oder da das rechnerische Profil.

Die Breitenmaße des Lichtraumprofils gelten für das gerade Gleis. Im Bereich von Gleisbögen ist das Lichtraumprofil zur Bogenaußen- als auch zur Bogeninnenseite hin, in Abhängigkeit vom Bogenradius, als auch dem verwendeten Rollmaterial, um das Maß E zu erweitern.



$$E = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{A}{2}\right)^2}$$

E ... Breitenerweiterung

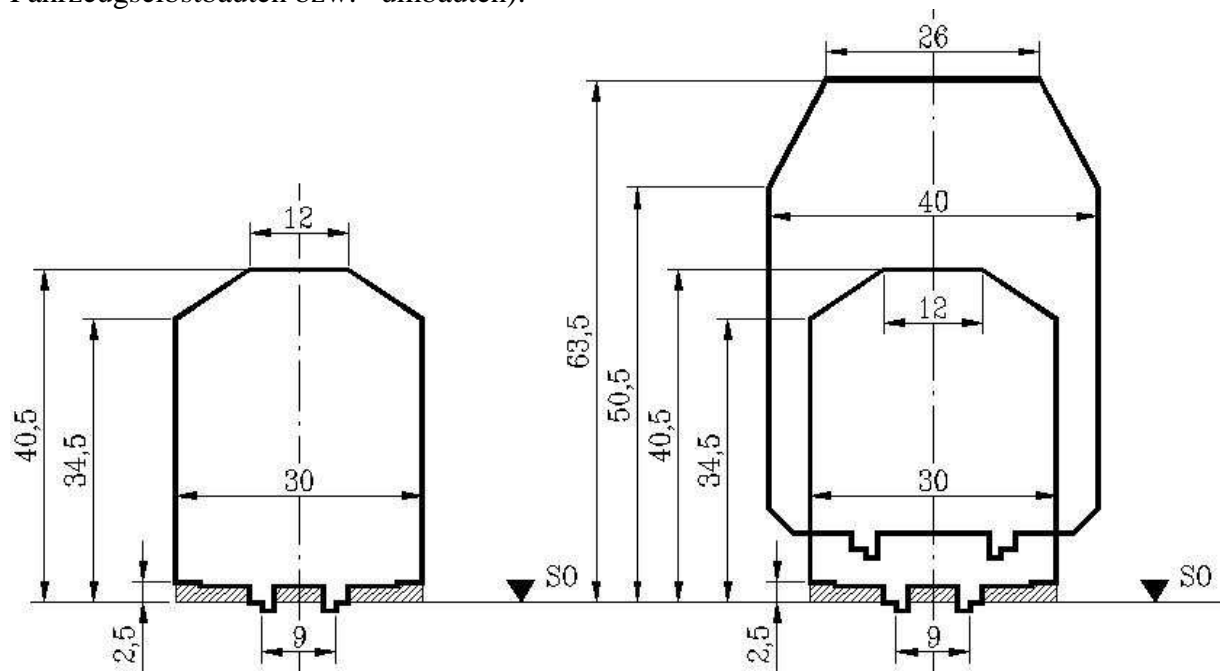
R ... Bogenradius

A ... Fester Achsstand oder Drehzapfenabstand der Drehstelle des längsten Fahrzeuges

Bei Rollwagenbetrieb ist für den Wert A der Drehzapfenabstand des längsten Normalspur-Drehgestellwagens + Drehzapfenabstand des Rollwagens einzusetzen.

Fahrzeugumgrenzung

Zur Vollständigkeit noch die maximale Fahrzeugumgrenzung (nur wichtig bei Fahrzeugselbstbauten bzw. -umbauten):



Die Breitenmaße gelten nur für zweiachsige Wagen; Drehgestellwagen müssen entsprechend schmaler gebaut werden

Signale

Allgemeines

Vielfach verbindet man mit dem Begriff „Signal“ nur den Gedanken an jene großen Haupt-, Vor- und Versubsignale, welche heute mit ihren Farblichtspielen den Verkehr auf den Schienen regeln. Aber gerade auf Schmalspurbahnen, welche ja meist vor oder um die Jahrhundertwende entstanden sind, trifft man diese fast kaum an, dafür gibt es eine Menge anderer Signale, welche der Laie oftmals gar nicht als solche ansehen würde, z.B. Pfeif- und Schaltstellenpflöcke, Schneeräumsignale oder Trapeztafeln an Stelle von Einfahrtsignalen bzw. der weiße Eckanstriche bei Laderampen oder Lokschuppentoren.

Der Signalbereich ist daher bei Schmalspurmodulen ein eher „preisgünstiges“ Kapitel, da sich abgesehen von den Weichensignalkörpern nahezu alles selbst herstellen läßt, Grenzmarken, Trapeztafeln, Langsamfahrtsignale usw. Die Signalausrüstung der Schmalspurbahnen ist relativ spartanisch.

Grenzmarken

Neben den Signalkörpern der Weichen wichtigste Signale sind die Grenzmarken. Sie kennzeichnen vor Weichen zwischen den zusammenlaufenden Gleisen jenen Punkt, über den kein Fahrzeug in Richtung Weiche hinausragen darf, damit am Nebengleis noch ungehinderter Betrieb möglich ist. Grenzmarken sind schwarz-weiß-schwarz oder rot-weiß-rot gestrichene, horizontal im Schotterbett liegende Betonblöcke. Grenzmarken sind daher beim Modellbau bereits vor dem Schottern des gesamten Gleiskörpers zu verlegen.

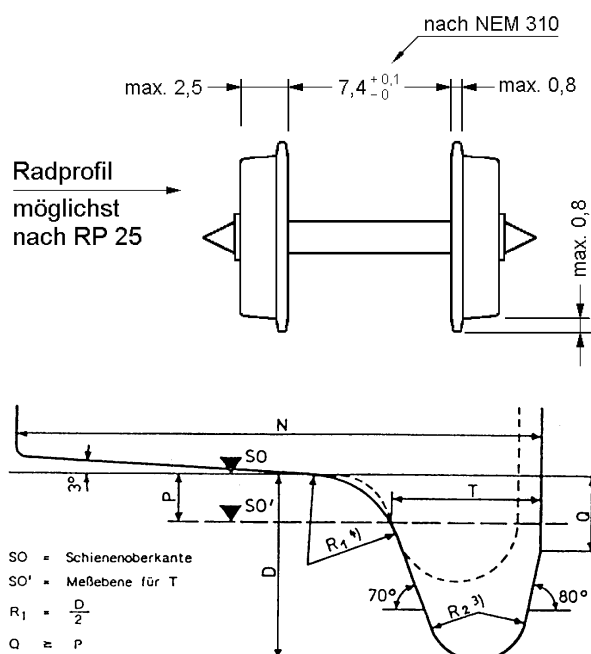
Modulsystem Schmalspur Modulbaugruppe

Bei der Schmalspur unterscheidet man die „große“ und die „kleine“ Grenze. Die „kleine“ Grenzmarke liegt zwischen Gleisen, welche nicht dem Rollfahrzeugbetrieb dienen. Sie ist weiß mit schwarzen Enden. Die „große“ Grenzmarke ist weiß mit roten Enden und wird zusätzlich bei Rollfahrzeugbetrieb verwendet.

Gleismittenabstand zwischen	Vorbild [mm]	Modell [mm]
2 Schmalspurgleisen ohne Rollwagenbetrieb	2800	32,2
Schmalspurgleis ohne und Schmalspurgleis mit Rollwagenbetrieb	3200	36,8
2 Schmalspurgleisen mit Rollwagenbetrieb	3500	40,3

Achssätze und Spurmaße

Radsatz gemäß Zeichnung. Die Schmalspurfahrzeuge müssen mit leicht laufenden Radsätzen versehen sein. Das Radsatz - Innenmaß (7,4 – 7,5 mm) ist in jedem Fall zu kontrollieren, auch bei neu gekauften Fahrzeugen



Abmessungen (nach NEM 310)

Spurweite (Nennwert)	N ¹⁾ min	T min	T Max	D ²⁾ max	P
HOe 9	2,2	0,5	0,6	0,9	0,15

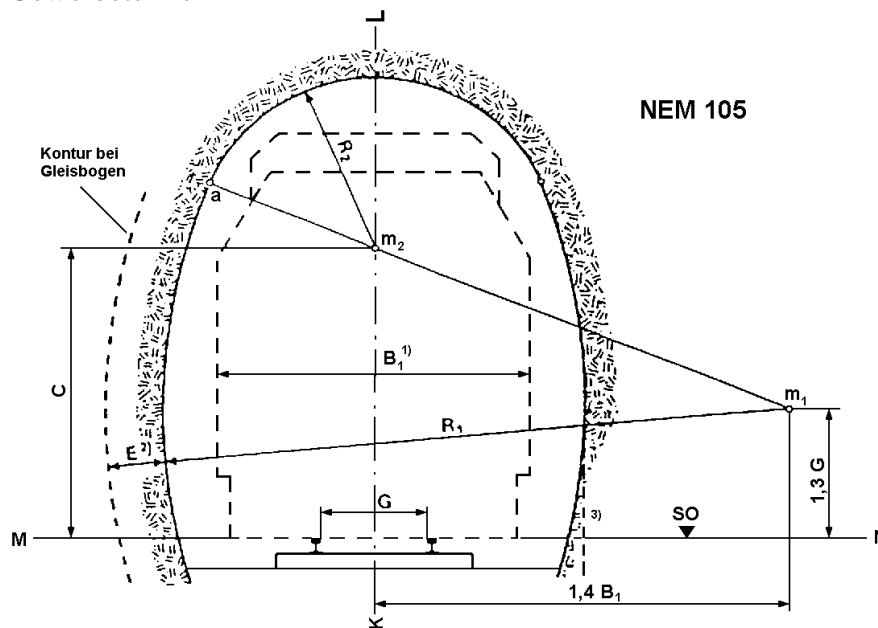
Anmerkungen:

- 1) Die Radbreite darf kleiner als N_{\min} sein, wenn sie die NEM 310, Anmerkung 5 genannten Bedingungen erfüllt sind.
- 2) Die gestrichelt dargestellte Kranzform deutet eine minimale Spurkranzhöhe und -breite an. Geringere Spurkranzhöhen erfordern sorgfältiger verlegte Gleise und eine sichere Allradauflage.
- 3) Die Spitze des Spurkranzes ist abzurunden.
- 4) Bei Rädern mit Haftreifen kann auf die Ausrundung R_1 verzichtet werden.

Tunnelprofil

Will man nicht ausschließlich mit Schmalspurmodellen ohne Rollfahrzeugbetrieb fahren, kann man kleinere Tunnelquerschnitte wählen. Um sich aber die Möglichkeit des Rollerbetriebes nicht zu verbauen, sollte man bei der Wahl des Tunnelprofils jenes nach NEM 105 – eingleisiger Normalspurtunnel – wählen, wobei die ab Schienenoberkante gemessenen Maße diesfalls aber um die Ladehöhe der Rollfahrzeuge (6,5 mm) zu vergrößern sind.

Eingleisiger Gewölbetunnel



Anmerkungen:

- 1) Maß B_1 der Umgrenzung des lichten Raumes nach NEM 102.
- 2) Erweiterung E nach NEM 103.
- 3) Die Tunnelwand kann im unteren Bereich auch senkrecht ausgeführt werden.

Konstruktion:

- 1.) Tunnelachse K – L und Horizontale über Schienenoberkante (SO) M – N aufzeichnen.
- 2.) Punkte m_1 und m_2 nach Abbildung bestimmen.
Maßtabelle für Wert C:

Beim Tunnel ohne Oberleitung:	$C = 2,2 * G$
Beim Tunnel mit Oberleitung:	$C = 2,8 * G$ bei geradem Gleis,
	$C = 2,3 * G$ beim Bogengleis
- 3.) Bei geradem Gleis: Kreisbogen mit Radius $R_1 = 2 * B_1$ um den Punkt m_1 zeichnen (ergibt Tunnelwand im unteren Bereich bis zu Punkt a).
Beim Bogengleis ist R_1 um das Maß E (NEM 103) zu vergrößern.
- 4.) Zur Darstellung der gegenüberliegenden Tunnelwand ist spiegelbildlich nach Punkt 2 und 3 zu verfahren.
- 5.) Kreisbogen mit Radius $R_2 (= \text{Strecke } m_2 - a)$ um den Punkt m_2 zeichnen (ergibt Tunnelwand im oberen Bereich)

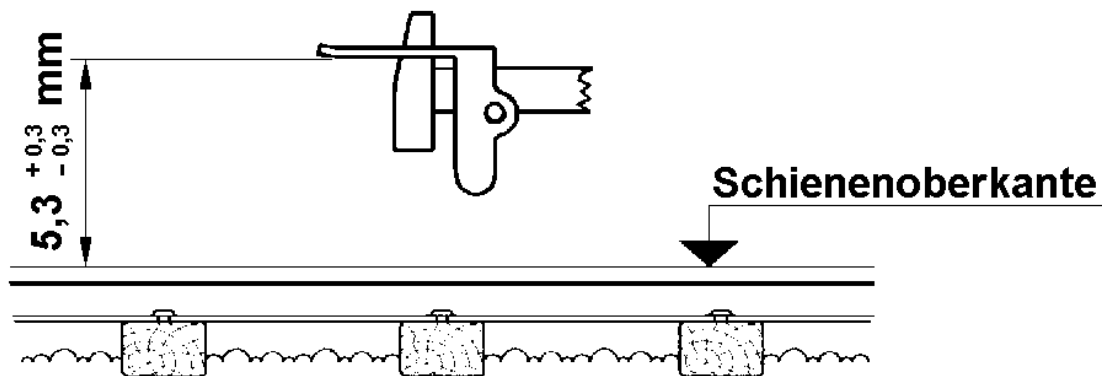
Kuppeln der Fahrzeuge

Prinzipiell ist die Bügelkupplung zu verwenden, denn nur bei der Bügelkupplung kuppeln die Wagen selbständig beim Heranfahren des Vershubteils.

Ausnahmen:

- Personenwagengruppen, die während des Betriebs NIE getrennt werden müssen, können auch mit dem Kuppeleisen gekuppelt werden, an den Enden der Wagengruppe ist jedoch die Bügelkupplung zu montieren.
- Rollwagen sind mit der Steifkupplung zu verbinden. Evt. auch Stange mit Kuppelbolzen.

Der Bügel der Bügelkupplung soll sich $5,3 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ über der Schienenoberkante (SOK) befinden.



Telegrafeneitung, -maste

Meist wird die Strecke von einer Telegrafeneitung begleitet. Der erste Mast der Telegrafeneitung eines jeden Moduls sollte sich ca. 100 – 150 mm von Modulende entfernt befinden. (damit nicht zwei Masten unmittelbar nebeneinander zu stehen kommen) Zu beachten ist der Abstand zur Gleismitte: bei geradem Gleis mindestens 30 mm, im Bogen entsprechend mehr. (um das Maß **E** vergrößern – Seite 14)

Als Telegrafendraht sollte man eine dünne Gummischnur verwenden, da ein Draht oder eine Angelschnur bei einer unbeabsichtigten Berührung zu leicht abreißt.

Bei der Schmalspurbahn genügt eine zweipolige Telegrafeneitung vollauf.

Höhe der Leitung: mindestens 35 mm über SOK; im Bereich von Eisenbahnkreuzungen und bei den Masten nächst dem Modulende, aber mindestens 53 mm.

Keine Holzmaste verwenden, sondern solche aus Messing.

Kennzeichnung der Fahrzeuge

Um die Fahrzeuge freizügig verwenden zu können, ist es notwendig, ALLE Fahrzeuge mit einem Farbcode an der Fahrzeugunterseite zu kennzeichnen, da sonst die Gefahr der Verwechslung / des Verlustes der Fahrzeuge besteht.

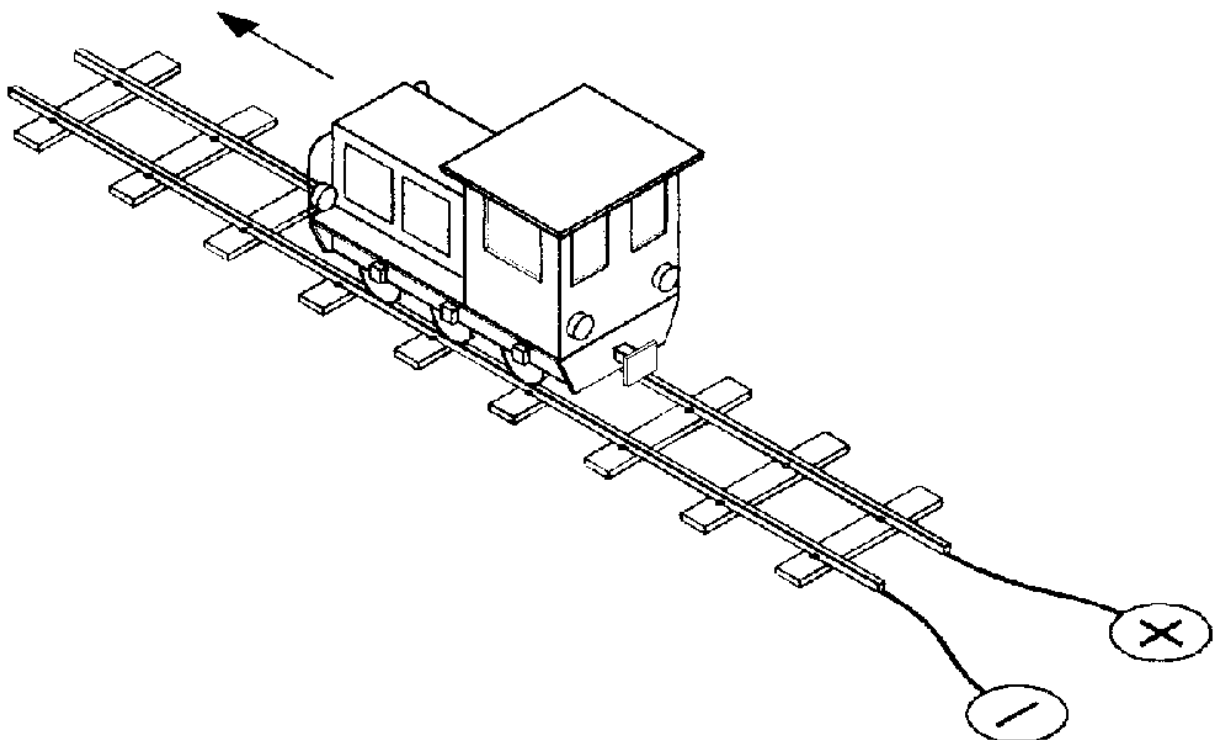
Elektrik

Grundgedanken:

- möglichst einfacher Aufbau der Verkabelung der gemeinschaftlich einheitlich auszuführenden Bereiche
- Verwendung preiswerter und problemlos zu beschaffender Bauteile aus dem Elektrohandel (z. B. DIN – Stecker)
- Keine Ringleitungen sondern exakt getrennte Speisebereiche
- Module, auch Bahnhofmodule, möglichst als in sich komplett verkabelte Einheiten mit zugehörigen Bedienelementen (Schaltern, Taster,...) ausführen
- Bahnhofsteuerung: Bedienelemente u. U. gleich im Modul mit einbauen. Es ist aber zu bedenken, daß das Modul einmal von der einen, dann aber wieder von der anderen Seite bedient werden muß
- Für Streckenmodule sind die Schaltpläne bindend, für Bahnhofmodule sind individuelle Schaltungen freigestellt, Übergangsleitungen zu den Streckenmodulen in ihrer Funktion lt. Schaltplan bindend vorgeschrieben.
- Die Bezeichnungen der einzelnen Kontakte bei Steckern und Buchsen entsprechen den genormten, herstellerseits auch angeschriebenen Nummern.

Polung der Fahrzeuge

Nach NEM 631 – d. h. bei Vorwärtsfahrt liegt PLUS an der rechten Schiene.



Besonderes Augenmerk ist auf gute Stromabnahme, saubere Räder, ruck- und taumelfreies Fahrverhalten, sowie zuverlässiges Anfahren zu legen.

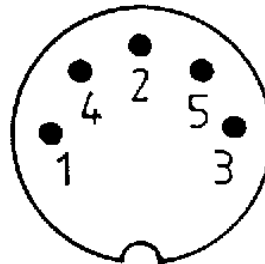
Stromversorgung

(Trafo / Bahnhofmodul)

Vom handelsüblichen Transformator mit Gleich- und Wechselstromausgang (Gleichspannung regelbar von 0 – 12 V) wird nur in Bahnhofmodule gespeist, Streckenmodule werden stets von benachbarten Bahnhofmodulen über Verbindungskabel versorgt.

Anspeisung vom Trafo über 5-poligen DIN – Stecker [DIN 41524, Typ 4 (5 Kontakte im Halbrund)] in das Bahnhofmodul. Einbaubuchse im Bahnhofmodul, Stecker am Trafokabel. Stiftbelegung – Anspeisung Trafo / Bahnhofmodul:

- 3, 5 ... Gleichstrom
- 1, 4 ... Wechselstrom
- 2 ... bleibt frei



Kontakt 5 führt zu der dem Bediener zugewandte Schiene (vordere Schiene), und Kontakt 3 zu der dem Bediener abgewandten Schiene (hintere Schiene).

Eine Anschlußbuchse an der Vorder- und Rückseite der Bahnhofmodule ist vorteilhaft, da die Aufstellung der Module ja wahlweise mit der einen oder anderen Längsseite zum Bediener hin erfolgen kann. Ebenso kann es nützlich sein, neben den beiderseitigen Anschlußmöglichkeiten des Trafos auch die Bedienelemente für Weichen, Gleisabschnitte usw. beidseitig auszuführen. Dies bedeutet zwar einen gewissen technischen und finanziellen Mehraufwand, den man aber nicht scheuen sollte. Wenn aber mehr als 3 Gleise hintereinander liegen, ist aber zu überlegen, ob ein eigenes Stellpult für den Betrieb nicht übersichtlicher wäre. Überlegen ist weiters, ob der Trafo fix an einer Stelle sein soll, oder ob ein Regler verwendet werden soll, den man zum Geschehen mitnehmen kann. (Handregler)

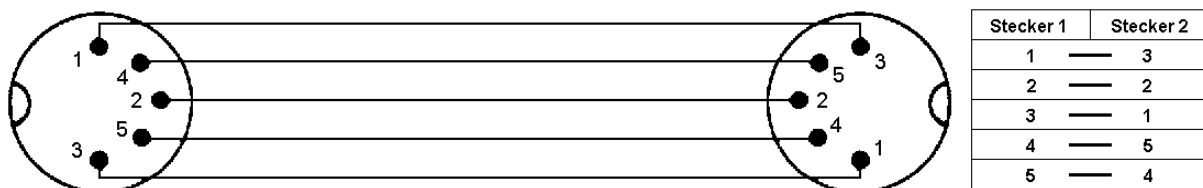
Es hat sich in der Praxis gezeigt, daß ein Trafo / ein Fahrregler pro Bahnhof nicht ausreicht, da keine gleichzeitigen Ein- bzw. Ausfahrten möglich sind. Bei sehr großen Bahnhöfen, oder in Bahnhöfen, wo sehr viel verschoben wird, ist evt. ein dritter Regler notwendig.

Verbindungskabel Gleichstrom

Stecker / Buchse: 5-pol. DIN Stecker / Buchse gem. DIN 41524 Typ 4 (5 Kontakte im Halbrund)

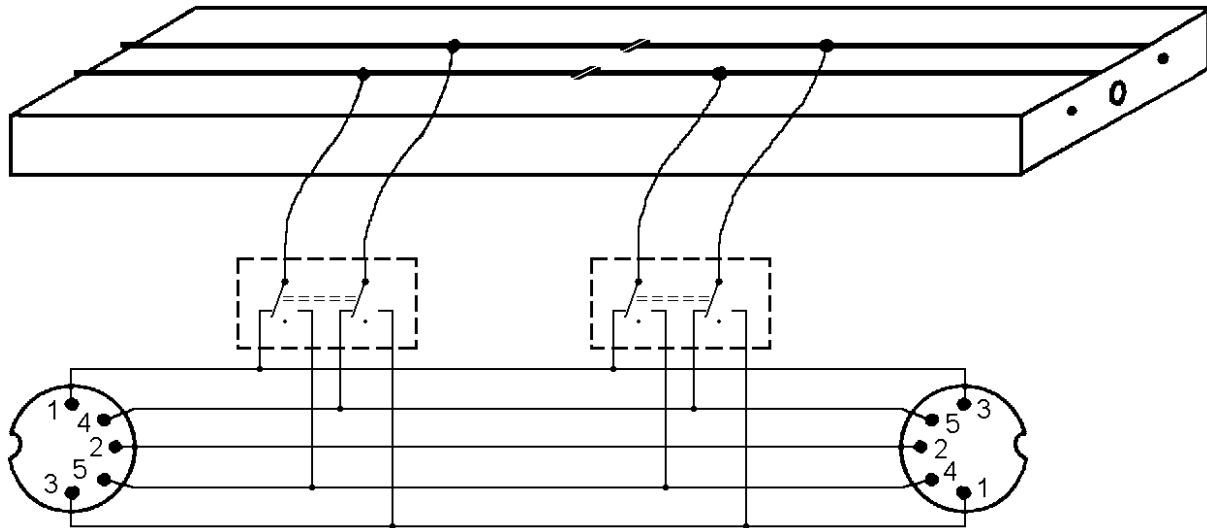
Die Buchsen sind an der Modulunterseite, nahe der großen Öffnung im Stirnbrett zu montieren.

Verbindungskabel Gleichstrom lose, mit beiderseitigen Steckern, ca. 30 – 40 cm lang:



Verkabelung Streckenmodul

Streckenmodule sind mittig beidseitig zu isolieren. Jede Gleishälfte kann über einen 2-poligen Umschalter mit Mittelstellung Aus wahlweise einer der benachbarten Streckentrafo zur Speisung zugeordnet werden. Die Schalter der beiden Modulhälften sollen an der Modulunterseite so angeordnet werden, dass die Stellung des Schalthebels in Richtung der speisenden Seite weist.



Verdrahtungsregel / Kontaktbelegung der Gleichstrombuchsen am Bahnhofmodul – Ausgang in Richtung Strecke:

Vor dem Modul stehend gilt:

--- Steckerübergang links:

- Kontakt 1 – der Vorderseite zugewandte Schiene (eigener Trafo)
- Kontakt 4 – der Vorderseite abgewandte Schiene (eigener Trafo)
- Kontakt 5 – der Vorderseite zugewandte Schiene (Nachbartrafo)
- Kontakt 3 – der Vorderseite abgewandte Schiene (Nachbartrafo)

--- Steckerübergang rechts:

- Kontakt 3 – der Vorderseite zugewandte Schiene (eigener Trafo)
- Kontakt 5 – der Vorderseite abgewandte Schiene (eigener Trafo)
- Kontakt 4 – der Vorderseite zugewandte Schiene (Nachbartrafo)
- Kontakt 1 – der Vorderseite abgewandte Schiene (Nachbartrafo)

Kontakt 2 liegt beiderseits an nicht beschalteter Hilfsleitung

Verdrahtungsregel / Kontaktbelegung der Gleichstrombuchsen am Streckenmodul:

<p><u>Vor dem Modul stehend gilt:</u></p> <p>--- Steckerübergang links:</p> <p style="padding-left: 20px;">Kontakt 1 – der Vorderseite zugewandte Schiene (linker Nachbartrafo) Kontakt 4 – der Vorderseite abgewandte Schiene (linker Nachbartrafo) Kontakt 5 – der Vorderseite zugewandte Schiene (rechter Nachbartrafo) Kontakt 3 – der Vorderseite abgewandte Schiene (rechter Nachbartrafo)</p> <p>--- Steckerübergang rechts:</p> <p style="padding-left: 20px;">Kontakt 3 – der Vorderseite zugewandte Schiene (linker Nachbartrafo) Kontakt 5 – der Vorderseite abgewandte Schiene (linker Nachbartrafo) Kontakt 4 – der Vorderseite zugewandte Schiene (rechter Nachbartrafo) Kontakt 1 – der Vorderseite abgewandte Schiene (rechter Nachbartrafo)</p> <p>Kontakt 2 liegt beiderseits an nicht beschalteter Hilfsleitung</p>
--

Verbindungskabel Wechselstrom

Stecker / Buchse: 5-pol. DIN Stecker / Buchse gem. DIN 41524 Typ 6 (5 Kontakte in Würfelform)

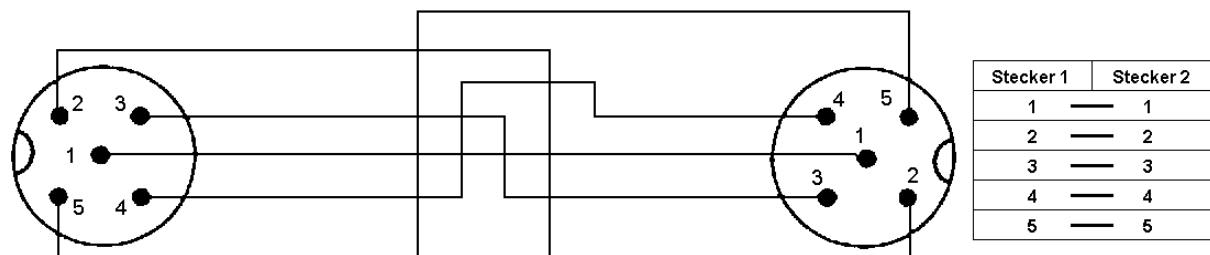
Die Buchse ist an der Modulunterseite, nahe der großen Öffnung im Stirnbrett zu montieren. Verbindungskabel ca. 30 – 40 cm lang, lose, mit beidseitigen Steckern.

Stiftbelegung:

- 2 ... Dauerspannung 12 V
- 3, 4, 5 ... freie verwendbare Leitungen
- 1 ... Rückleitung für 2 – 5



Verbindungskabel Wechselstrom:



Das Wechselstromverbindungskabel kann vorgesehen werden. Es ist zu überlegen, ob es nicht günstiger ist, eventuelle Verbraucher auf den Streckenmodulen (Hausbeleuchtungen,...) durch einen separaten Trafo zu versorgen.

Elektrische Verbindung der Bahnhofmodule (-teile) untereinander

Den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend kann diese Verbindung individuell frei gestaltet werden. Zu beachten ist, daß das große Loch im Übergang so groß sein soll, daß der Stecker auch durchpaßt (evt. Langloch). Es sollen auch der Stecker nicht voll belegt sein, um später noch weitere Verbraucher anschließen zu können.

Tip: Anfertigen von Kabelplänen!

Ergänzendes zur Elektrik

- Die Bedienungselemente können frei gewählt werden. Weichen können handbedient, elektrisch oder mechanisch bedient werden.
- Lötleisten und Lötigel können sehr nützlich sein. Beschriftung nicht vergessen!
- Auf saubere Kabelverlegung achten! (kalte Lötstellen vermeiden, Kabelbinder, Kabelschellen o. ä. verwenden; die Kabel mit der Heißklebepistole ankleben kann schief gehen!)
- Wenn man Lüsterklemmen verwendet, sind auch Aderendhülsen zu verwenden.
- Da Schienenlaschen mit der Zeit möglicherweise korrodieren und somit einen hohen Übergangswiderstand zur Folge haben, empfiehlt es sich, alle Schienen separat über parallel laufende Leitungen anzuspiesen. Die Anspeisungen sind kaum zu sehen, wenn sie an der Unterseite der Schiene angelötet werden (unmittelbar vor der Verlegung des Gleises).
- Nicht allzu sparsam planen sollte man Isolierabschnitte der Gleise in Bahnhöfen. Nicht benötigte Isolierstöße sind schnell gebügelt, hingegen bedeutet ein nachträglich aufzutrennender Gleisstrang unnötige Mehrarbeit.

Kennzeichnung der Stellpulte – Zuordnung der Regler zu den Gleisabschnitten:

- Gleisabschnitt ist abgeschaltet
- Gleisabschnitt reagiert auf Ortsregler
- ◆ Gleisabschnitt reagiert auf einen anderen Regler

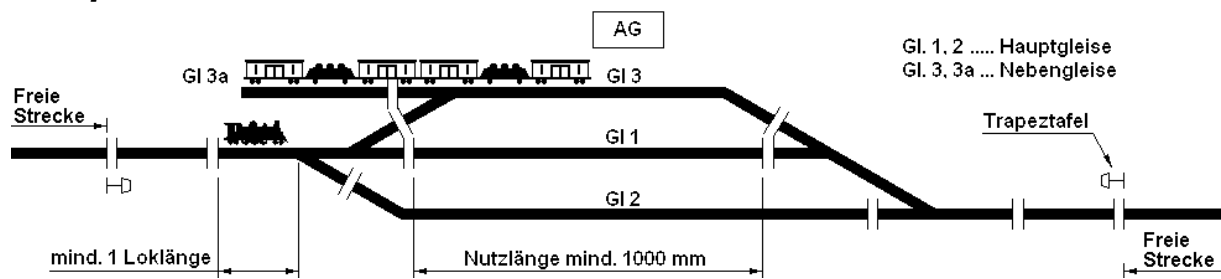
Gleisabschnitt in Stellung ◆ reagiert auf:

- ◀ den Fahrregler des nächsten Bahnhofs links
- ▶ den Fahrregler des nächsten Bahnhofs rechts
- ◇ einen zweiten Ortsregler

Abschalten von Teilen eines Gleisabschnitts

- Gleis ist abgeschaltet
- Gleis ist eingeschaltet

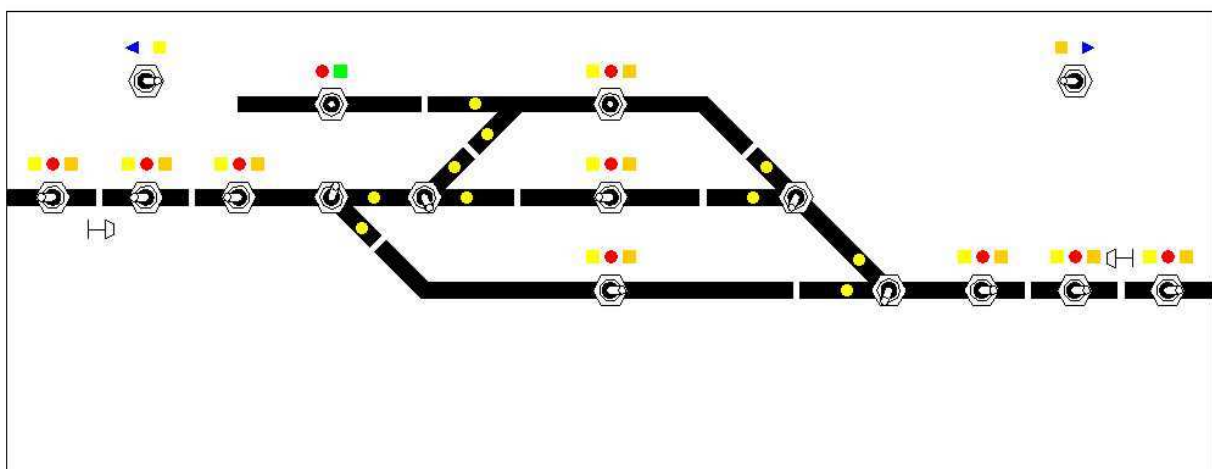
Beispiel:



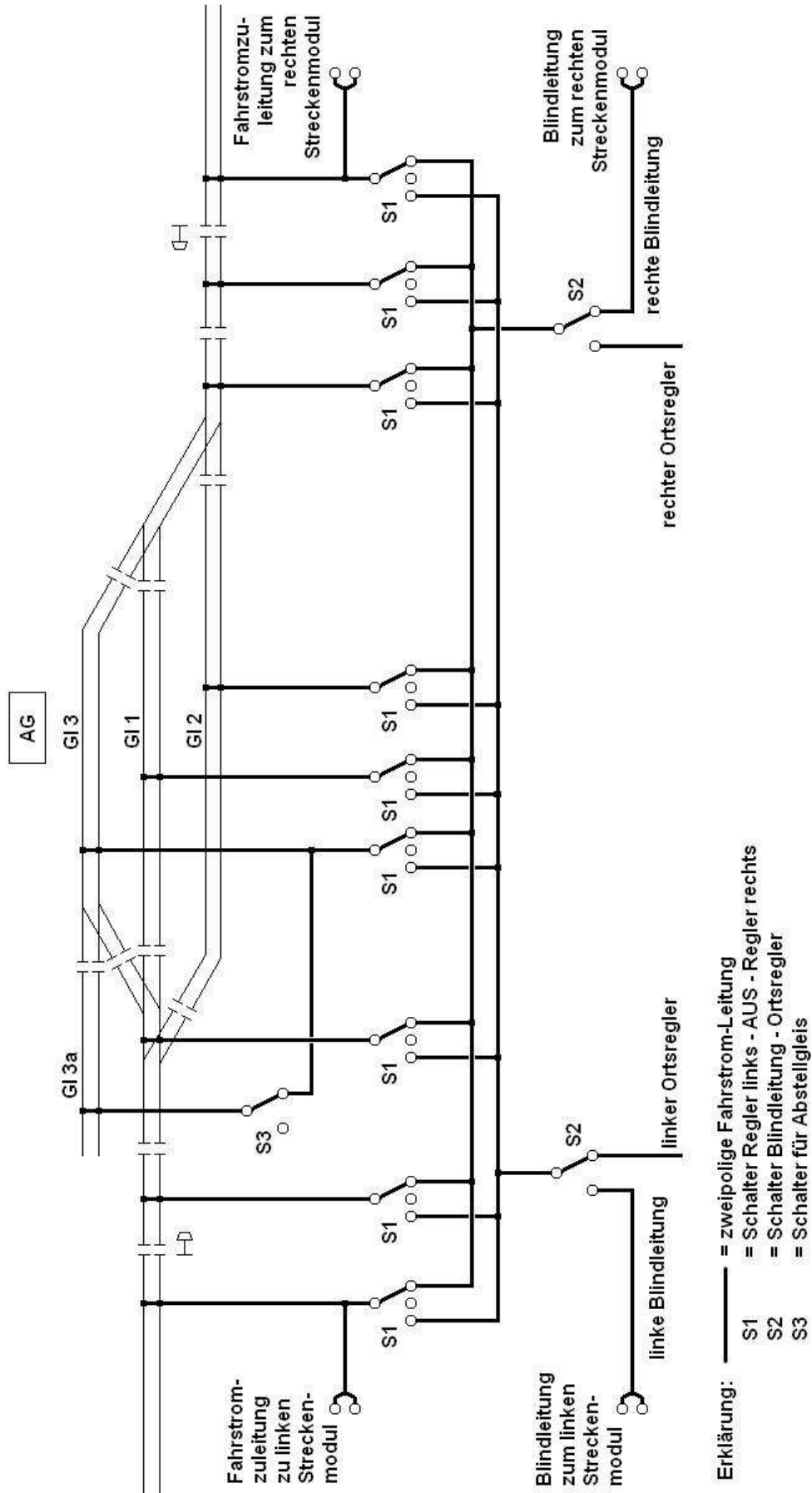
Beispielbahnhof: Gleistrennungen

Die Bahnhofsgleise sollten, wenn sie länger als 800mm sind, noch weiter unterteilt werden.

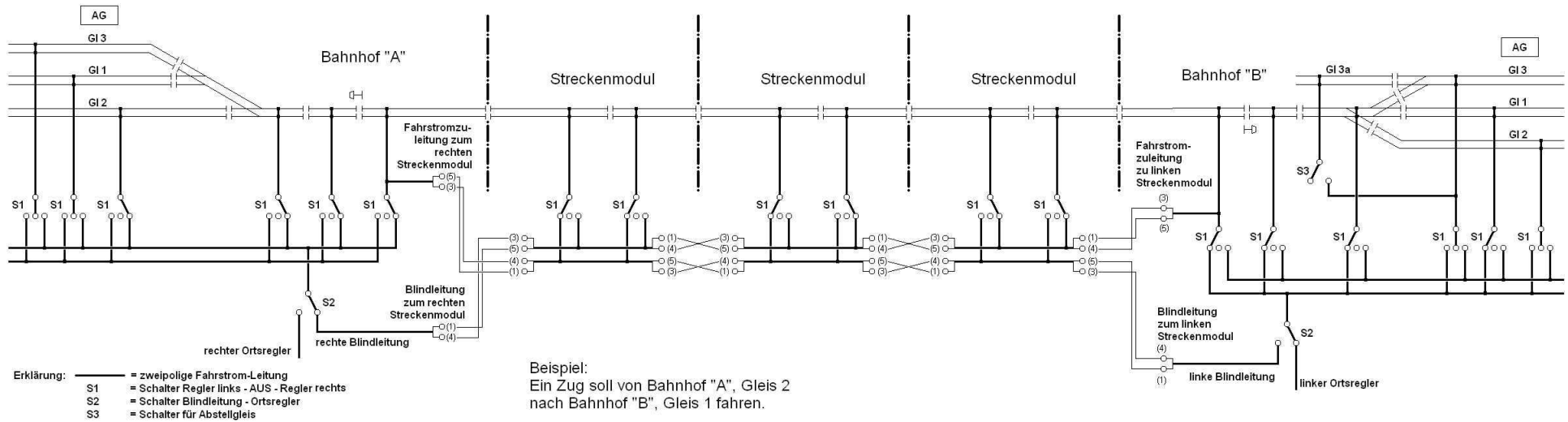
Stellpult zu diesem Beispielbahnhof:



Schaltung der Gleise zu diesem Beispielbahnhof:



Modulsystem Schmalspur Modulbaugruppe



Betrieb

Ein Höhepunkt des Modulbaues ist stets der gemeinsame Betrieb als Großanlage mit manchmal bis dahin unbekanntem Hobbypartnern. Als Einzelperson hätte man kaum jemals Gelegenheit an solch einer Großanlage aktiv beteiligt zu sein – wenn – ja wenn es den Modulbau nicht gäbe, welcher den Aufwand jedes einzelnen Teilnehmers in Grenzen hält. Bei derartig großen Anlagen ist es aber auch nötig, den Betrieb etwas in geregelten Formen abzuwickeln. Modulbau heißt nicht Modellbahnbau quantitativ sondern qualitativ zu zeigen, was sich auch in der Betriebsart niederschlagen sollte. Es gilt nicht den Besucher durch die Vielzahl an Zügen zu beeindrucken, sondern durch vorbildlichen Bahnbetrieb. Gerade Modulanlagen sind bestens dazu geeignet, daß ein Besucher einen Zug bei seiner Fahrt über die gesamte Anlage mitverfolgt. Man sollte daher nicht bestrebt sein, die Garnitur möglichst rasch über die Strecke zu jagen, sondern dem Betrachter Vershubtätigkeiten in den Bahnhöfen, Zugkreuzungen oder Überholungen vorzuführen. Da die Schmalspurstrecken ohnehin nur eingleisig sind, sind sie hierfür bestens geeignet.

Zugfahrten von einem zum anderen Bahnhof finden nur nach gegenseitiger Absprache statt, wobei bei größeren Distanzen auch Gegensprechanlagen oder Telefone verwendet werden können. Gemäß der Schaltungstechnik kann man zwar einen Zug mit dem eigenen Trafo in etwa bis Streckenmitte (zur Speisebereichstrennung) (falls die Blindleitungen nicht verwendet werden) fahren, sollte dies aber erst dann tun, wenn der Nachbarbahnhof den Zug angenommen hat. Es wäre häßlich, wenn die Garnitur in Streckenmitte stoppen und einen Kurzschluß durch Gegenpolung verursachen würde bzw. blamabel, wenn auch der Nachbar seinerseits einen Zug in die Gegenrichtung auf die Reise geschickt hätte und sich die Züge auf der Strecke gegenüber ständen.

Bahnhöfe werden durch Einfahrtsignale oder Trapeztafeln zur Strecke hin begrenzt. Das Aufstellen von Einfahrtsignalen ist insofern etwas problematisch, da ja u. U. wechselweise verschiedene Streckenmodule an einen Bahnhof anschließen könnten. Dem Schmalspurbetrieb weitaus besser entgegen kommen Trapeztafeln. Auch wieder schaltungstechnisch bedingt müßten sie eine halbe Streckenmodullänge vor dem Bahnhof aufgestellt werden – an jenem Punkt, ab dem der Bahnhoftrafo die Gleise speist. Trapeztafeln benötigen keine Zuleitungen (sofern man sie nicht mit dem Signal „Kommen“ oder Weichenüberwachungssignal ausstattet). Da Trapeztafeln auch beim Vorbild zumeist auf einem einfachen Eisenrohr oder einer alten Schiene montiert sind, so genügt auf den Modulen lediglich eine 1 mm Bohrung neben dem Gleis zur Aufstellung. Das kleine Loch im Gelände fällt nicht auf und man kann die Trapeztafel jederzeit aufstellen oder entfernen bzw. die Verwendung der Module bleibt flexibel.

Elektronischer Handregler

Dieser Regler ist ein Gleichspannungsregler, der einen sehr feinen Regelbereich von 0 bis ca. 12 Volt hat. Er zeichnet sich außerdem durch eine geringe Restwelligkeit von unter 0,1 Volt, seine kleine Baugröße und den günstigen Bauteilepreis aus. Aufgrund seines einfachen Aufbaues kann er schnell auf einer Lochrasterplatine aufgebaut werden.

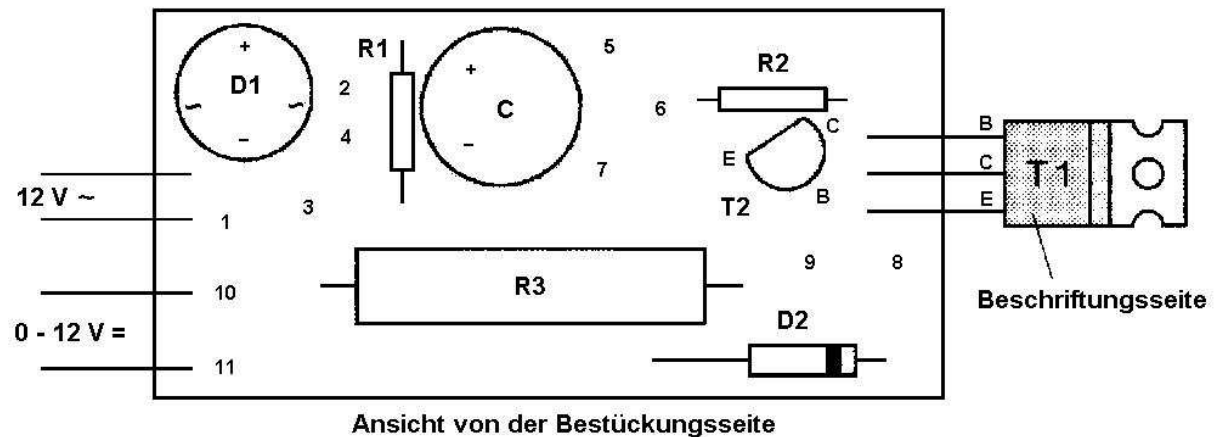
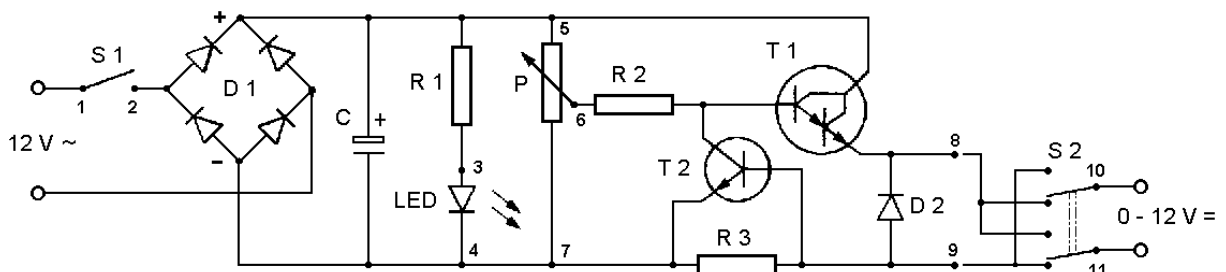
Kurze Funktionsbeschreibung:

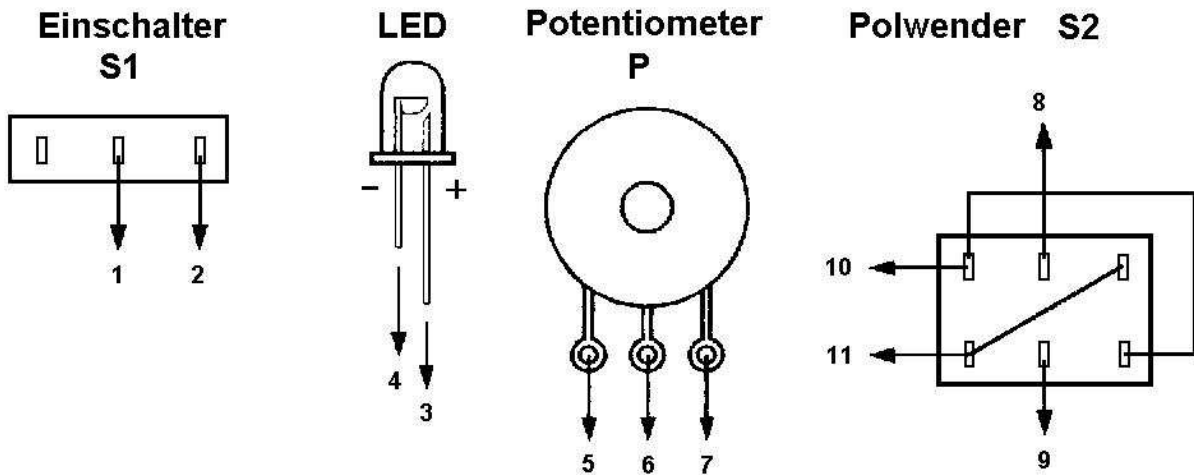
Die Eingangswchselspannung wird durch den Gleichrichter (D1) und den anschließenden Kondensator (C) zu einer Gleichspannung mit kleiner Restwelligkeit umgeformt. Die über den Widerstand (R1) abgesenkte Spannung wird über die Leuchtdiode (LED) als Betriebsspannungsanzeige genutzt. Am Potentiometer (P) wird die Höhe der Ausgangsspannung eingestellt. Durch den Darlingtontransistor (T1) wird diese im Strom verstärkt und für die Motoren nutzbar gemacht.

Der Regelbereich fängt bei 0 Volt an und endet bei 12 bis 14 Volt, je nach Höhe der Eingangswchselspannung. Der Transistor (T2) wirkt mit dem Widerstand (R3) als Strombegrenzung. Diese senkt bei einer Belastung von über 1,5 Ampere die Ausgangsspannung auf 0 Volt herab und macht den Regler dadurch fast kurzschlußfest. Aber nur fast, denn bei länger anhaltendem Kurzschluß wird der Handregler sehr warm und kann eventuell dadurch zerstört werden.

Störimpulse aus dem Gleis werden durch die Diode (D2) unterdrückt. Die Widerstände R1 und R2 sind für den Bauteileschutz wichtig und dürfen nicht verändert werden. Durch den Schalter (S1) kann der Handregler ein- bzw. ausgeschaltet werden. Mit dem Schalter (S2) wird die Ausgangsgleichspannung umgepolt und somit die Fahrriichtung gewechselt.

Schaltung des Handreglers:

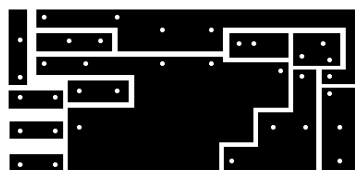
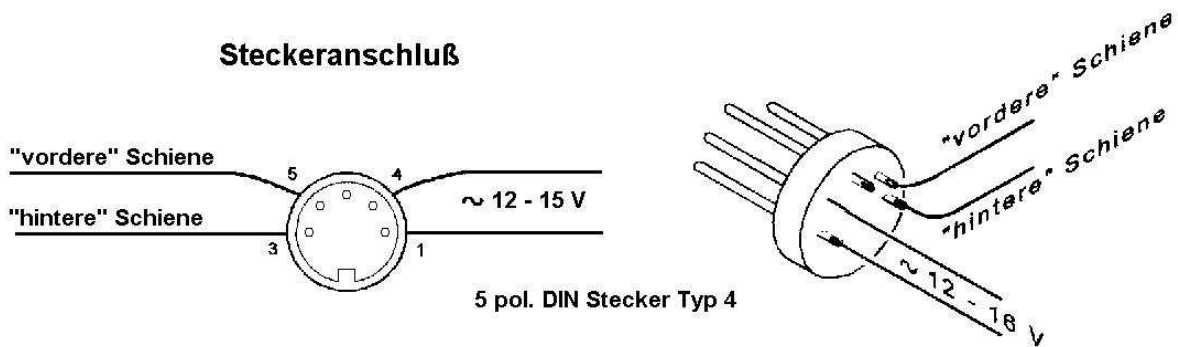




Stückliste:

D1	Gleichrichter B 80 C1500	T2	Transistor BC 547
C	Kondensator 2200 μ F, 25V, radial	S1	Kippschalter 1 pol. UM
P	Potentiometer 2,2 k Ω linear	S2	Kippschalter 2 pol. UM
R1	Widerstand 680 Ω , 1/4 W	LED	Leuchtdiode 5 mm mit Fassung
R2	Widerstand 220 Ω , 1/4 W		Kühlkörper für T1
R3	Widerstand 0,47 Ω , 5 W		Drehknopf für P
D2	Diode 1N5400 (100 V / 3 A)		4 poliges Kabel
T1	Transistor BD 649		5 poliger Diodenstecker Typ Nr. 4

Steckeranschluß



Ansicht von der Lötseite

Quellenverzeichnis

- Modul 760 – Modulsystem für Schmalspurbahnen HOe von Herwig Gerstner
- Normen und Empfehlungen für den Modulbau von Modellbahnverein Graz
- Modulnormen für Schmalspurbahnen der Baugröße HOe von Modellbaugruppe Hannover 1998 (Uwe Stehr, Michael Dettmer, Günther Kiltz)
- NEM aus Lexikon der Modelleisenbahn Verlag Transpress
- Modellbahnen Module bauen, Verlag Alba

„Zustandsliste“ für Module

Vor dem Beginn der Anlagenplanung für eine Ausstellung sollte man dem Planer rechtzeitig den Fertigungszustand der einzelnen Module bekanntgeben und mit welchen Modulen man bei der Ausstellung kommen will.

Name: _____ Datum: _____ 20__

Bezeichnung Modul: Beispiel: Gerade, 70cm lang; Bogen, 30°, Länge 30/30cm

Zustände:

- a) Modul komplett fertig (elektrisch und Landschaft)
- b) elektrisch fertig gemäß Norm, Verbindungsstecker vorhanden, Landschaft unvollständig
- c) elektrisch fertig gemäß Norm, Verbindungsstecker vorhanden, Landschaft fehlt
- d) elektrisch nicht gemäß Norm (Stromversorgung nur über Schienenlasche), Landschaft egal

Übergang:

- a) gemäß Norm, d.h. Schiene beginnt 24mm innerhalb des Moduls
- b) Schiene beginnt am Modulende

Bezeichnung Modul	Zustand	Übergang	Bemerkung