

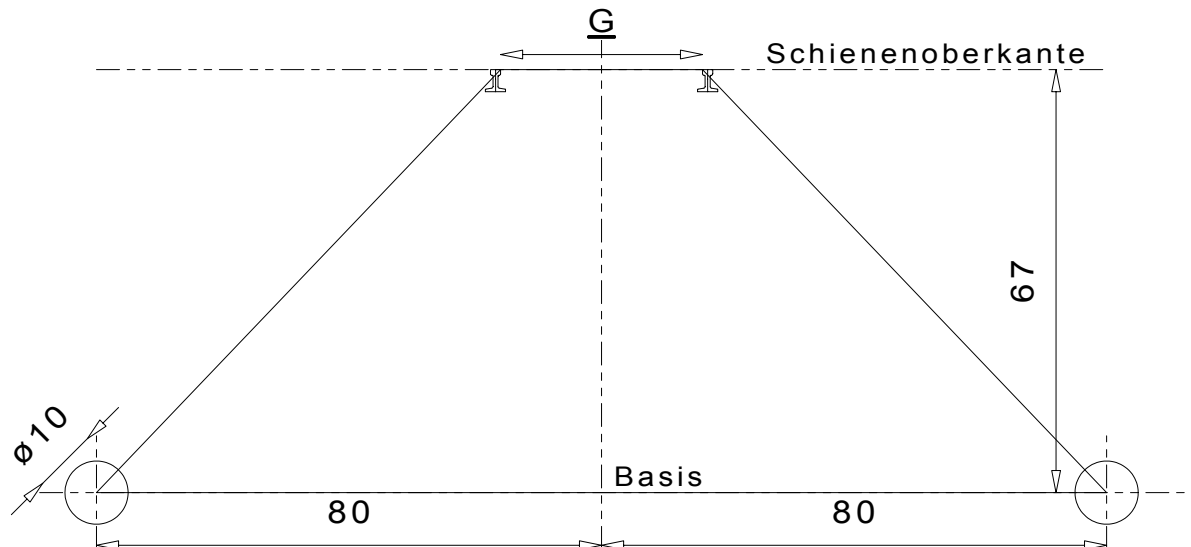
## 1. Einleitung

Diese Planungshilfe umfasst die Anleitung zum Bau eines Modulkopfes (nach NEM 961D und NEM 909D), der den niveaugleichen Übergang an der Schienenoberkante (SO) in den Nenngrößen 0, 0m, 0e und 0i (0f) sicherstellt. Ferner enthält die Planungshilfe Hinweise zur Berechnung einer gewünschten SO über Boden. Die elektrische Verkabelung wird für den Digitalbetrieb beschrieben. Die Verkabelung für den analogen Betrieb ist in der NEM 908D beschrieben.

## 2. Konstruktion des Bahnkörpers

### 2.1. Grundsatz

Die Innenseite der Schienenköpfe und die Befestigungslöcher im Modulkasten bilden ein Trapez mit der Höhe von 67 mm, der Spurweite G und der Basis der Befestigungslöcher von 2 x 80 mm, das symmetrisch von der Mitte des Modules bzw. Gleismitte aus angeordnet ist.



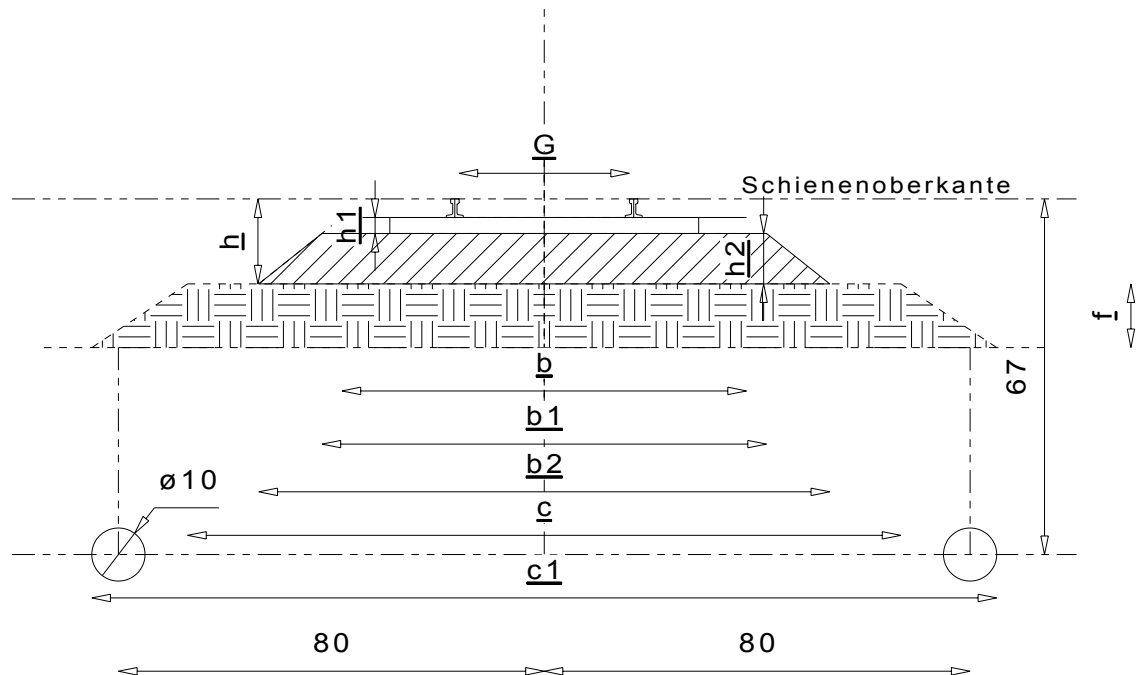
Die Höhe setzt sich auf drei mögliche Arten zusammen:

1. Moduloberkante (MOK 1) unterhalb der Schwelle: Höhe der Schienenprofile (einschließlich Kleineisen) + Höhe der Schwellen + der Differenz zu 67 mm. Diese Festlegung ist typisch für Bahnhofsgleise.
2. Moduloberkante (MOK 2) unterhalb des Schotterbettes: Höhe der Schienenprofile (einschließlich Kleineisen) + Höhe der Schwellen + Höhe des Schotterbettes + der Differenz zu 67 mm. Dies ist die gebräuchlichste Festlegung und wird meistens bei in Modulköpfen vorgebohrten Befestigungslöchern verwendet.
3. Moduloberkante (MOK 3) unterhalb des Unterbaus: Höhe der Schienenprofile (einschließlich Kleineisen) + Höhe der Schwellen + Höhe des Schotterbettes + Höhe des Unterbaus + der Differenz zu 67 mm.

Bei der Höhe der Schienenprofile sind die Toleranzen nach NEM 120 zu beachten, d.h. die Profilhöhe sollte vermessen und in die Berechnung mit eingehen:

Profil	Toleranz	Code	Spur
35	+0,3	143	0 / 0m
30	+0,2	124	0 / 0m / 0e
25	+0,2	100	0e
20	+0,2	83	0i (0f)

## 2.2. Aufbau des Bahnkörpers



### 2.2.1. Unterbau

Aus der NEM 122 sind die Maße  $c$ ,  $d$ ,  $f$ , sowie die Neigung der Böschung mit 1:1,5 ( $\tan \alpha = 0,66$ , Winkel etwa 33,7 Grad) bekannt. In der NEM 123 fehlt das Maß  $d$ . Deshalb wird das fehlende Maß Breite ( $c_1$ ) der Unterseite des Unterbaus mit der Böschungsneigung errechnet:

$$c_1 = c + 2 \cdot f / \tan \alpha$$

### 2.2.2. Schotterbett

In den NEM 122 / 123 ist die Schwelle im Schotterbett eingebettet. Dies wird bei der üblichen Gleisverlegung i.d.R. nicht der Fall sein. Die Höhe des zu erstellenden Schotterbettes wird daher um die Höhe  $h_1$  der Schwelle geringer sein. Bekannt ist das Maß  $b$  und  $h$ , sowie Böschung mit 1:1,25. Es fehlen die Maße  $h_2$  (Höhe des aktuellen Schotterbettes),  $b_1$  (Breite an der Oberseite des Schotterbettes),  $b_2$  (Breite des Schotterbettes an der Unterseite). Der Wert für  $\tan \alpha$  beträgt 0,8 (Winkel etwa 38,7 Grad).

Das Maß  $h_2$  wird wie folgt ermittelt:

$$h_2 = h - h_1 - \text{Profilhöhe}$$

Das Maß  $b_1$  wird wie folgt ermittelt:

$$b_1 = b + 2 \cdot h_1 / \tan \alpha$$

Das Maß b2 wird wie folgt ermittelt:

$$b2 = b1 + 2 * h2 / \tan \alpha$$

### 2.3. Zusammenfassung

Wenn die konstruktiven Merkmale des Bahnkörpers festliegen, dann können die Positionen der Befestigungsbohrungen in Bezug zur Moduloberkante am Modulkopf bestimmt werden. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass Module mit unterschiedlicher Festlegung der Moduloberkante in Bezug auf den Bahnkörper einen niveaugleichen Übergang an der Schienenoberkante herstellen.

Die Maßtabellen (Maße in mm) geben Werte beispielhaft für die Schwellenhöhe von 3 mm (h1) für die Spur 0, 0m wieder:

Spur 0	Profil 35	Profil 30
Maß	3,5	3,0
c	134,0	134,0
c1	170,4	170,4
b	76,0	76,0
b1	83,5	83,5
b2	107,3	108,5
h	16,0	16,0
h1	3,0	3,0
h2	9,5	10,0
f	12,0	12,0
Summe MOK 1	6,5	6,0
Summe MOK 2	16,0	16,0
Summe MOK 3	28,0	28,0
Diff Basis MOK 1	60,5	61,0
Diff Basis MOK 2	51,0	51,0
Diff Basis MOK 3	39,0	39,0

Spur 0m	Profil 35	Profil 30
Maß	3,5	3,0
c	94,0	94,0
c1	109,2	109,2
b	49,0	49,0
b1	56,5	56,5
b2	67,8	69,0
h	11,0	11,0
h1	3,0	3,0
h2	4,5	5,0
f	5,0	5,0
Summe MOK 1	6,5	6,0
Summe MOK 2	11,0	11,0
Summe MOK 3	16,0	16,0
Diff Basis MOK 1	60,5	61,0
Diff Basis MOK 2	56,0	56,0
Diff Basis MOK 3	51,0	51,0

Die Maßtabellen (Maße in mm) geben Werte beispielhaft für die Schwellenhöhe von 2 mm (h1) für die Spur 0e, 0i (0f) wieder:

Spur 0e	Profil 30	Profil 25
Maß	3,0	2,5
c	68,0	68,0
c1	83,2	83,2
b	42,0	42,0
b1	47,0	47,0
b2	52,0	53,3
h	7,0	7,0
h1	2,0	2,0
h2	2,0	2,5
f	5,0	5,0
Summe MOK 1	5,0	4,5
Summe MOK 2	7,0	7,0
Summe MOK 3	12,0	12,0
Diff Basis MOK 1	62,0	62,5
Diff Basis MOK 2	60,0	60,0
Diff Basis MOK 3	55,0	55,0

Spur 0i (0f)	Profil 20
Maß	2,0
c	67,0
c1	82,2
b	38,0
b1	43,0
b2	43,0
h	4,0
h1	2,0
h2	0,0
f	5,0
Summe MOK 1	4,0
Summe MOK 2	4,0
Summe MOK 3	9,0
Diff Basis MOK 1	63,0
Diff Basis MOK 2	63,0
Diff Basis MOK 3	58,0

### 3. Sicherstellen des niveaugleichen Übergang an der Schienenoberkante

Nach dem Bau des Bahnkörpers werden erst dann die Befestigungslöcher gebohrt, um den niveaugleichen Übergang zu anderen Modulen herzustellen. Das empfiehlt sich schon deshalb, weil das verbaute Material Toleranzen haben kann. Ist z.B. kein Trassenbrett der Höhe h2 mit 9,5 mm Stärke vorhanden, so kann eines mit einer Stärke von 10 mm verwendet werden. Die Anwendung der Lehre korrigiert die zu bohrenden Befestigungslöcher automatisch.

Anwendung: Man fertigt sich eine entsprechende Lehre im Maßstab 1:1 für die Nenngrößen 0, 0m, 0e, oder 0i (0f) an (Zeichnung im Beiblatt 1). Die Gleismitte wird durchgehend am Modulkopf markiert. Der schmale Teil der Lehre wird fluchtend mit der Schienenoberkante angelegt. Die Markierung der Mittellinie wird mit der Markierung der Mittellinie am Modulkopf in Übereinstimmung gebracht. Durch das Papier können dann die Positionen für die Befestigungslöcher angestochen werden.

### 4. Zwei-, und mehrgleisige Modulköpfe

Sind zwei- oder mehrgleisige Module vorhanden, so wird genau so verfahren wie bei eingleisigen Modulen. Hinsichtlich der Lage der Gleise wird auf die NEM 909D verwiesen. Hier wird nur jeweils die Gleismitte am Modulkopf markiert. Die Lehre wird dann jeweils um den Gleismittenabstand verschoben, um die Befestigungslöcher zu markieren und zu bohren. Auf diese Weise können mehrgleisige Module mit eingleisigen Modulen verbunden werden.

### 5. Berechnung einer gewünschten SO über Boden

#### 5.1. Vorgehensweise

Das Trapez mit der Höhe von 67 mm ist eine feststehende Größe. Lediglich die Summe der Höhe SO zur Moduloberkante ist eine Variable (vgl. Summe MOKx bei den Tabellen im Abschnitt 2). Module können flächig 1) mit einem aufliegenden Brett oder 2) mit einem in die Modulwände eingelassenen Brett versehen sein oder 3) gar keines haben, z.B. bei MOK3. Im ersteren Fall bildet das aufgelegte Brett mit seiner oberen Kante die Moduloberkante. Die obere Fläche des Modulbeines fluchtet im Fall 1 und 3 mit der oberen Kante der Seitenwand, im Fall 2 mit der Unterseite des eingelassenen Brettes. Wegen dieser Variationsmöglichkeiten ist es wichtig, dass die Befestigungslöcher nach Fertigstellung des Bahnkörpers gebohrt werden.

Die SO in mm über Boden setzt sich wie folgt zusammen:

- Summen der Höhen h und f von SO zur Moduloberkante (SMOK)
- Dicke des Modulbrettes (SEB)
- Länge des Modulbeines (LM)
- Länge des Ausgleichsbeines (LA), Normalzustand

Also:  $SO = SMOK + SEB + LM + LA$

#### 5.2. Modulbeine

Die Länge LM ist i.d.R. nicht bekannt. Sie wird wie folgt ermittelt:

$$LM = SO - SMOK - SEB - LA$$

Beispiel 1:  $SO = 1300$ ;  $SMOK = 16$ ;  $SEB = 10$ ;  $LA = 15$

$$LM = 1300 - 16 - 10 - 15; LM = 1259 \text{ mm}$$

Beispiel 2:  $SO = 1300$ ;  $SMOK = 28$ ;  $SEB = 0$ ;  $LA = 15$

$$LM = 1300 - 28 - 0 - 15; LM = 1257 \text{ mm}$$

## 6. Geländeprofile

Auf Geländeprofile wird wegen der Vielfältigkeit nicht eingegangen. Siehe dazu die Literaturhinweise am Ende diese Planungshilfe.

## 7. Modulbauweise

Siehe hierzu die Literaturhinweise 9.6, 9.8, 9.9 und 9.11

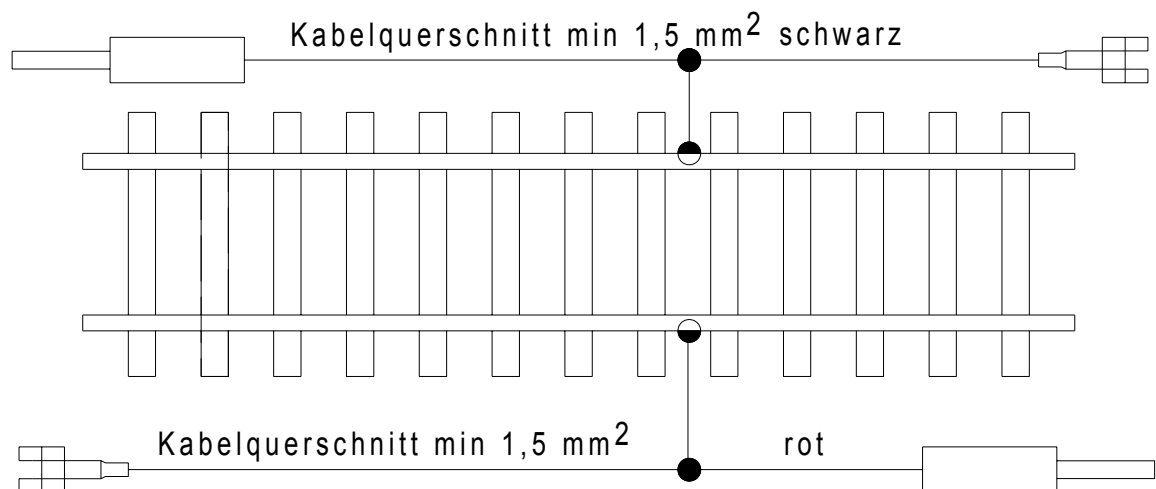
## 8. Elektrische Verkabelung

Dem Modul darf keine Netzspannung, sondern nur Kleinspannung ( $\leq 42$  Volt) zugeführt werden. Wegen der zunehmenden Digitalisierung wird von NEM 908D Punkt 3. und 4. in einigen Punkten abgewichen.

### 8.1. Grundsatz

Das Modul – hier Strecken- oder Joker-Modul - soll beim Zusammenbau mit weiteren Modulen verpolungssicher angeschlossen werden. Dazu dient das Bananenbuchse / Bananenstecker-System. Beim anzuschließenden Modul passt jeweils die entsprechende Buchse / Stecker, auch wenn das Modul um 180 Grad gedreht wird .

#### Grundschtung 1

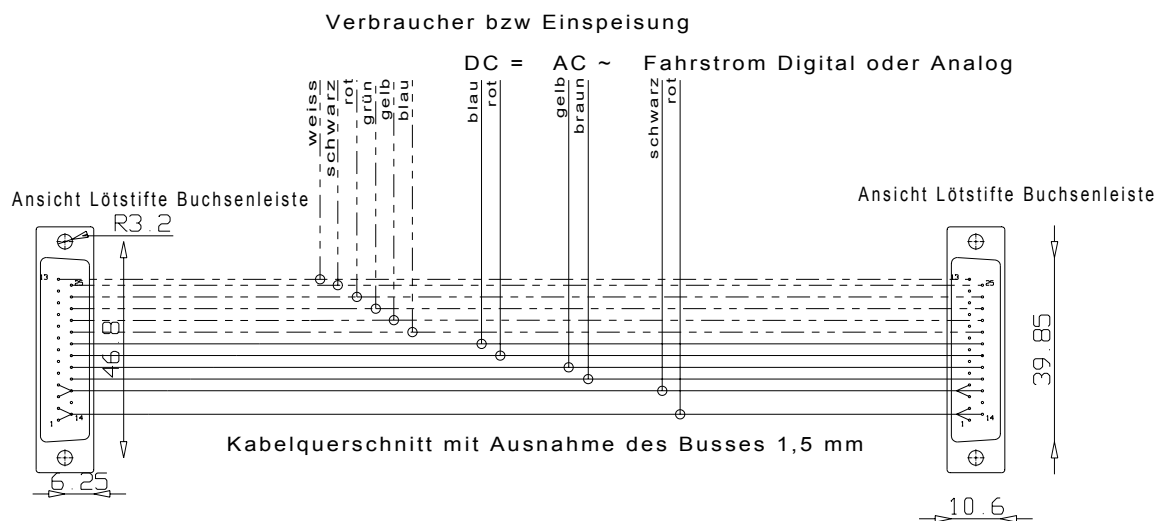


Bananenbuchse und Kabel des Bananensteckers mit Zugentlastung werden mit einem Winkel in der Nähe des Modulkopfes / Griffmulde montiert. Das Kabel sollte ca. 30 cm lang sein. Der Bananenstecker wird zum Transport in die Bananenbuchse gesteckt.

### 8.2. Verkabelung für Digitalbetrieb

Für Streckenmodule ist keine weitere Verkabelung notwendig. Für Module, die auch Steuerungsaufgaben haben, ist Schaltung 2 vorgesehen:

## Schaltung 2



Es werden alle erforderlichen Spannungen eingespeist bzw. abgegriffen. Ein Kontakt der 25-pol. Sub-D-Buchse verträgt ca. 1A. Wird mit Loconet oder Xpress Net gearbeitet, so soll die Verbindung mittels eines Bandkabels (Telefon) oder Netzkabels (Computertechnik) erfolgen. Auf alle Fälle sind die Herstellerangaben zur Verdrillung des Kabels, insbesondere bei großen Längen zu beachten. Auf eine distanzierte Verlegung von der Schiene bzw. digitalen Verkabelung ist zu achten, um unerwünschte Einkoppelungen zu vermeiden. Jeweils eine Buchse (für Loconet RJ-12, Xpress Net, 5-pol. Din-Buchse) soll auf der Nord- und Südseite vorhanden sein. Mindestens zwei RJ-12 Buchsen im Modul sollten installiert sein, um ein Durchverbinden des Busses für ein Modularrangement zu gewährleisten. Eine zusätzliche Verkabelung nach 8.1 empfiehlt sich. Für die Verkabelung des RJ-12 und des Xpress Net - Steckers siehe Beiblatt 2.

### 8.3. Verkabelung für Analogbetrieb

Module, die nach 8.1 oder 8.2 verkabelt sind, können auch im Analogbetrieb eingesetzt werden. Anstatt der digitalen Stromeinspeisung erfolgt die Einspeisung mit Gleichstrom (Schaltung 2). Für Module, die nach NEM 908D gebaut sind, empfiehlt sich eine zusätzliche Verkabelung nach 8.1.

### 8.4. Zusammengehörige Module

Module, die zusammen gehören (z.B. Bahnhöfe), werden grundsätzlich ein gemeinsames Steuerorgan haben. Die restlichen Stifte der 25-pol. Sub-D-Buchse können frei für Steuer- und Meldezwecke benutzt werden. Die RJ-12 Buchsen sind dann jeweils an den Bahnhofsenden für die Durchverbindung des Busses vorzusehen.

## 9. Literaturhinweise

- 9.1. NEM 120, Schienenprofile und Laschen
- 9.2. NEM 122, Querschnitt des Bahnkörpers für Normalspurbahnen
- 9.3. NEM 123, Querschnitt des Bahnkörpers für Schmalspurbahnen
- 9.4. NEM 900, Anlagenmodule, Allgemeines
- 9.5. NEM 908D, Elektrische Schnittstelle für Module
- 9.6. NEM 909D, Adaptermodule
- 9.7. NEM 961D, Anlagen-Module Nenngröße 0
- 9.8. Stefan Panske, Spur 0 Sonderheft 90 – Module
- 9.9. Peter Ehrenberg, Konstruktionsprinzip Modulkasten, 6.5.2001
- 9.10. Johannis Likos, Gedanken über die Südseite bzw Geometrie der Vorderseite, HP1 Modellbahn 2/2002.
- 9.11. Klaus Weibezahn, Geigen, Celli & Module, HP1 Modellbahn 1/2004
- 9.12. Jürgen A. Reimann, Modulbeine – eine Alternative, HP1 Modellbahn 3/2003
- 9.13. N.b., Stirnseite Profil B96 un F96, HP 1 Modellbahn 3/2001
- 9.14. Achim Sührig, Modulnorm – Was ist das?, Spur 0 Lokomotive 2/2006