

# 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 der Modulkasten	3 4	Norm
Genormter Übergang	5	Norm
Mechanische Modulkopplung	8	Norm
Präsentationshöhe	8	Norm
Gleisabstand, Rampenhöhen, Bahnsteighöhe	9	Norm
Querschnitt des Gleiskörpers, Mindestradius	10	Empfehlung
Überhöhung, Übergangsbogen	11	Empfehlung
Gleisverlegung	14	Norm
Lichtraum	14	Norm
Fahrzeugumgrenzung	15	Norm
Signale, Grenzmarke	15	Norm
Achssätze und Spurmaß	16	Norm
Tunnelprofil	17	Norm
Kuppeln der Fahrzeuge – Bügelhöhe	18	Norm
Telegrafemaste, -leitung	18	Empfehlung
Kennzeichnung der Fahrzeuge	19	Norm
Polung der Fahrzeuge	19	Norm
Elektrische Verbindung der Bahnhofmodule untereinander	19	Empfehlung
Module Verbindungsleitungen: Fahrstrom	20	Norm
XpressNet Verbindungskabel	22	Norm
Telefon / Uhr – Verbindungskabel	24	Norm
Licht- und Schaltstrom – Verbindungskabel	25	Norm
Ergänzendes zur Elektrik	26	Empfehlung
Aufbau der Anlage	26	Norm
Betrieb	28	---
Quellenverzeichnis	28	---
Anhang 1– Übergang mit FREMO	29	Norm <sup>1)</sup>
Anhang 2 – Digital Setup	30	Norm

1) Norm bedingt, siehe dort

## 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 **bzw. eines ganzen Segmentes (besteht aus mehreren Teilen, die nur in einer bestimmten Reihenfolge eingesetzt werden kann)** soll ein **ganzzahliges** Vielfaches von  $15^\circ$  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:

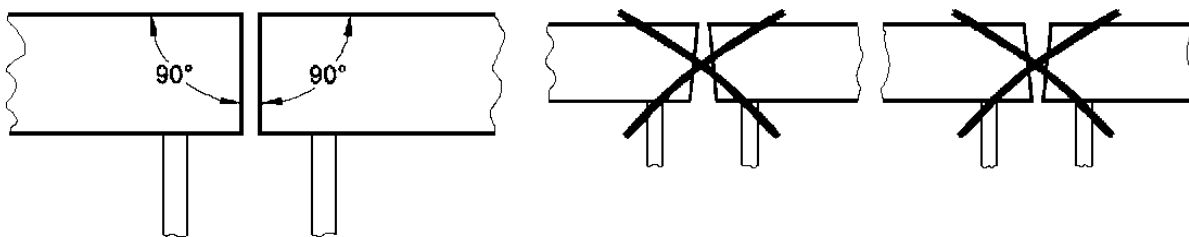
Für die **Korpshöhe** wurde 80 mm als Minimum angesetzt, jedoch wird aus Gründen der Stabilität bzw. der Geländegestaltung **100 mm** empfohlen. Die Höhe kann jedoch aufgrund der Geländeform auch größer gewählt werden. Der Extremfall wäre eine bis zum Boden reichende Schlucht. **Die Korpshöhe am Modulende soll aber 100 mm gemäß genormter Übergang (Seite 5) betragen.**

### Modulstirnseite:

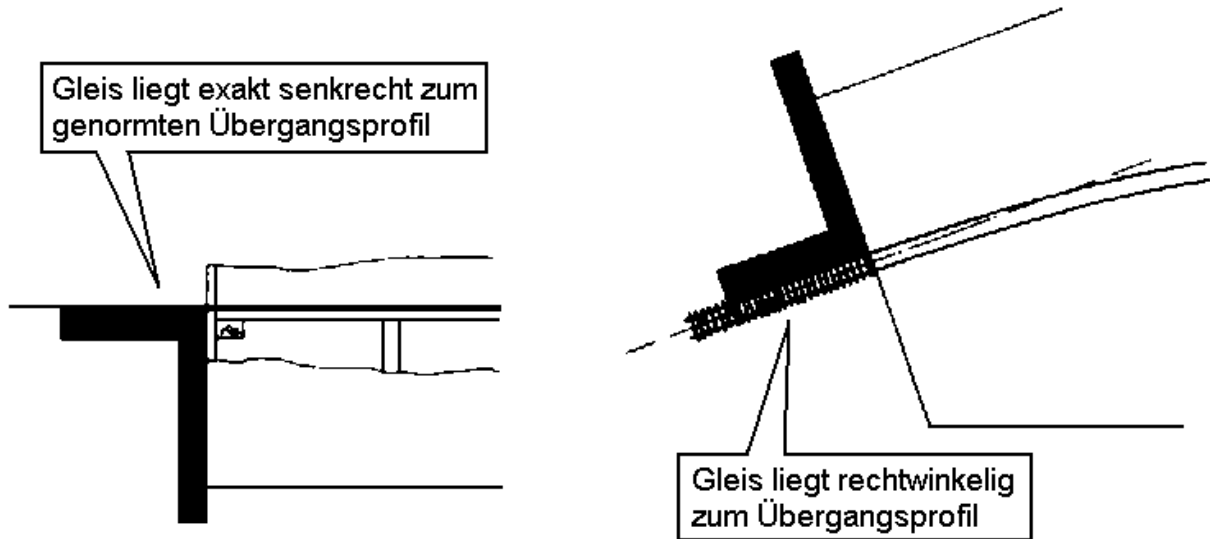
Querschnitt:

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

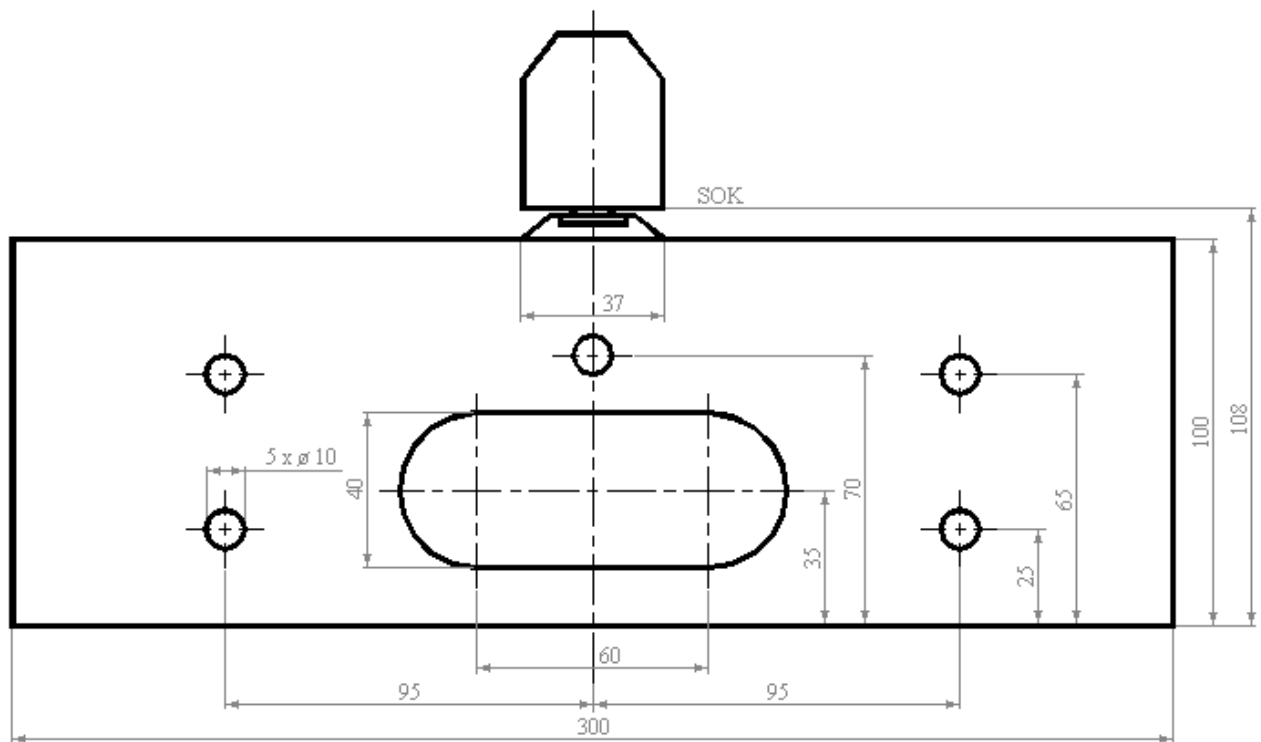
Die Modulstirnseiten **müssen senkrecht** stehen, andernfalls wäre ein verzugsfreier Zusammenbau der Module mit sauberem Gleisübergang unmöglich und eine Beschädigung der anschließenden Module nicht ausgeschlossen.



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 genormte Übergang:



Gerader Übergang  
mit Modul 760 (H. Gerstner) kombinierbar

Schmalspur Modulbaugruppe

Die Modulübergänge sollten etwa einen Zentimeter von der Oberkante aus grün angestrichen werden. Das gewährleistet einen relativ harmonischen Übergang zwischen den Modulen. Mit passendem Streumaterial kann die eventuell 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. Entwässerungsgräben).

Die **Modulkästen** sind außen nußbraun (RAL 8011) seidenmatt zu streichen.

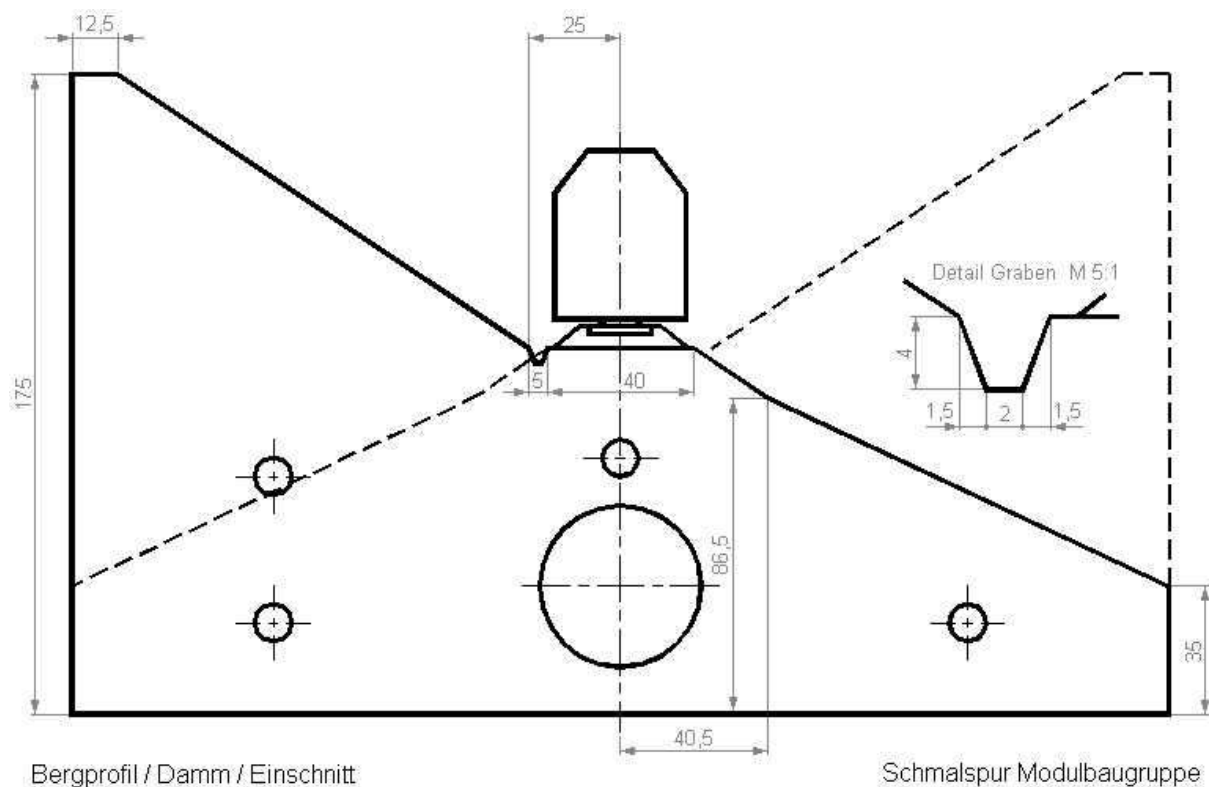
Wege, Straßen und Bäche führen nicht bis zum Modulübergang, da sie am Nachbarmodul nur sehr selten sinnvoll fortgesetzt werden kann. Innerhalb eines Segments (z.B. eines Bahnhofs) kann durchaus ein Weg oder Bach von einem Segmentteil zum nächsten führen.

### Andere Geländeform:

Grundsätzlich gibt es nur den ebenen Übergang.

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

### Vorschlag:



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



## Modulsystem Schmalspur Modulbaugruppe

Die Gleise gehen bis an das Modulende, wobei es innerhalb des Moduls (etwa 0,5 mm) endet. Es wird empfohlen, die Gleise zu fixieren (auf Messingschrauben oder einseitig kupferkaschierte Perlinaxplatten auflöten), um ein Ausreißen zu verhindern. Weichen, wenn nur irgendwie möglich, nicht an das Modulende setzen, sondern zwischen Modulende und Weiche ein Gleisstück vorsehen, damit man es mit wenig Aufwand im Bedarfsfall austauschen kann.

Falls ein niedrigeres Schienenprofil als das von ROCO verwendet wird, ist darauf zu achten, daß der Unterbau entsprechend dicker zu wählen ist. (Schienenhöhe + Unterbau = 8 mm; siehe unten – Präsentationshöhe)

### 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
	<u>Gleis:</u>	<u>4 mm</u>
	Summe Boden – SOK	1008 mm

Es ist sinnvoll und notwendig, eine Höhenverstellbarkeit von  $\pm 15$  mm vorzusehen.

**Mindestabstand** von 80 mm zwischen Gleis und Modulaußenkante auch innerhalb eines Moduls: Dieser Mindestabstand verhindert, daß eventuell umstürzende Fahrzeuge vom Modul auf den Boden fallen.



## Gleisabstand

Bei der Planung von Bahnhofsgleisanlagen sind, je nach vorgesehenem Betrieb mit oder ohne Rollfahrzeugen (Rollböcke oder Rollwagen mit verladene 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

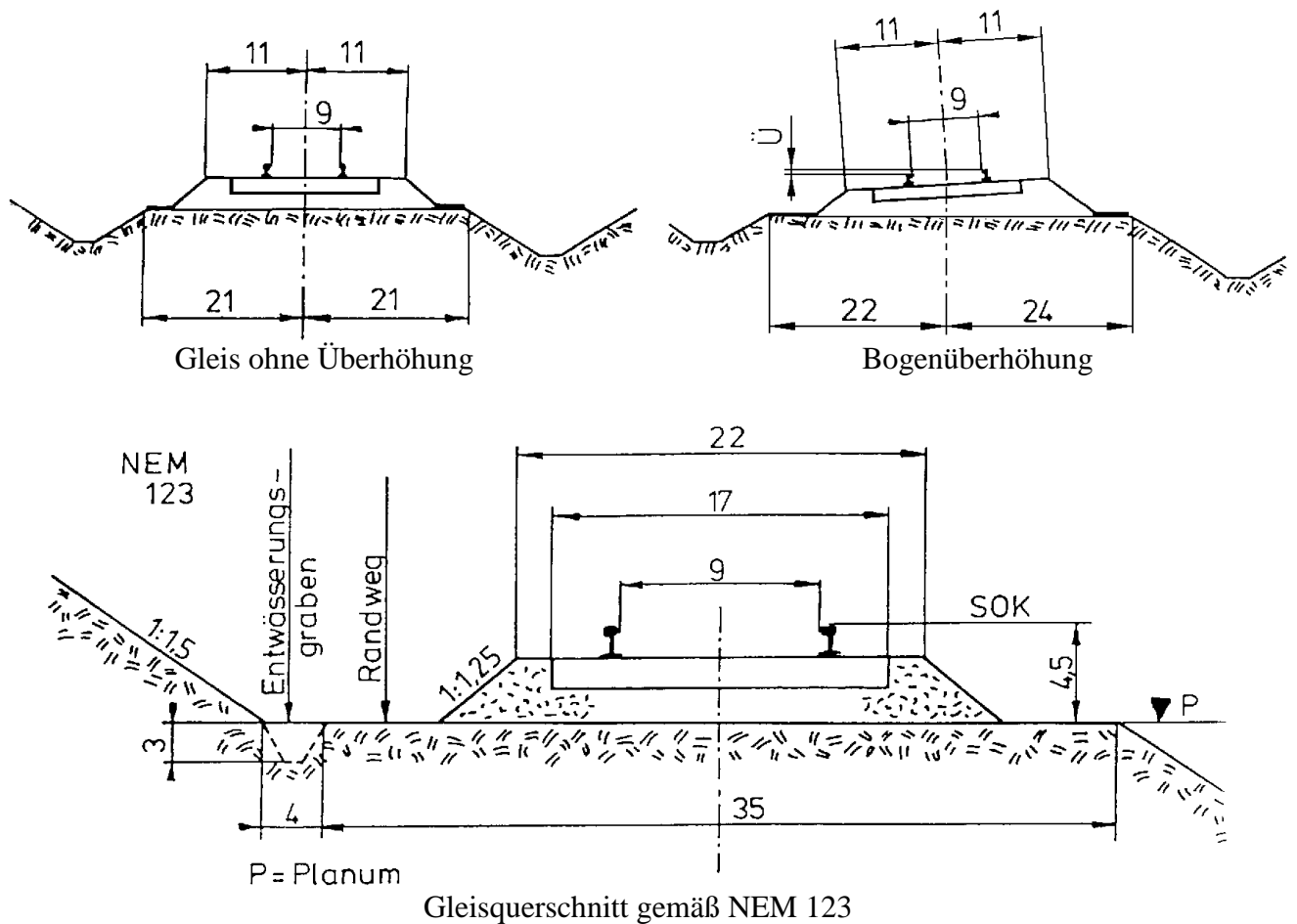
Maße über SOK	Vorbild [mm]	Modell [mm]
Seitenrampe ohne Rollfahrzeuge	800	9,5
Kopframpe ohne Rollfahrzeuge	835	9,5
Rampen zur Entladung von aufgeschemelten Normalspurwagen	1100 + RH *)	13 + RH *)

\*) 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

## Querschnitt des Gleiskörpers (Beispiele)



### Gleisbogen (Mindestradius)

**Strecke:** aus optischen und fahrtechnischen Gründen sollte ein Mindestradius von 500 mm angestrebt werden. (besser wäre 700 mm)

**Bahnhof:** Im Bahnhofsbereich abseits der durchgehenden Hauptgleise kann der Radius bis auf 300 mm reduziert werden; unter Umständen müssen aber bei der Befahrbarkeit Einschränkungen in Kauf genommen werden. (Dreiachsige Wagen ohne verschiebbare Mittelachse!)

Der Bogen soll nicht bis zum Stirnbrett gehen, es soll eine Gerade von mindestens 60 – 80 mm vorgesehen werden. (oder Übergangsbogen), damit bei einem S-Bogen die erforderliche Zwischengerade gegeben ist.

## 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:

V <sub>max</sub>	Radius in mm; angegebene Überhöhung in 0,1 mm																					
	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	2
55																7	7	7	6	5	5	5
60																			7	7	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 Durchfahr Gleisen der Bahnhöfe Übergangsbögen (ÜB) einzuschalten.

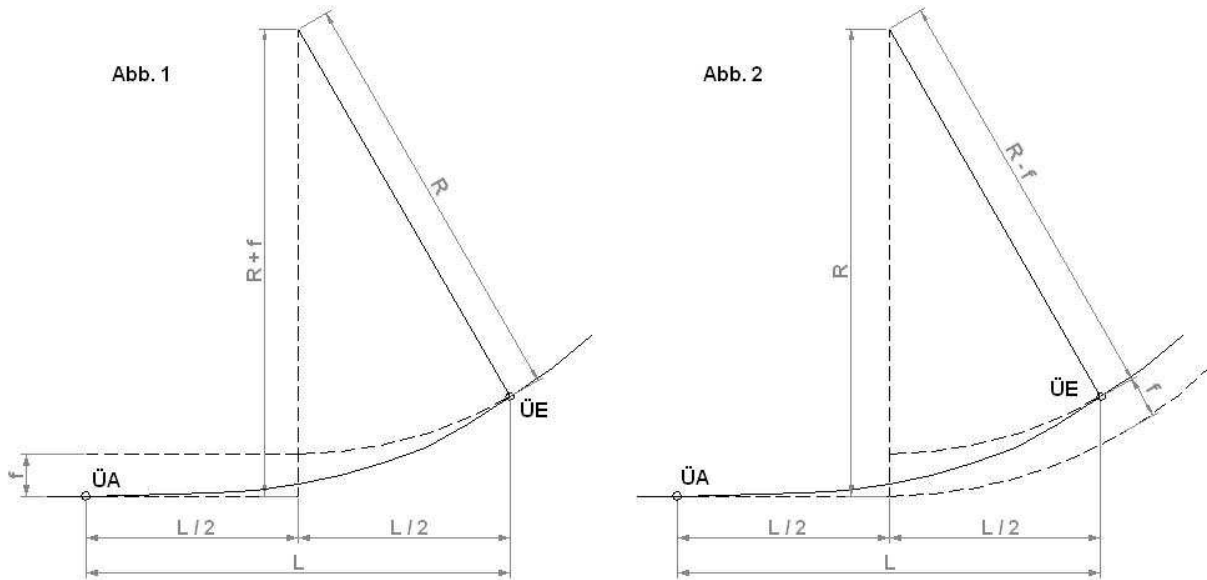
Der ÜB ist eine Kurve mit sich stetig veränderndem Radius, der sich beim Übergang aus der Geraden von unendlich bis auf den Radius des anschließenden Kreisbogens vermindert.

Besonders vorteilhaft sind ÜB bei Kreisbogen mit kleinem Radius, während man bei Bogenradien größer als 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)



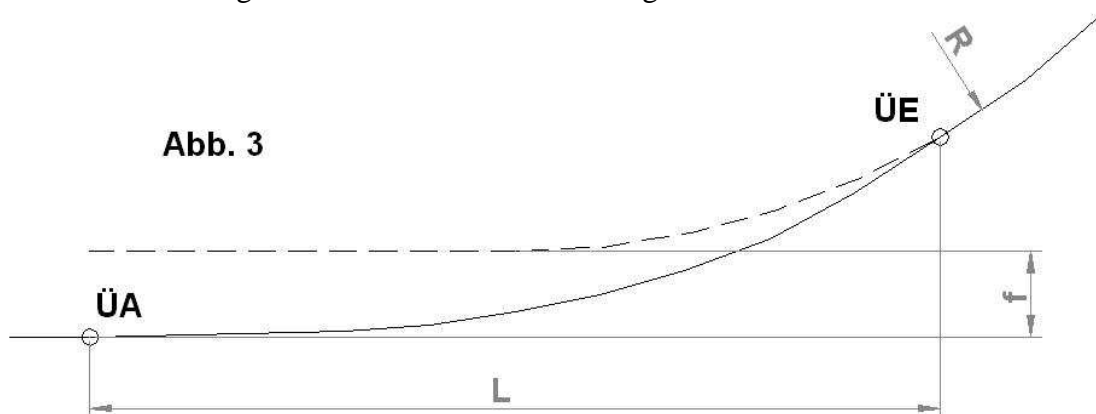
Gegenbogen mit ÜB können ohne Zwischengerade aneinander anschließen.

**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:  $f = 4\text{mm}$

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 =	$\frac{L^2}{24 \times R}$	$\frac{L^2}{23 \times R}$	$\frac{L^2}{22 \times R}$

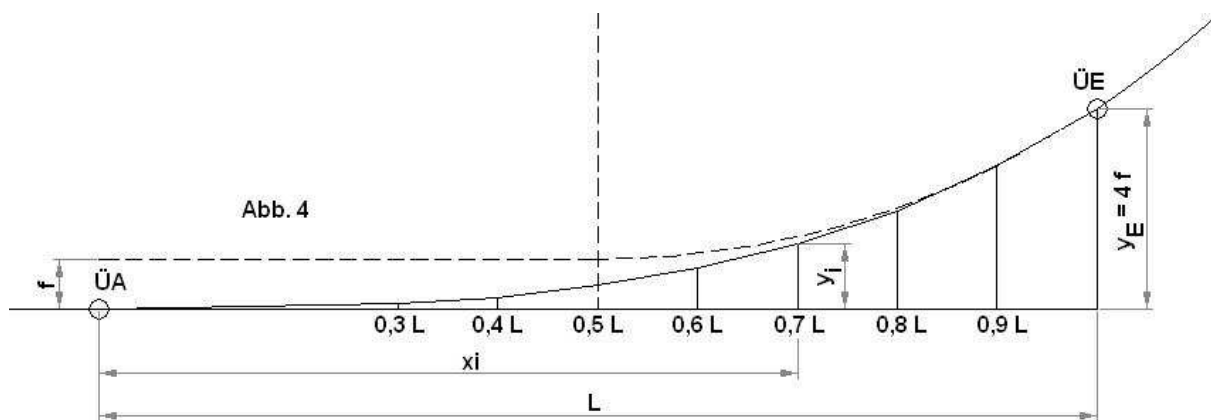
**Ausführung:**

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.

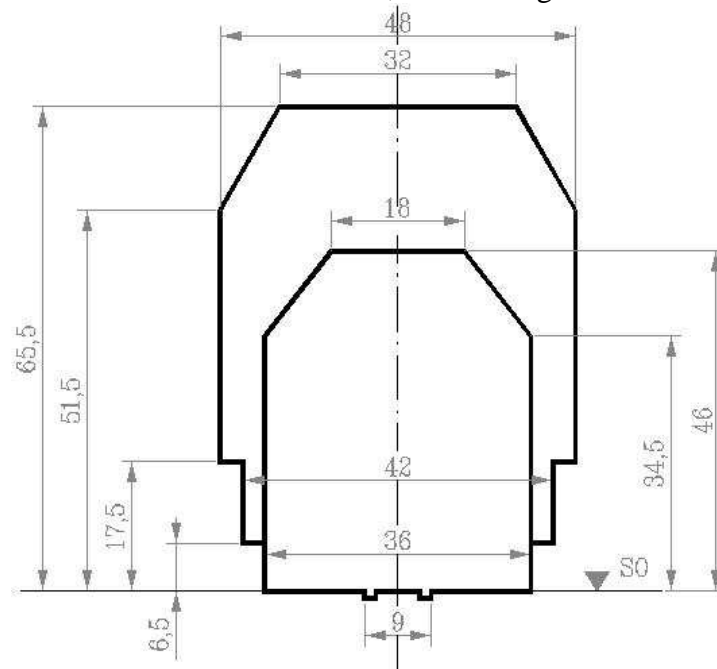
Da Schienenlaschen mit der Zeit möglicherweise korrodieren und somit einen hohen Übergangswiderstand zur Folge haben, empfiehlt es sich, alle Schienenstücke separat über parallel laufende Leitungen anzuspiesen. Die Anspesungen sind kaum zu sehen, wenn sie an der Unterseite der Schiene angelötet werden (unmittelbar vor der Verlegung des Gleises).

## Lichtraum

Die Umgrenzung des lichten Raumes (NEM 104) stellt jenen Freiraum dar, in welches 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 (RH = 6,5 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 und längsten Fahrzeugen durchführen um dann nicht später an einem unbedachten Hindernis zu scheitern. Gerade 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 die Bogenerweiterung E zu erweitern.



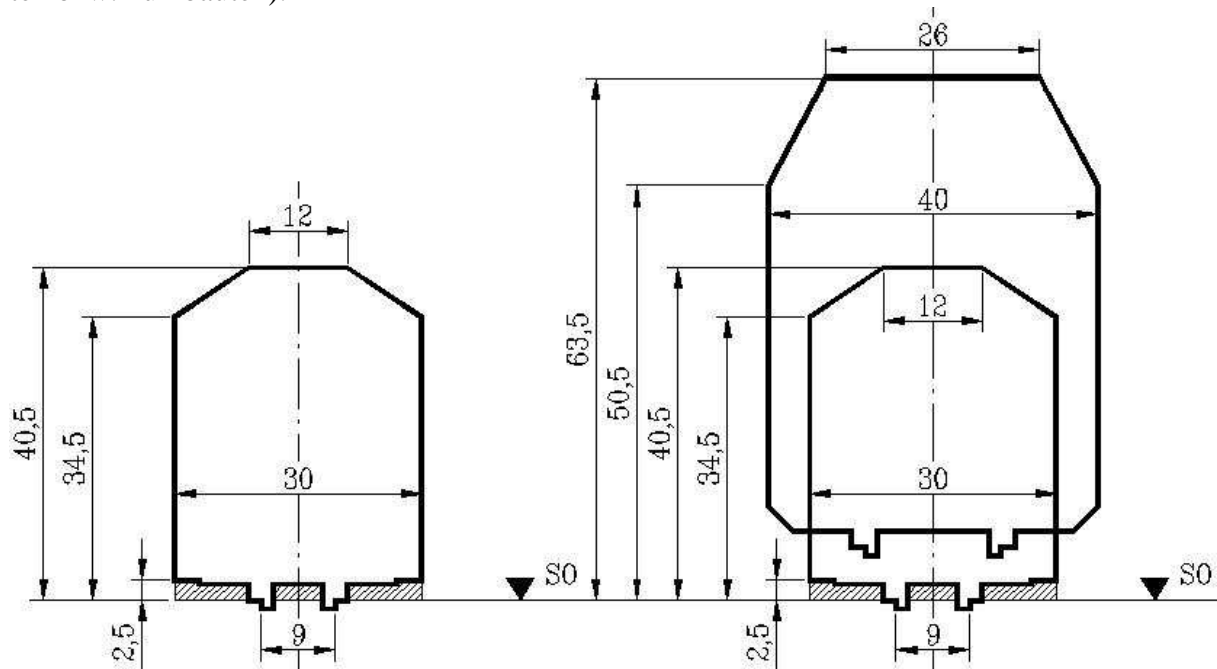
$$E = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{A}{2}\right)^2}$$

- E ... Breitenerweiterung  
 R ... Bogenradius  
 A ... Fester Achsstand oder Drehzapfenabstand der Drehgestelle 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 Versuchs signale, 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, Schneeräum signale oder Trapeztafeln an Stelle von Einfahr signalen 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, Langsamfahr signale usw. Die Signalaus rüstung 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.

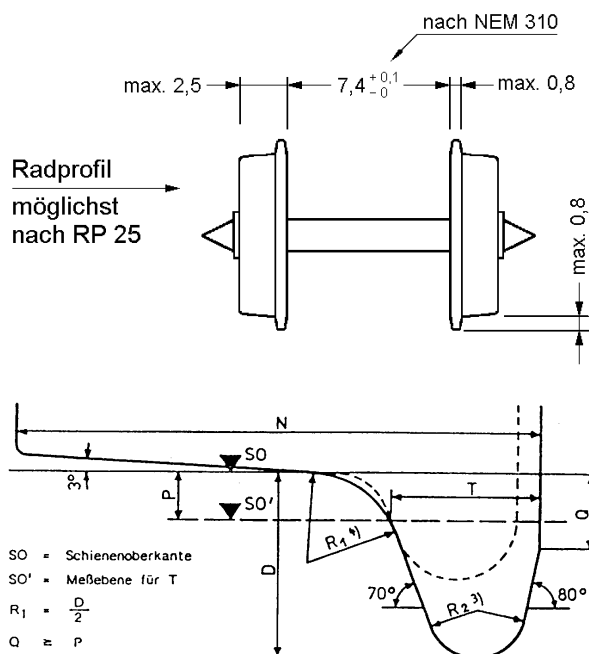
## Modulsystem Schmalspur Modulbaugruppe

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 <sup>1)</sup>		T	D <sup>2)</sup>		P
	min	max		min	max	
Hoe 9	2,2	0,5	0,6	0,9	0,15	

### Anmerkungen:

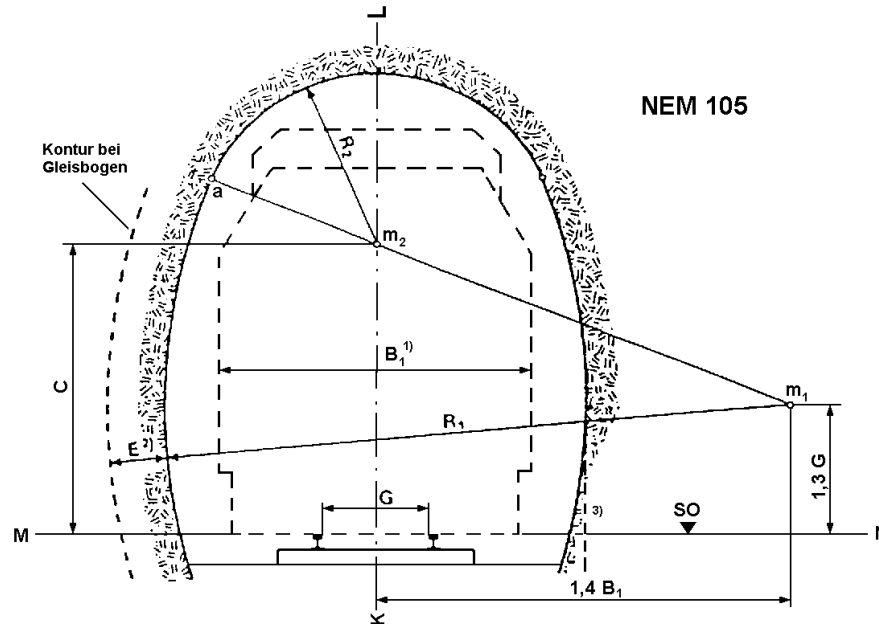
- 1) Die Radbreite darf kleiner als  $N_{\min}$  sein, wenn sie die NEM 310, Anmerkung 5 genannten Bedingungen erfüllt sind.
- 2) Die gestrichelt dargestellte Kranzform deutet eine minimale Spurkranzhöhe und –breite an. Geringere Spurkranzhöhen erfordern sorgfältiger verlegte Gleise und eine sichere 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 Normal-spurtunnel – wählen, wobei die ab Schienenoberkante gemessenen Maße diesfalls aber um die La-dehöhe 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  $R_2$  (= Strecke  $m_2 - a$ ) um den Punkt  $m_2$  zeichnen (ergibt Tunnelwand im oberen Bereich)

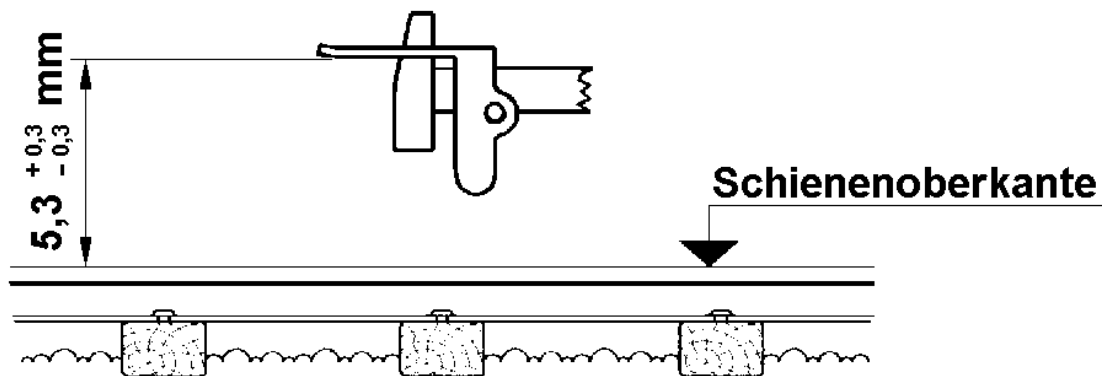
## Kuppeln der Fahrzeuge

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 Maste unmittelbar nebeneinander zu stehen kommen) Zu beachten ist der Abstand zur Gleismitte: bei geradem Gleis mindestens 30 mm, im Bogen entsprechend mehr. (Um die Bogenerweiterung **E** vergrößern – Seite 14).

Als Telegrafendraht sollte man eine dünne Gummischnur (z.B. Strickbeifaden aus dem Nähzubehör) verwenden, da Draht oder Angelschnur bei einer unbeabsichtigten Berührung zu leicht abreißen kann oder die Isolatoren bzw. den Mast beschädigt werden können.

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 oder Kunststoff. (Stabilität, Lebensdauer der Maste)

Außer bei Vorbildmodulen sind die Telegrafeneimaste mit Stift und Röhren (siehe Anleitung auf der Homepage) anbringen (Röhren beidseits der Steckung einzubauen), um eine Montage der Maste gemäß Aufbauplan auf der jeweils ‚richtigen‘ (durchgehenden) Seite der Module zu ermöglichen. Seitenwechsel bei jedem Modul ist ausgesprochen unschön.

## **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**

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

### **Elektrische Verbindung der Bahnhofmodule (-teile) untereinander**

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

Tip: Anfertigen von Kabelplänen!

## Module – Verbindungsleitungen

**Wir (Schmalspurmodulbaugruppe) führen den Zugbetrieb digital durch und benützen dazu das Digitalsystem von Lenz.**

Es gibt vier Leitungen:

- a) Fahrstrom
- b) XpressNet
- c) Telefon / Uhr (neu definiert)
- d) Lichtstrom

### **zu a) – Fahrstrom:**

#### Allgemein:

Versorgung der einzelnen Module und Bahnhöfe mit Fahrstrom aus der Digitalzentrale LZV 100 bzw. Boostern. Die Anlage wird in einzelne Versorgungsbereiche aufgeteilt, die jeweils von einer Digitalzentrale bzw. einem Booster versorgt wird.

### **Ausführung der Verbindung:**

#### Variante 1: nur mit Buchsen im Modul:

An den Modulenden, höchstens 10 cm vom Modulende entfernt, befinden sich an der Modulunterseite zwei 4 mm Buchsen, möglichst unterhalb des Gleises. Die „vordere“ Buchse ist mit dem „vorderen“ Gleis und die „hintere“ Buchse mit dem „hinteren“ Gleis verbunden.

Es hat also jedes Modul vier 4 mm Buchsen: je zwei an den Modulenden.

Die „vordere“ Buchse des linken Modulendes ist mit den vorderen Gleis und der „vorderen“ Buchse am rechten Modulende mit einem 1,5 mm<sup>2</sup> starkem Draht verbunden.

Die „hintere“ Buchse des linken Modulendes ist mit den hinterem Gleis und der „hinteren“ Buchse am rechten Modulende mit einem 1,5 mm<sup>2</sup> starkem Draht verbunden.

Die beiden Drähte sollen rot und schwarz sein.

#### Verbindungskabel:

Das Verbindungskabel für den Fahrstrom ist etwa 30 cm lang, besteht aus 2 Adern zu je 1,5 mm<sup>2</sup> und hat an den Enden jeweils einen Stecker. Die „vordere“ Buchse des linken Moduls muß mit der „vorderen“ Buchse des rechten Moduls verbunden werden, und die „hintere“ Buchse des linken Moduls muß mit der „hintere“ Buchse des rechten Moduls verbunden werden. Damit das leichter gelingt, gibt es ein rotes und ein schwarzes Verbindungskabel, das man entweder an der Kabelfarbe oder an der Steckerfarbe erkennt.

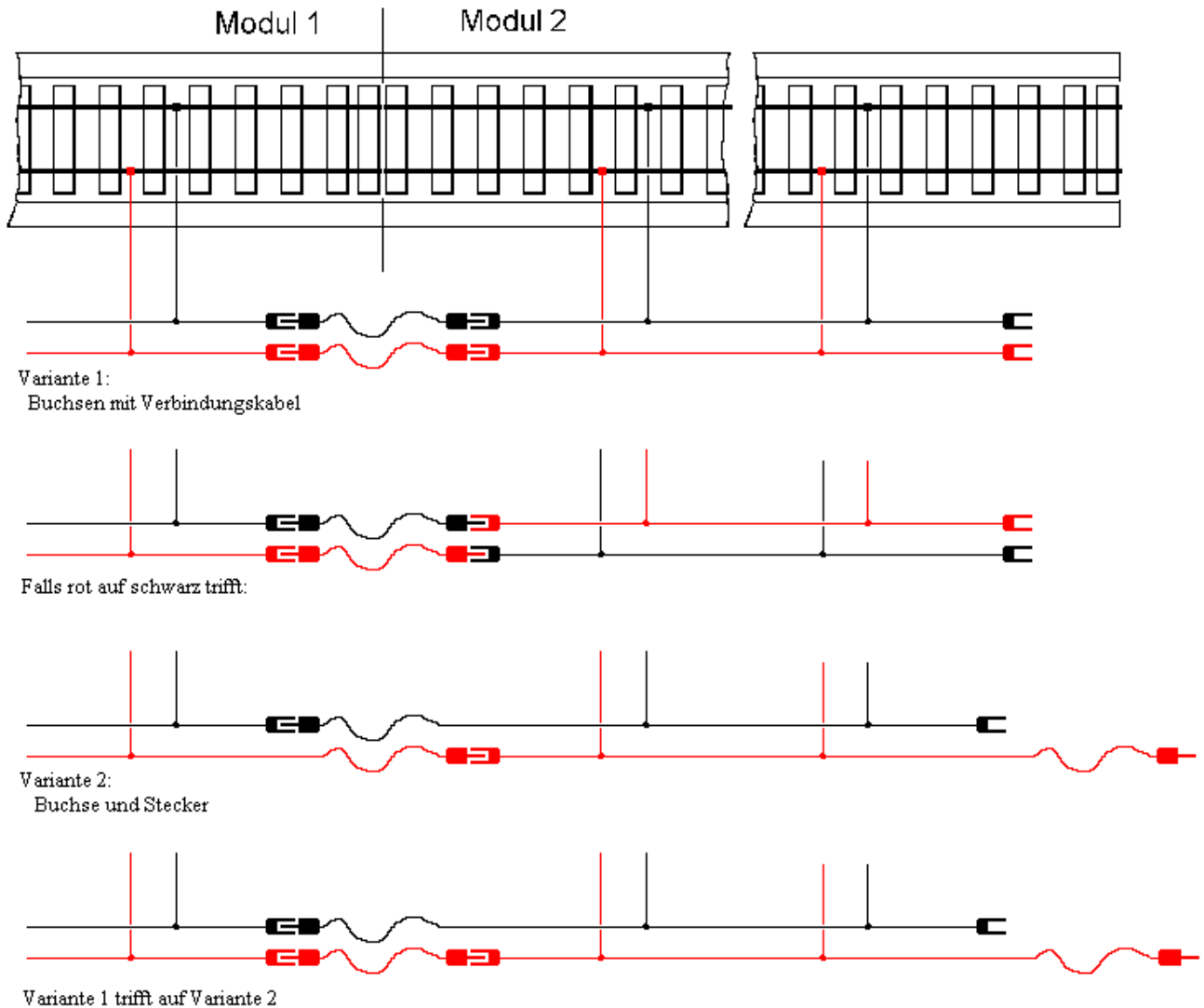
Es kann durchaus vorkommen, daß ein roter Stecker in eine schwarze Buchse gesteckt werden muß. Nicht die Farbe ist wichtig, sondern daß jeweils die „vordere“ Schiene / Buchse mit der „vorderen“ Schiene / Buchse des Nachbarmoduls verbunden wird. Die Farben rot und schwarz des Verbindungskabels sollen beim Anschließen der Module nur helfen, die „vordere“ Schiene / Buchse mit der „vorderen“ Schiene / Buchse zu verbinden und die „hintere“ Schiene / Buchse mit der „hinteren“ Schiene / Buchse.

**Bemerkung:** genauso wie bisher, keine Änderungen der Module notwendig.

## Modulsystem Schmalspur Modulbaugruppe

### Variante 2 (neu): mit Buchse und Stecker im Modul:

Am Modulende, höchstens 10 cm vom Modulende entfernt, befindet sich an der Modulunterseite eine 4 mm Buchse und ein etwa 30 cm langes Kabel mit 4 mm Stecker, möglichst unterhalb des Gleises. Anschluß: Wenn man sich in der Mitte des Moduls befindet und in Richtung Modulende schaut, dann muß die rechte Schiene mit dem Stecker und die linke Schiene mit der Buchse verbunden sein. Farben: schwarz und rot. Bei dieser Variante ist kein zusätzliches Verbindungskabel erforderlich. Falls ein Modul nach der Variante 1 (mit zwei Buchsen an jedem Ende) mit einem der Variante 2 (ein neues / umgebautes Modul) (je eine Buchse und ein Stecker am Ende) zusammengeschlossen werden sollen, ist das leicht möglich, indem man ein Kabel mit zwei Steckern als fehlende Verbindung einsetzt.



## zu b) – XpressNet Verbindungskabel

### Definition / Feststellung:

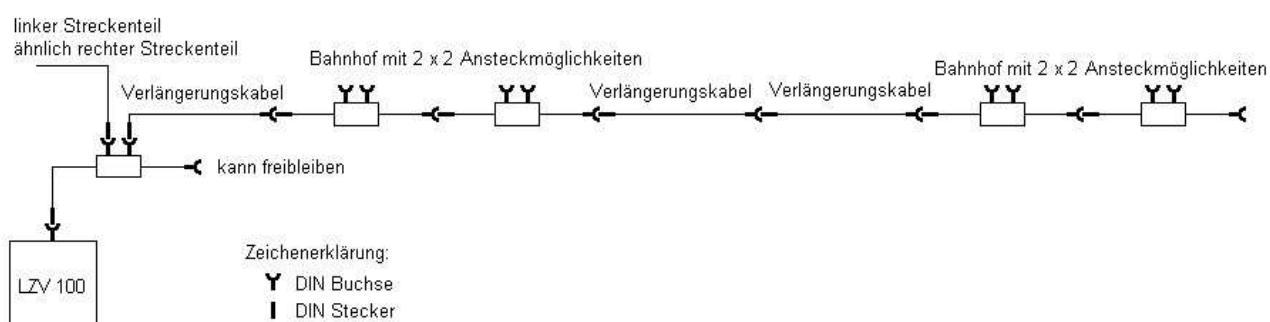
Am Digitalfahrregler (z.B. LH 90, LH 100,...) befindet sich eine 5-polige DIN-Stecker.  
Am LZV 100 befindet sich eine entsprechende 5-polige DIN-Buchse.

Somit ergibt sich der einfachste Fall, nämlich, den Digitalfahrregler in die Buchse des LZV 100 zu stecken, Trafo und Gleis an die entsprechenden Klemmen anschließen.

Wenn man die Folge Fahrregler mit **Stecker – Buchse mit Kabel mit Stecker – Buchse** am LZV 100 konsequent einhält, hat man keine Probleme mit Auskreuzen der Verbindungen.

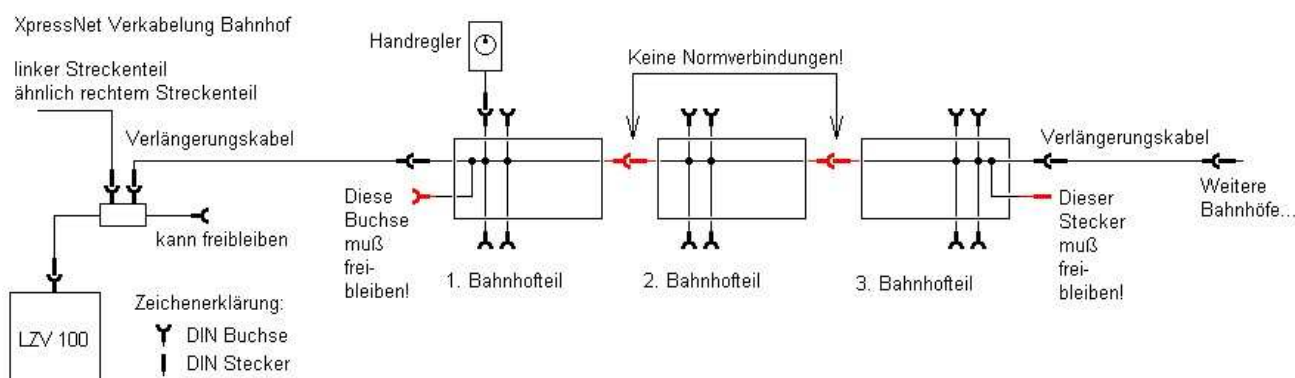
Das heißt, daß ein Verbindungskabel **immer** einen Stecker und eine Kupplung (=Buchse) hat.

Schema Ausstellung



Die Kästchen mit den zwei Buchsen stellen die Anschlußmöglichkeiten für die Digitalfahrregler dar. Sie werden an die Seitenwände der Module angeklemt oder angeschraubt.

Wenn die DIN-Buchsen in die Seitenwände eines (mehnteiligen) Bahnhofmoduls eingebaut werden sollen, dann ergibt sich folgende Schaltung:



Zu dieser Schaltung:

Der gesamte Bahnhof muß als Verbindungskabel gesehen werden, die Regel **Stecker – Buchse mit Kabel mit Stecker – Buchse** muß eingehalten werden. (siehe vorhergehende Seite)

**Frage:** Wozu gibt es jetzt den roten Stecker und die rote Buchse, die frei bleiben müssen?

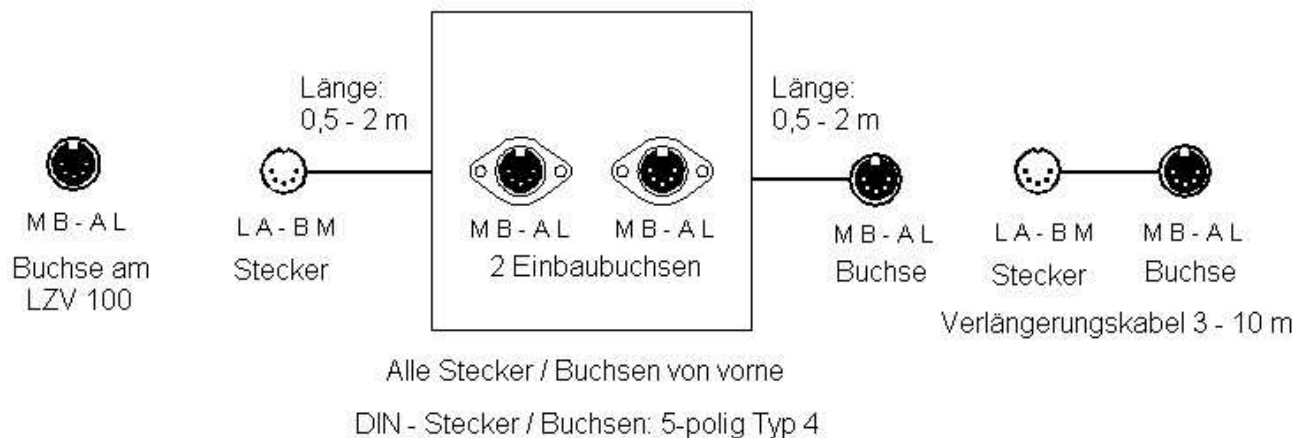
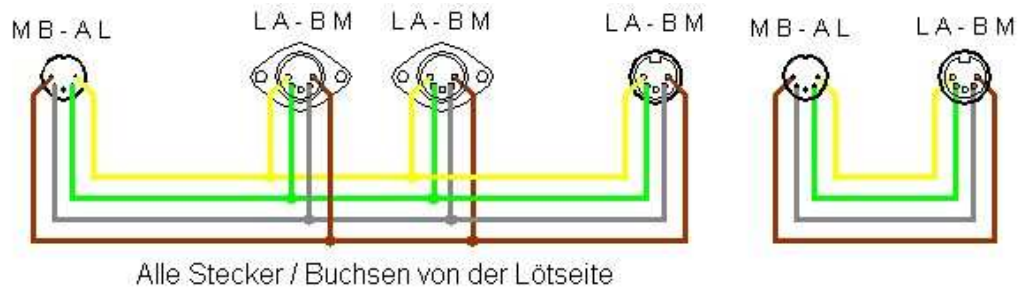
**Antwort:** Wenn der Bahnhof umgedreht wird, dann werden die Verbindungskabel an den roten Stecker und an die rote Buchse angeschlossen, und die schwarzen bleiben frei, da die Regel eingehalten werden muß.

## Modulsystem Schmalspur Modulbaugruppe

Die Verbindung der XpressNet-Leitung der Bahnhofteile untereinander kann selbstverständlich mit irgendwelchen Steckern / Buchsen erfolgen. Falls die Verbindung mit DIN-Steckern / Buchsen erfolgt, so darf keinesfalls an diesen Buchsen ein Fahrregler angeschlossen werden. (Gefahr der Zerstörung des Fahrreglers)

Diese Schaltung kann auch für Streckenmodule mit fest eingebauter XpressNet-Leitung verwendet werden (Ich denke da an Module, die aus mehreren Teilen bestehen). Ansteckmöglichkeiten für die Fahrregler sind nicht erforderlich außer bei einer Haltestelle oder Ladestelle.

### Die Schaltung im Detail:



Kontakt M: Masse  
Kontakt L: + 12 V  
Kontakte A, B: Daten

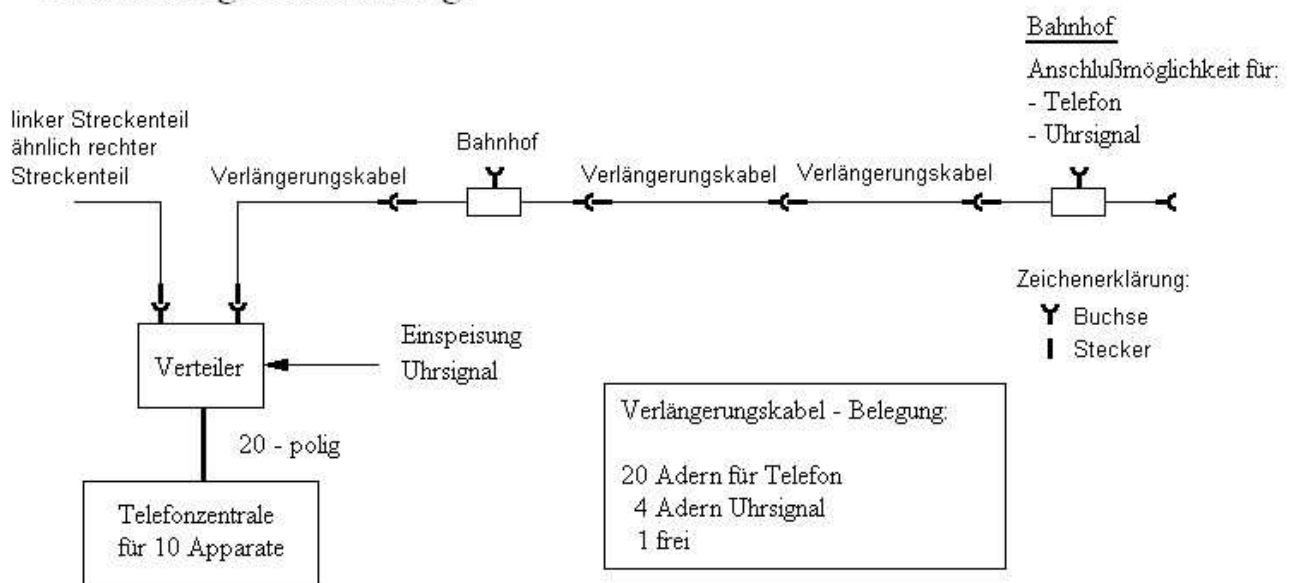
## zu c) – Telefon / Uhr

Hiefür wird eine 25-polige Leitung mit SUB-D Steckern verwendet. Für das Telefon werden 20 Adern verwendet, für die Modelluhr (schnelle Modellzeit) stehen 4 (bzw. 5) Adern zur Verfügung. Unsere Telefonanlage stellt die Nummern 10 bis 19 zur Verfügung.

Somit ist es möglich, daß jeder der 10 möglichen Telefonklappen überall verwendet werden kann. Auch ist es möglich, daß ein Bahnhof eine fixe Nummer erhält; der Zugleiter sollte aber die Nummer 11 erhalten (kurze Wahlzeit).

Ebenso ist es auch denkbar, daß die Telefonnummern, für jede Ausstellung gesondert, nach der Reihenfolge der Bahnhöfe vergeben wird. Der Zugleiter bekommt aber immer die Rufnummer 11.

### Verkabelung Telefonanlage



### Die wichtigsten Bestandteile:

- Ein **Verteiler**, um die „Telefonzentrale“ anzuschließen, mit zwei 25-polige SUB-D Buchsen (nach links und rechts)
- **Verlängerungskabel** (Stecker SUB-D – 1,5 bis 10 m Kabel – Buchse SUB-D)
- **Anschlußbox** für Telefon, Uhrsignal für jeden Bahnhof, Zugleiter
- **Für Abzweigbahnhöfe** je eine Anschlußbox mit einem 25-pol. Stecker und zwei 25-pol. Buchsen.

Die Anschlußbox kann durchaus fix in der Mitte des Bahnhofs (oder dort wo Platz ist) montiert werden.



## zu d) – Lichtstrom

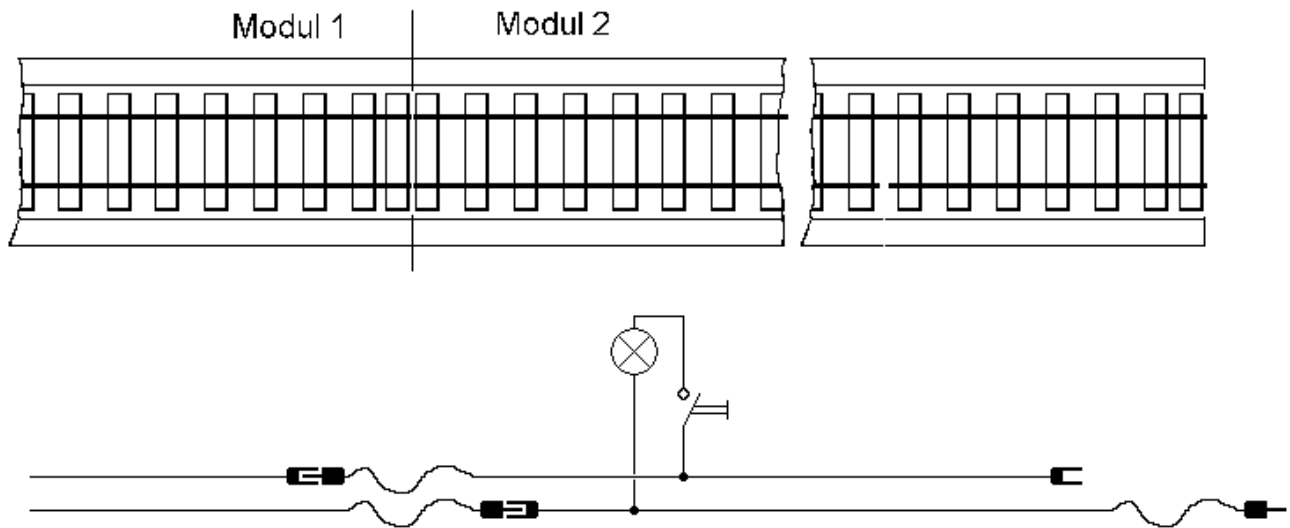
### Zweck:

Versorgung von elektrischen Verbrauchern auf der Strecke. (Straßenbeleuchtung, Geräusche, Bahnschranken,...) Die Bahnhöfe mit ihren Weichen und Beleuchtungen sollten weiterhin von einem lokalen Transformator versorgt werden, um bei Störungen nicht völlig den Betrieb einstellen zu müssen. Spannung: 16 V Wechselspannung.

### Ausführung:

Am Modulende, höchstens 10 cm vom Modulende entfernt, befindet sich an der Modulunterseite eine gelbe 4 mm Buchse und ein etwa 30 cm langes gelbes Kabel mit gelbem 4 mm Stecker. Zur Verbindung der Module wird das gelbe Kabel mit Stecker in die gelbe Buchse des Nachbarmoduls gesteckt.

Das Kabel soll gelb und einen Querschnitt von mindestens  $0,5 \text{ mm}^2$  haben.



Lichtleitung:

gelbe Kabel, gelbe Buchsen, gelbe Stecker

## Ergänzendes zur Elektrik

- Die Bedienelemente am Stellpult können frei gewählt werden. Weichen können händisch, 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 oder mit Metallklammern festtackern kann schiefgehen!)
- 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 Anspesungen sind kaum zu sehen, wenn sie an der Unterseite der Schiene angelötet werden (unmittelbar vor der Verlegung des Gleises).

## Abfolge beim Aufbau der Anlage:

1. Transport der Module und Werkzeugkisten dorthin, wo sie gebraucht werden.
2. Bahnhöfe und Module, die aus mehreren Segmenten bestehen, aufbauen und in etwa im Saal verteilen.
3. Zwischenmodule einfügen
4. Übergänge einrichten
5. elektrische Verbindung der Gleise (1,5 mm<sup>2</sup> Leitungen)
6. Überprüfung der Gleisanlage **mit Durchgangsprüfer gegen Kurzschlüsse**
7. Verlegung XpressNet Leitung
8. Überprüfung der XpressNet Leitung **bei neuen Modulen mit XpressNet-Buchsen:**
  - sichergehen, daß weder LZV 100 noch Fahrregler angeschlossen sind
  - An einer Buchse überprüfen, ob alle Kontakte voneinander isoliert sind
  - XpressNet Leitung mit Prüfgerät an Analogtrafo anschließen
  - An allen Buchsen überprüfen, ob zwischen den Kontakten L und M etwa 12 V anliegen und zwischen M und A – bzw. B 4 V bzw. 8 V anliegen.
  - Prüfgerät entfernen und die XpressNet Leitung in das LZV 100 einstecken
  - Einen Handregler einstecken (am besten in der Nähe des LZV 100)
  - Wenn am Display eine Lokadresse erscheint: alles in Ordnung, und auch die anderen Buchsen testen.
  - Wenn aber am Display „- - -“ erscheint (blinkend), müssen die Kontakte A und B vertauscht werden.
9. Überprüfen ALLER LZV 100, daß nur eines als Zentrale definiert ist.
10. Anschluß der Zentrale und der Verstärker an die Trafos und die Gleisanlage, Probebetrieb
11. Verlegung Telefonkabel, Aufstellen der Telefone und Wahlzentralen
12. Inbetriebnahme Telefonanlage
13. Aufstellung der Uhren, Inbetriebnahme

## Modulsystem Schmalspur Modulbaugruppe

Gewisse Punkte können auch gleichzeitig durchgeführt werden. Etwa:

Pkt		zeitlicher Ablauf									
1	Transport	1									
2	Aufbau Bahnhöfe, Streckenabschnitte		1								
3	Ergänzende Module			1							
4	Modulübergänge einrichten			1	1						
5	1,5 mm <sup>2</sup> Kabel verbinden (Gleis und Licht)				2						
6	prüfen Analog					3					
7	verlegen XpressNet				1						
8	prüfen XpressNet						3				
9	prüfen LZV 100							3			
10	Anschluß Zentrale								3		
11	verlegen verdrehte Leitung								2		
12	Anschluß Verstärker									3	
13	verlegen Telefonkabel				1						
14	Anschluß Telefonapparate, Telefonzentrale						2				
15	prüfen Telefonanlage						2				
16	Anbringen und Anschluß der Uhren im Saal							2			
17	Überprüfen der Uhren							2			

Farberklärung:

- grün (1): einfache Arbeiten
- gelb (2): mittlere Arbeiten
- rot (3): schwere / kritische Arbeiten

## 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 meist nur eingleisig sind, sind sie hierfür bestens geeignet.

Zugfahrten von einem zum anderen Bahnhof finden nur nach gegenseitiger Absprache statt, wobei dafür eine Telefonanlage verwendet wird.

Bahnhöfe werden durch Einfahrsignale oder Trapeztafeln zur Strecke hin begrenzt. Das Aufstellen von Einfahrsignalen ist insofern etwas problematisch, da ja unter Umständen 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. (Etwa 50 cm vor der ersten Weiche) 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.

## 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

---

### Änderungen:

- |       |                |            |   |
|-------|----------------|------------|---|
| 1. Ä: | Seite 5:       | 27.09.2006 | Farbe Modulkästen in RAL 8011 nußbraun                      |
| 2. Ä: | Seite 7, 8     | 23.02.2006 | Gleis bis Ende des Moduls (kein Verbindungsgleisstück mehr) |
| 3. Ä: | Seite 6, 7, 18 | 15.09.2011 | Übergang mit Straße, Telegrafmaste                          |
|       | Seite 27 - 29  | 15.09.2011 | Ergänzung Uhren, Anhang FREMO, Anhang Digital-Setup         |

## Anhang 1 – Übergang zu FREMO

Folgendes ist zu beachten, wenn die Module auch bei einem Arrangement mit FREMO eingesetzt werden sollen:

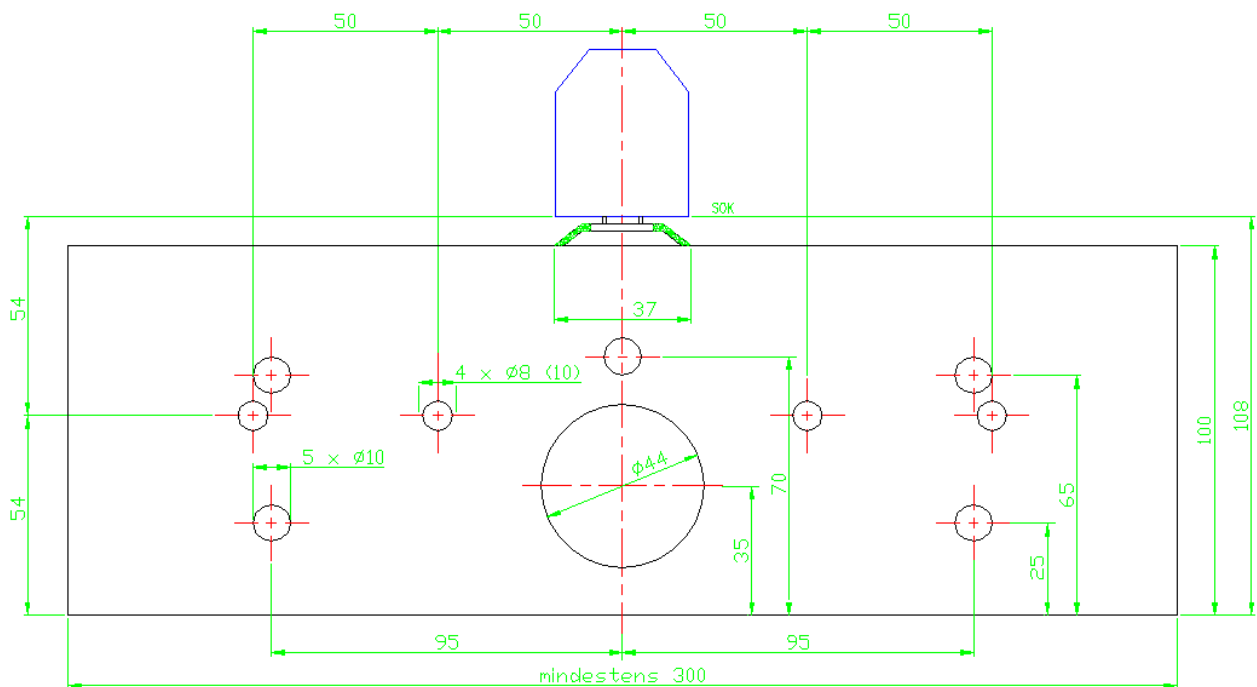
Die SOK befindet sich **1300 mm** über Fußboden (im Gegensatz zu 1008 mm bei der SMBG), es müssen daher andere Beine bzw. höhenverstellbare Beine verwendet werden.

### Übergangprofil

Solange ein Modul der SMBG mit einem Modul der SMBG verbunden werden soll, besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

Wenn jedoch eine Verbindung mit einem reinen FREMO-Modul erfolgen soll, müssen noch zusätzliche Bohrungen gemäß FREMO-Norm am Stirnbrett des Moduls angebracht werden:

**(8 mm Löcher in 50 mm Abstand, 54 mm unter Schienenoberkante)**



Gerader Übergang  
mit FREMO kombinierbar

Schmalspur Modulbaugruppe

Gemäß FREMO werden zum Zusammenschrauben Flügelmutter / Flügelschrauben M6 verwendet. Die FREMO-Löcher haben daher 8 mm Durchmesser. Falls das Modul breiter als 300 mm ist, können weitere FREMO-Löcher im 50 mm – Raster folgen.

Änderung: Zeichnung (Irrtum FREMO-Löcher)

Version: 2012

## **Anhang 2 – Digital-Setup**

**Beitrag von Christian Baranek folgt hoffentlich**