



FREMO-Modulnorm Spur 0 Vorbildspurweite 1.435 mm im Maßstab 1:45

Version 1.1

Stand: 15.03.2026

Überarbeitung: Dirk Hilberg (Federführer), Jürgen Dannenberg, Dirk Jahnke, Bernd Schneider, Jochen Leisner, Fred Albrecht-Zantner, Manja Balsler u.w.

1 Einleitung

Die vorliegende Norm soll sicherstellen, dass alle unter Beachtung der Norm gebauten Module und eingesetzten Fahrzeuge mechanisch und elektrisch zusammenpassen. Unter dieser Voraussetzung genießen zu dieser Norm kompatible Spur-0-Module Bestandsschutz. Eine Verbindung mit nach anderen Spur 0-Normen gebauten Modulen ist grundsätzlich möglich, da vergleichbare Modulkopfstücke in der vorliegenden Norm berücksichtigt wurden.

Die Norm ist aufgegliedert in Sachthemen und ihre Aufgliederung in Festlegungen und Erläuterungen. Festlegungen sind verbindlich. Sie schließt auch Empfehlungen mit ein. Dort sind Dinge zu finden, die sich im Modulbetrieb in der Praxis bewährt haben und deren Beachtung wünschenswert ist. Diese Dinge wurden nicht genormt, da auch andere Lösungen zu gleichwertigen Ergebnissen führen und sie für ein einwandfreies Zusammenpassen der Module nicht zwingend notwendig sind.

Auf den ersten Blick mögen die Normen so wirken, als ließen sie dem Einzelnen wenig Freiraum. Beim Durchlesen wird man jedoch feststellen, dass es sich meist um Selbstverständlichkeiten handelt, die zum problemfreien und entspannten, gemeinsamen Betrieb erforderlich sind. Dem Modellbauer bleibt genügend Freiraum, seine individuellen Ideen umzusetzen. Außerdem erhebt die vorliegende Norm nicht den Anspruch, vollständig oder endgültig zu sein, so dass es immer möglich sein wird, weitere Verbesserungen und Ergänzungen einzuführen, wenn dies im allgemeinen Interesse liegt.

Oberstes Ziel aller, die sich mit dem Bau und Betrieb von Modelleisenbahnen innerhalb des FREMO befassen, sollte sein, dass der jeweils beste Stand der Technik Basis des Handelns ist. Das bedeutet, dass möglichst vorbildgetreue und maßstäbliche Gleise, Fahrzeuge, Landschaftsgestaltungen, Betriebssituationen etc. im Modell umgesetzt werden. All dies lässt sich sicher nicht immer vollständig erreichen, sollte aber immer das angestrebte Ziel bleiben.

Für den Modulbau selbst verweisen wir auf einschlägige Veröffentlichungen in unserer Vereinszeitung Hp1 und auf die Internetseiten des FREMO. Allgemeine Hinweise z. B. zu FREMO-Treffen, zum Betrieb oder zu DCC finden sich im Internet auf der Homepage des FREMO (www.fremo.org).

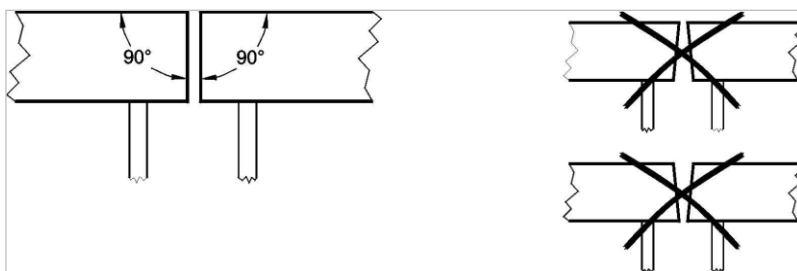
2 Modulkasten

2.1 Modulkasten – Mindestanforderungen

Festlegung:

Erläuterung:

- 2.1.1 Die Modulhöhe, gemessen von der Schienenoberkante, beträgt 1.300 mm über dem Fußboden. 1.300 mm ist ein in langjähriger Praxis bewährter Kompromiss zwischen Optik (man sieht nicht nur die Dächer der Modelle, sondern kann sie auch bequem von der Seite betrachten) und Bedienbarkeit (Rangieren).
Außerdem ist dies auch die Normhöhe der Schmalspur-Modulgruppen 0e/0m im FREMO, wodurch eine Übergabemöglichkeit an Schmalspur-Arrangements mittels Rollwagen bzw. Rollböcken ermöglicht wird.
- 2.1.2 Die Modulhöhe muss um ± 15 mm justierbar sein. Eine Höhenverstellmöglichkeit von ± 15 mm ist zwingend vorzusehen, um Unebenheiten des Hallenfußbodens ausgleichen zu können.
- 2.1.3 Die Modulstirnseiten müssen absolut senkrecht stehen. Bei Nichtbeachtung ist kein verzugsfreier Zusammenbau der Module mit sauberem Gleisübergang möglich und eine Beschädigung der anschließenden Module nicht ausgeschlossen.



2.1.3 Schaubild senkrechte Modulstirnseiten

- 2.1.4 Module müssen eine ausreichende Festigkeit aufweisen und dürfen nicht verzogen sein. Hier sei auf die entsprechenden Ausführungen im FREMO-Hp1 hingewiesen, z. B. in Hp1 1/2004 und Hp1 1/2008.

2.2 Modulkasten – Bewährte FREMO-Praxis

	Festlegung:	Erläuterung:
2.2.1	Streckenmodule müssen mit den genormten Modulkopfstücken versehen werden (siehe Pkt. 6 Modulkopfstücke)	<p>Streckenmodule können mit gleichen oder unterschiedlichen der genormten Modulkopfstücke am jeweiligen Ende z. B. als Übergangsmodule ausgeführt werden. Um die Treffenplanung zu erleichtern und Geländebrüche weitgehend zu vermeiden, sollten keine anderen als die genormten Modulkopfstücke genutzt werden.</p> <p>Bestehende Module mit abweichenden Kopfprofilen genießen Bestandsschutz, solange nicht eine ausreichende Zahl von Modulen mit den genormten Modulkopfstücken verfügbar sind.</p> <p>Innerhalb von zusammenhängenden Modulgruppen oder Bahnhöfen dürfen eigene Kopfprofile verwendet werden. Nach außen muss diese Modul- bzw. Segmentgruppe aber über eines der genormten Modulkopfstücke verfügen.</p>
2.2.2	Bohrungen für die Verbindungsschrauben in der gezeigten Anordnung mit 12 mm Durchmesser	<p>Die Anordnung einer Bohrung unter der Gleismitte (auch als Bezugspunkt für die anderen Bohrungen) ermöglicht eine freie Wahl der Gleislage auf dem Modul.</p> <p>Hinweis: Es ist darauf zu achten, dass die beiden weiteren Verbindungsbohrungen nicht durch Verstärkungen o. ä. im Modul zugebaut werden und zugänglich bleiben, so dass die Verbindungsschrauben problemlos festgezogen werden können.</p>
2.2.3	Modulverbindung mittels jeweils 2 bis 3 Flügelschrauben M 8 mit Flügelmutter und großen Unterlegscheiben (sog. „Karoseriescheiben“)	<p>Durch die Verwendung von Maschinenschrauben (Gewinde bis zum Kopf) mit großem Untermaß (2 mm) können kleine Bauungenauigkeiten ausgeglichen werden.</p> <p>Große Unterlegscheiben vermeiden Eindrückungen in die Kopfprofile.</p>
2.2.4	Die Standardbreite (Modulkopfstück) von Streckenmodulen wird auf 600 mm festgelegt; eine Breite von 400 mm darf nicht unterschritten werden.	<p>Eine Modulbreite von 600 mm erlaubt die realistische Darstellung von Eisenbahn typischen Details (z.B. Gebäuden) nahe der Bahnlinie, während dies bei einer Modulbreite von unter 400 mm kaum noch glaubhaft möglich ist.</p>
2.2.5	Bahnhöfe, Anschlussgleise, Brücken oder abweichende Landschaftsformen dürfen andere Breiten und Höhen haben als Streckenmodule; an den Enden müssen diese Segmentgruppen mit genormten Modulkopfstücken versehen sein.	<p>Große Bahnhofsmodule lassen sich oft als Flächentragwerke aufbauen und damit in der Höhe gegenüber Streckenmodulen reduzieren.</p>
2.2.6	Bei Bahnhofssegmenten/-modulen ist darauf zu achten, dass sie so gestaltet sind (Breite, Zugänglichkeit), dass sie einen Rangierbetrieb zulassen.	<p>In der Regel sollte eine maximale Breite von 1 m in Bahnhöfen nicht überschritten werden.</p>

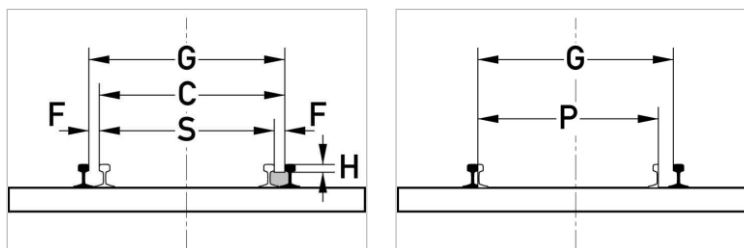
2.2 Modulkasten – Bewährte FREMO-Praxis (Fortsetzung)

	Festlegung:	Erläuterung:
2.2.7	Kein Gleis sollte näher als 100 mm (gemessen von der Gleismitte) an eine Modulseite geführt werden; wo dies unvermeidlich ist, sind Absturzsicherungen für die Fahrzeuge z. B. aus Plexiglas in ausreichender Höhe vorzusehen.	In Bahnhöfen können sich geringere Mindestabstände der Gleise zum Anlagenrand ergeben. Der Mindestabstand bzw. eine Absturzsicherung soll verhindern, dass evtl. umstürzende Fahrzeuge vom Modul aus einer Höhe von 1300 mm auf den Boden fallen.
2.2.8	Die Modulkästen sind außen in einem hellen Grauton (RAL 7001 Silbergrau) zu streichen: Denkbare Alternativen sind: RAL 7003 Moosgrau, RAL 7015 Schiefergrau, RAL 7023 Betongrau, RAL 7037 Staubgrau	Auch wenn es dem Ökogedanken widerspricht, sollte für den Anstrich keine wasserverdünnbare Farbe genommen werden. Erfahrungen haben gezeigt, dass diese Farben nicht vollständig hart werden und besonders bei Wärme zum Kleben neigen, wodurch sich Module nach dem Verschrauben oft nur schwer oder mit Beschädigung der Oberfläche wieder trennen lassen. Es hat sich gezeigt, dass Module von unten bzw. innen grundsätzlich in heller Farbe gestrichen werden sollten, um für Arbeiten unter einem Arrangement einen hohen Kontrast zu haben.
2.2.9	Grundsätzlich sollte jedes Modul über 500 mm Länge selbst stehen können. Kürzere Module können ggf. nur mit einem Beinpaar versehen werden bzw. ohne eigene Modulbeine in das Arrangement eingefügt werden.	Jedes Modul muss selbstständig auf eigenen Beinen stehen, um es bei der Zusammenstellung eines Arrangements beliebig platzieren zu können. Dies gilt insbesondere bei Streckenmodulen. Module, die so lange auf einer Seite von jemandem festgehalten werden müssen, bis sie mit einem anderen Modul verschraubt sind, behindern einen zügigen Aufbau und eine optimale Nutzung des vorhandenen Raums.
2.2.10	Das Modul muss mindestens an der Unterseite mit dem Namen des Eigentümers und der Modulnummer gekennzeichnet sein. Wünschenswert sind ggf. auch Hinweise zur Bedienung und zu Besonderheiten des Moduls.	Die Kennzeichnung verhindert Verwechslungen und evtl. sogar Verlust, vor allem, wenn der Eigentümer bei einem Treffen nicht anwesend sein kann. Es ist auch sinnvoll, dem Modul einen Namen zu geben (nicht nur bei Bahnhöfen). Dies erleichtert die eindeutige Zuordnung bei der Planung und dem Aufbau eines Modularrangements. Sind besondere Funktionen auf dem Modul vorhanden (z. B. der verwendeten Sicherungstechnik, Rollbockanlage, Ladeeinrichtung etc.), ist es sinnvoll, deren Bedienung kurz zu beschreiben, damit auch ein anderer Benutzer dies bedienen kann.
2.2.11	Für jede Betriebsstelle (z.B. Bahnhof, ANST, AWANST, etc.) ist ein Bahnhofs- bzw. Betriebsstellendatenblatt zu erstellen.	Das Bahnhofs- bzw. Betriebsstellendatenblatt führt die Informationen über den Güterumschlag (Frachtaufkommen) mit den spezifischen Gegebenheiten der Betriebsstelle (Gleisplan, Gleisnutzung, Ortsrangierlok etc.) zusammen. Es ist sowohl für die Fahrplanung als auch für den Betrieb von entscheidender Bedeutung. Muster sind unter https://www.fremo-net.eu/ abrufbar.

3 Gleise und Weichen

3.1 Gleise und Weichen – Mindestanforderungen

- 3.1.1 **Festlegung:** Spurführungsmaße Gleise und Weichen
- Erläuterung:** Die gezeigten Abmessungen, die sich an den NEM 110 Ausgabe 2009 orientieren, sind einzuhalten.



	FREMO 1:45 [mm]
Spurweite G (min/max)	32,0 / 32,3
Spurmaß C (min/max)	30,0 / 30,3
Span S (min/max)	28,3 / 28,6
Rillenweite F (min/max)	1,7 / (2,0) ¹⁾
Rillentiefe H (min)	1,3
Zungenmaß P (max)	29,4

¹⁾ Zwischen Herzstück und Flügelschiene ist der Abstand zu minimieren (F=1,7mm), damit auch schmale Räder (siehe 4.2) nicht in die Herzstücklücke fallen. Die Rillenweite F zwischen Außenschiene und Radlenker ist innerhalb der Toleranzen so anzupassen, dass die nominale Spurweite G ggf. mit Erweiterung eingehalten wird.

3.1.2 Schaubild und Tabelle Spurführungsmaße Gleise und Weichen

- 3.1.2 **Mindestradien:**
- Weichen: 3.111 mm (= 140 m beim Vorbild)
- Strecke: 2.500 mm (= 112,5 m beim Vorbild)
- Abweichungen von diesen Radien sind z. B. beim Einsatz von Länderbahnweichen möglich – das durchgehende Hauptgleis sollte (auch in Weichen) die Mindestradien aufweisen, um den freizügigen Einsatz von Fahrzeugen auf dem Arrangement nicht zu behindern.
- 3.1.3 **Profilhöhe von Schienen**
- Maximal zulässige Schienenhöhe beträgt 3,6 mm (= Code 143); höhere Schienenprofile sind nicht mehr Stand der Technik.
- Hinweis: Es ist Gleismaterial mit der Profilform S49 anzustreben. Dies entspricht in etwa dem Code 124 Profil (= 3,2 mm Schienenhöhe).
- Andere Profilhöhen sind zulässig, wenn sie einem Vorbild entsprechen und den Betrieb mit der entsprechenden Spurkranzhöhe zulassen.

3.1 Gleise und Weichen – Mindestanforderungen (Fortsetzung)

Festlegung:

Erläuterung:

3.1.4

Das Gleis an einem Streckenmodulübergang stößt immer rechtwinklig auf das Kopfprofil.

Bei Nichtbeachtung ergibt sich ein Knick im Gleisverlauf, der nicht nur vorbildwidrig ist, sondern auch einen funktionsfähigen Betrieb unmöglich macht (Entgleisung).

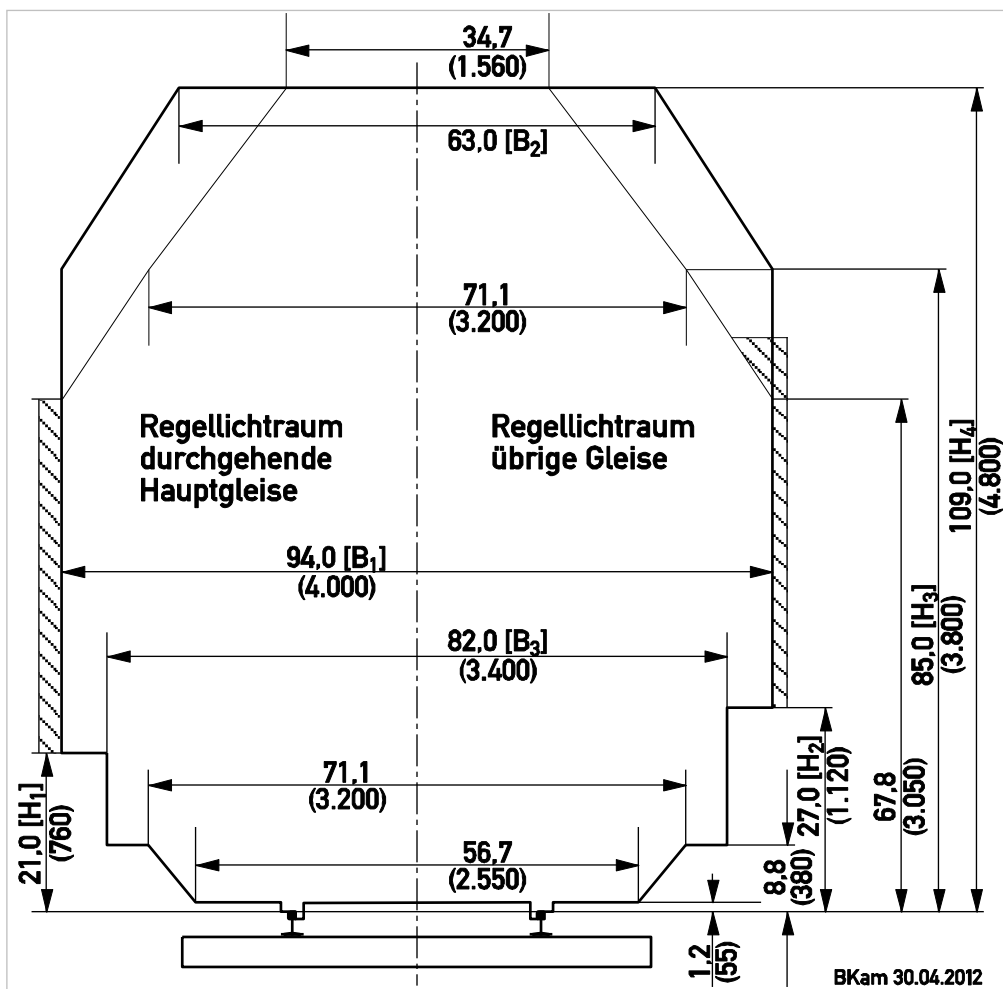
Hinweis: Die rechtwinklige Lage am Modulende kann leicht mithilfe eines kleinen Spiegels überprüft werden, welcher an das Modulende gehalten wird. Knicke sind so leicht zu erkennen und zu korrigieren.

3.1.5

Einhalten des maßstäblichen Lichtraumprofils, Erweiterung des Lichtraumprofils in Bögen

Das unten gezeigte Regel-Lichtraumprofil für Normalspurbahnen gilt für Vorbildradien >250 m; für kleinere Radien gelten auch beim Vorbild leicht vergrößerte Breitenmaße.

Die Modellmaße wurden aus den NEM 102 und NEM 103 sowie der Planungshilfe des BDEF für Bahnsteige und Laderampen übernommen. So ist in Bögen mit einem Radius von 2500 mm der Wert B1 um 7 mm auf jeder Seite zu erweitern; bei 3.111 mm Radius um je 5 mm. Bei Bauwerken oder Signalen neben dem Gleis sind zusätzlich die schraffierten Flächen freizuhalten.



3.1.5 Schaubild Regel-Lichtraumprofil im Modell (Vorbildmaße in Klammern)

3.2 Gleise und Weichen – Bewährte FREMO-Praxis

	Festlegung:	Erläuterung:
3.2.1	Vorbildgerechte Abmessungen von Betriebsstellen	Es hat sich gezeigt, dass der Einsatz von Betriebsstellen mit maßstäblichen Abmessungen einen vorbildgerechteren Betrieb zulässt.
3.2.2	Mindestlänge von Kreuzungsgleisen	Entsteht ein Bahnhof nicht ohnehin nach einem Originalgleisplan, so sollten die Kreuzungsgleise Zugkreuzungen mit Zügen von mindestens 3.000 mm Zuglänge zulassen.
3.2.3	Gegenbögen, Zwischengeraden	Zwischen zwei gegensinnigen Bögen (auch zwischen den abzweigenden Strängen zweier Weichen) sind immer gerade Schienenstücke von mindestens 350 mm Länge einzufügen, um Überpufferungen zu vermeiden. So dürfen auch gegensinnige Bogenmodule in einem Arrangement nie direkt hintereinander eingeplant werden, sondern es ist immer ein gerader Abschnitt dazwischen vorzusehen. Dies gilt für alle Gleise, d. h. auch in Anschlussgleisen.
3.2.4	Bogenüberhöhungen sollen aufgrund der freizügigen Einsetzbarkeit der Module vermieden werden.	Bogenüberhöhungen sind nur in zusammenhängenden Modulgruppen zulässig. Ansonsten wird ein freizügiger Aufbau eines Arrangements erschwert bzw. unmöglich gemacht.
3.2.5	Die Schienen müssen an den Modulenden besonders gut gesichert werden.	Gleise sind auf in das Modulkopfstück geschraubte Messingschrauben, deren Kopf abgeschliffen und auf Schienenfußbreite gebracht wurde, aufzulöten. Schwellenstücke kaschieren die aufgelöteten Schienenfüße. Wichtig für einen guten Übergang zwischen den Modulen ist, dass die Schienen bündig und rechtwinklig mit dem Kopfprofil abschließen. Leichte Ungenauigkeiten bei der Gleislage bzw. den Bohrungen können durch die Modul-Verbindungsschrauben ausgeglichen werden. Die Gleise sollen bis zum Modulende eingeschottert werden. Dadurch ergibt sich ein harmonisches Bild an den Übergängen und ein einfacherer Aufbau.

4 Triebfahrzeuge und Wagen

4.1 Allgemeines – Mindestanforderungen

	Festlegung:	Erläuterung:
4.1.1	Die Fahrzeuge müssen optisch und technisch einwandfrei sein.	In den Betriebspausen können natürlich zu Versuchszwecken nach Abstimmung mit den Modulbesitzern auch (noch) nicht fertige Fahrzeuge ausprobiert werden.
4.1.2	Fahrzeuge sollen realen Vorbildern entsprechen.	Die eingesetzten Fahrzeuge müssen beim Vorbild in der für das Treffen ausgewählten Epoche und Region in Betrieb gewesen sein. Ziel ist es, dadurch auch beim Fahrzeugeinsatz ein stimmiges Abbild des Vorbildes zu erreichen und einen unschönen „Epochen- und Regionenmix“ zu vermeiden. Der Verantwortliche für den Fahrplan des Treffens gibt im Vorfeld des Treffens das Thema des Arrangements und dessen *Geschichte* bekannt. Im Fahrplan werden auch die einzusetzenden Fahrzeuge in Art und Anzahl benannt, so dass diese von den Teilnehmern geeignet mitgebracht werden können. Diese sind vorzugsweise beim Treffen einzusetzen. Beim sog. *freien Fahren* können natürlich beliebige, technisch einwandfreie Fahrzeuge eingesetzt werden.
4.1.3	Triebfahrzeuge müssen mit DCC-Decodern ausgerüstet sein.	Es dürfen nur Fahrzeuge mit DCC-Decoder zum Einsatz kommen. Der Decoder muss lange Adressen und 128 Fahrstufen erlauben. Das Zulassen von Analogfahrten, anderen Datenprotokollen außer DCC und RailCom auf dem Decoder sind zu löschen. Es empfiehlt sich der Einsatz von Sounddecodern und Lautsprechern im Fahrzeug, um die entsprechenden Signale geben zu können.
4.1.4	Für Triebfahrzeuge sind digitale Handregler (s. 5.4.7) vom Besitzer mitzubringen.	Die Zuweisung der Lok-Adressen zu den jeweiligen Handregeln sollte vor den Treffen erfolgen.
4.1.5	Verwendet werden ausschließlich lange Adressen.	Die Adressen werden zentral unter https://www.fremo-net.eu/ vergeben und sind an die Besitzer gebunden. Der Besitzer darf über den für ihn reservierten Adressbereich frei verfügen; eine Nutzung ohne Zustimmung des Besitzers ist nicht erlaubt.
4.1.6	Ohne Reservierung muss vor Inbetriebsetzung eines Fahrzeuges bei einem Treffen der Besitzer zwingend (!) die Fahrzeugadresse mit dem DCC-Verantwortlichen abstimmen.	Hierdurch wird verhindert, dass es zu einer Doppelnutzung von Adressen mit ggf. fatalen Folgen kommt.

- | | | |
|-------|---|---|
| 4.1.7 | Die Adressen und die digitalen Funktionen der jeweiligen Fahrzeuge sind auf dem Einsteckzettel des dem Fahrzeug zugeordneten Handreglers zu vermerken | Damit kann jeder Lokführer die Funktionen des Fahrzeugs eindeutig identifizieren. Es wird empfohlen, die Funktionen F0 bis F5 zu vereinheitlichen:
F0 / F1 - Licht vorne / hinten
F2 – Pfeifen bzw. Horn
F3 – Dampflokom- / Motorgeräusch (Sound)
F4 – Glocke / Läutewerk
F5 – Rangiergang |
| 4.1.8 | Kupplungen und Puffer müssen potentialfrei sein | Puffer und Kupplungen können eine leitende Verbindung zwischen Fahrzeugen herstellen. Bei nur einseitig isolierten Radsätzen und Metallaufbauten kann ein Kurzschluss über Puffer und Kupplung bei gegensinnigem Stand auf dem Gleis nicht ausgeschlossen werden. |
| 4.1.9 | Jedes bei einem Treffen eingesetzte Fahrzeug muss über eine entsprechende Lok- oder Wagenkarte verfügen | Lok- und Wagenkarten dienen zur eindeutigen Identifikation der entsprechenden Fahrzeuge. Eine Tasche zur Aufnahme der Fracht- oder Umlaufkarten muss sich auf der Karte befinden. |

4.2 Radsätze – Mindestanforderungen

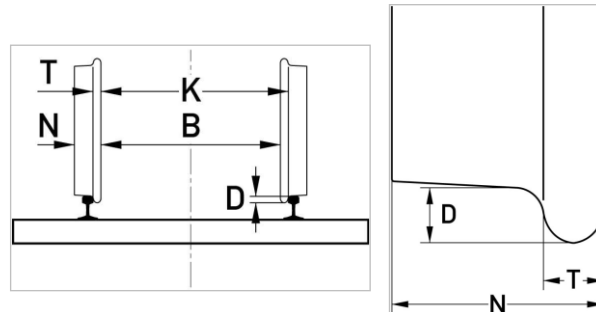
Festlegung:

Erläuterung:

4.2.1

Die Radsatzabmessungen gemäß nachstehender Tabelle sind einzuhalten.

Es sind ausschließlich Radsätze zugelassen, die in ihren Abmessungen den Werten in der nachstehenden Tabelle entsprechen.



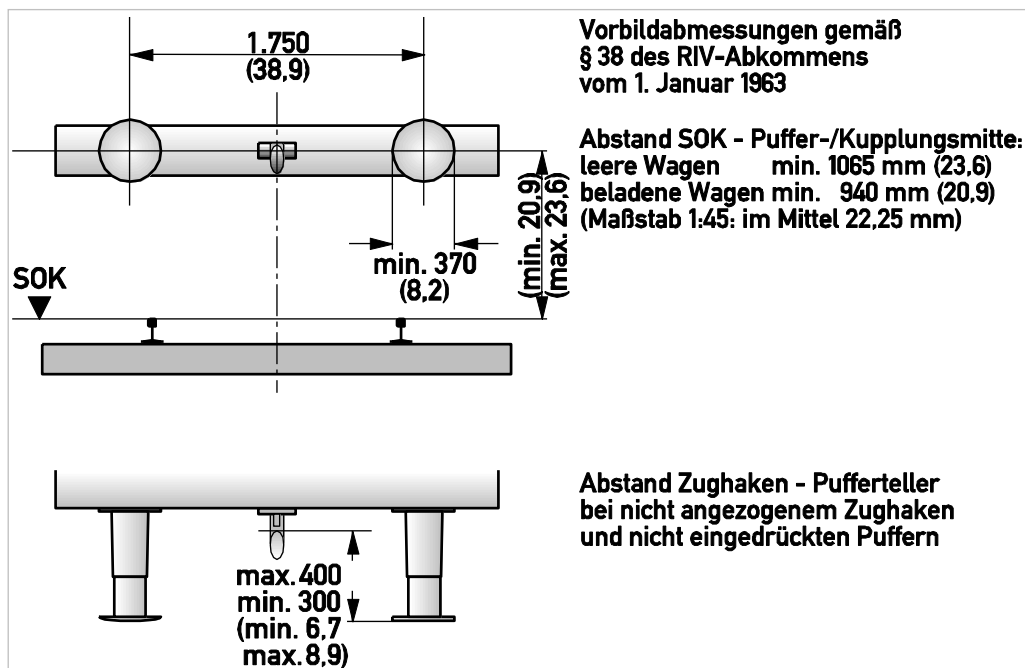
	FREMO 1:45 [mm]
Leitmaß K (min / max)	29,7 / 30,0 ¹⁾
Radsatz-Innenmaß B (min / max)	28,8 / 29,1 ¹⁾
Radbreite N (min / max)	3,5 ^{1,2)} / 4,3
Spurkranzbreite T (min / max)	0,9 ¹⁾ / 1,2
Spurkranzhöhe D (min / max)	0,8 ¹⁾ / 1,2
Ausrundungsradius Lauffläche/Spurkranz FR	0,4 ¹⁾

¹⁾ Die Werte lehnen sich an die gemäß NEM 310 und der ergänzenden NEM 311.1 anzustrebenden Werte an, um größtmögliche Vorbildnähe zu erreichen.
²⁾ Für die Nutzung kleinster Radbreiten N sind neben der minimalen Rillenweite F (3.1.1) am Herzstück auch die in 3.1.2 definierten minimalen Grenzen des Radius des abzweigenden Strangs zu beachten. Ansonsten kann es zu einem deutlichen Einsinken des Rades in die Herzstücklücke kommen.

4.2.1 Schaubild und Tabelle Radsatzabmessungen

4.3 Kupplungen und Puffer – Mindestanforderungen

	Festlegung:	Erläuterung:
4.3.1	Als Kupplung dient eine Nachbildung der Original-Schraubenkupplung	Zum Einsatz kommt eine Nachbildung der Original-Schraubenkupplung. Die Einzelteile der Kupplung sind so zusammensetzen, dass sich die jeweiligen Gelenke zwischen allen Gliedern der Kupplung leichtgängig bewegen. Nur durch die Schwerkraft muss sich die gesamte Kupplungskette in einer vertikalen Linie einfinden. Dazu ist es ggf. erforderlich, die Aufnahmeösen der einzelnen Kupplungsteile entsprechend aufzubohren bzw. aufzureiben.
4.3.2	Die Höhe der Kupplung über SOK und die Lage zu den Puffern ist gemäß Schaubild 4.3 einzustellen.	Der Kupplungshaken sollte fest oder zumindest stark abgedeutet eingebaut werden. Die Einbaumaße gemäß Schaubild 4.3.2 sind einzuhalten.
4.3.3	Fahrzeuge müssen mit Federpuffern ausgerüstet sein.	Die Anwendung von Federpuffern ist obligatorisch. Die Einbaumaße gemäß Schaubild 4.3.2 sind einzuhalten.



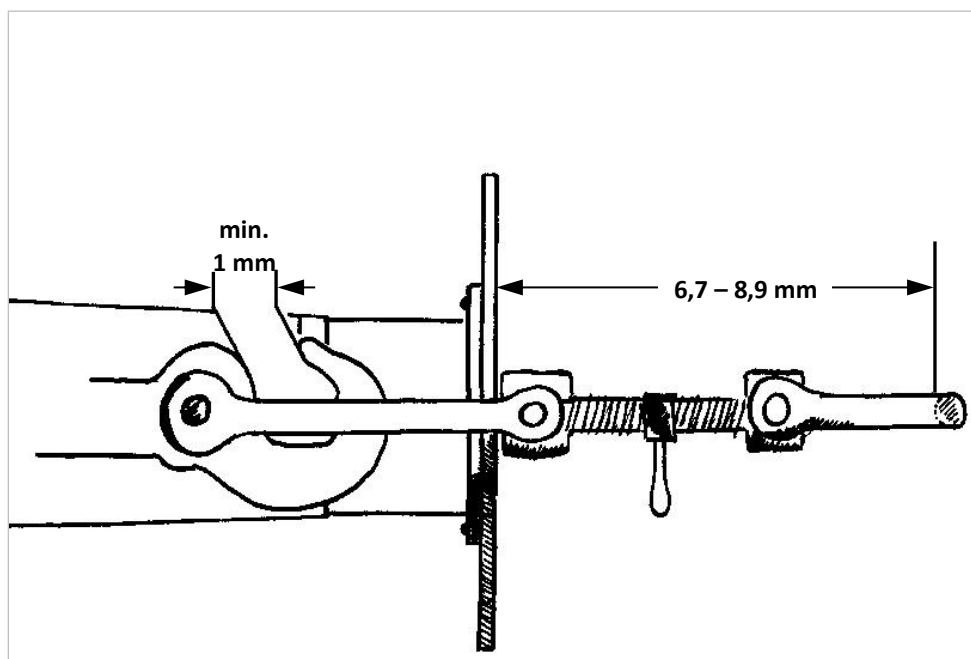
4.3.2 Schaubild Einbaumaße Schrauben-Kupplung und Puffer

4.4 Kupplungen und Puffer – Bewährte FREMO-Praxis

- | | Festlegung: | Erläuterung: |
|-------|--|---|
| 4.4.1 | Das Zughakenmaul muss ein Mindestmaß von 1 mm haben. | Um ein problemloses Einhängen der unterschiedlichen Bauarten von Kupplungsbügeln in den Zughaken zu gewährleisten, darf das Mindestmaß vom 1 mm nicht unterschritten werden.

Kupplungshaken, die dieses Maß nicht einhalten, müssen nachgearbeitet oder ausgetauscht werden. |
| 4.4.2 | Der Länge der Kupplung muss so eingestellt werden, dass ein Einhängen des Kupplungsbügels in den Zughaken des gegenüber stehenden Fahrzeugs möglich ist, ohne dass die Puffer eingedrückt werden müssen. | Die Kupplungslänge sollte bei allen Fahrzeugen ein Maß von 6,7 bis 8,9 mm über die Pufferteller einhalten.

Bei einer justierten Kupplung sollte durch das Aufbringen von Mattlack auf die Kupplungsspindel ein Herausdrehen verhindert werden. |



4.3.4 Schaubild Abmessungen Schrauben-Kupplung

5 Elektrik

5.1 Elektrik (230V) – Mindestanforderungen

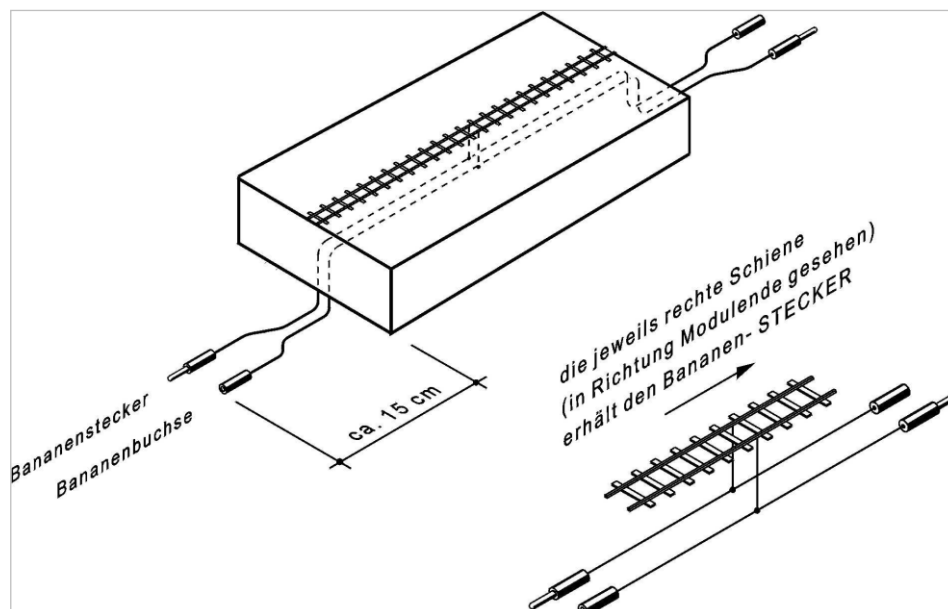
	Festlegung:	Erläuterung:
5.1.1	In Modulen dürfen keine Kabel verlegt werden, welche Netzspannung (230 V) führen.	Module in dieser Ausführung sind nicht zulässig und werden von der Teilnahme an FREMO-Modultreffen ausgeschlossen.
5.1.2	Es dürfen ausschließlich für den Modellbahnbetrieb geeignete Trafos genutzt werden.	Es dürfen ausschließlich den VDE-Richtlinien entsprechende handelsübliche Trafos verwendet werden, die eine Rücktransformation der Niederspannung in die Netzspannung ausschließen. Ein Trafo darf nicht in ein Modul eingebaut sein.
5.1.3	Es dürfen keine selbstgebauten 230V-Stromverteiler eingesetzt werden.	Es dürfen nur handelsübliche Steckdosenleisten verwendet werden.
5.1.4	Eigenbauten mit 230V-Anschluss müssen VDE-Vorschriften entsprechen.	Diese Eigenbauten können in der Regel nur von Personen mit entsprechenden Kenntnissen gebaut werden; im Zweifelsfall ist ein Fachmann innerhalb des FREMO zu Rate zu ziehen.
5.1.5	Im Übrigen gilt das Pflichtenheft für Treffenteilnehmer (Fassung Juli 2006) sowie „Regeln für Elektrische Sicherheit“ Hp1 4/2010	Nationale Vorschriften in den einzelnen EU-Ländern können von den deutschen Bestimmungen abweichen; darauf ist vom Veranstalter hinzuweisen.

5.2 Modulelektrik – Mindestanforderungen

Festlegung:

Erläuterung:

- 5.2.1 Zwei durchgehende Leitungen für die Stromversorgung der Gleise, mit denen sie – am besten mehrfach – zu verbinden sind.
- 5.2.2 Der Leitungsquerschnitt der durchgehenden Spannungsversorgung darf $2,5 \text{ mm}^2$ nicht unterschreiten.
- Diese Leitungen dienen der sicheren Stromversorgung der Gleise. Im Modellbereich übliche Schienenverbinder sollten alleine aus optischen Gründen vermieden werden; stattdessen wird jedes Gleisstück durch mindestens eine Zuleitung mit Strom versorgt.
- Geeignet ist Zwillingsleitung oder Lautsprecherkabel. Es sind flexible Kabel bzw. Messleitungen (Litze) zu verwenden.
- Empfohlen werden Leitungen mit einem Querschnitt von $2,5 \text{ mm}^2$ für die durchgehende Spannungsversorgung; die Zuleitungen zu den Gleisen sollten einen Querschnitt von min. $1,0 \text{ mm}^2$ aufweisen.



5.2.1 Schaubild Modulelektrik

- 5.2.3 Verwendung von DCC-tauglichen Weichen mit polarisierten Herzstücken
- Weichen, bei denen die Zungen elektrisch miteinander verbunden sind und über das Anliegen an den Backenschienen mit Strom versorgt werden, sind nicht zulässig! Kurzschlüsse von der Rückseite des Spurkranzes zur abliegenden Zunge und damit Betriebsstörungen können bei dieser Bauart nicht sicher ausgeschlossen werden.
- Desgleichen muss der ganze Herzstückbereich elektrisch abgetrennt und über einen Umschalter bzw. einen Weichenantrieb parallel zum Umstellen der Weiche elektrisch umgepolt werden.

5.3 Modulelektrik – Bewährte FREMO-Praxis

	Festlegung:	Erläuterung:
5.3.1	Die Zuordnung der Leitungen zum Gleis muss allein durch ihre Lage möglich sein.	Die Fahrspannungsleitung muss unter dem zugehörigen Gleis angeordnet sein. Die genaue Lage der Verbindungsstecker erleichtern die Zuordnung der Leitungen beim Aufbau und Verbinden der Module (besonders, wenn ein Modul nicht von seinem Erbauer aufgebaut wird).
5.3.2	Die Enden der Leitungen sind mit 4 mm-Bananen- bzw. Büschelsteckern und -buchsen zu versehen.	Bewährt haben sich HIRSCHMANN-Büschelstecker und -buchsen.
5.3.3	Für die elektrische Verbindung der Module kommt das sog. „Hetero-System“ gemäß Pkt. 5.2.1 Schaubild Modulelektrik zum Einsatz.	Die Verbindung jeweils eines Steckers und einer Buchse (Hetero-System) für die Fahrspannung machen ein verpoltes Zusammenstecken unmöglich. Aufgrund der Kurzschlussgefahr sollten keine Stecker mit Querloch verwendet werden.
5.3.4	Fest installierte Leitungen müssen mindestens 150 mm über das Modulende überstehen.	Der Überhang ermöglicht in jedem Fall eine Verbindung der Module. Bei Modulen mit sehr hohen Modulkopfstücken sollten die Leitungen entsprechend länger ausgeführt werden.
5.3.5	Für den Transport und den Betrieb müssen unter den Modulen Aufhängevorrichtungen für die Leitungen vorgesehen werden. Zusätzliche Aufhängevorrichtungen (Minstdurchmesser 10 mm) unter den Modulen dienen dem Einhängen von LocoNet-Leitungen und Telefonleitungen während des Modulbetriebs.	Hier können z. B. Schraubhaken zum Einsatz gelangen.

5.4 DCC und LocoNet – Mindestanforderungen

	Festlegung:	Erläuterung:
5.4.1	Als Datenformat für das Gleis wird ausschließlich das von der NMRA genormte DCC-Format verwendet.	Als Bus-System für Handregler und Booster ist das LocoNet der amerikanischen Firma DIGITRAX vorgeschrieben. Die Spannung am Gleis beträgt 16V, damit die einprogrammierten Geschwindigkeitskennlinien reproduzierbar sind. Alle Booster sind auf diese Spannung einzustellen, damit es beim Einfahren in andere Boosterbezirke nicht zu abrupten Geschwindigkeitsänderungen der Fahrzeuge kommt.
5.4.2	Das LocoNet muss in einer Betriebsstelle durchgehen; die Betriebsstelle darf nur über einen Abzweig angeschlossen sein.	So können zum einen die Fehlersuche beim Aufbau eines Arrangements erleichtert und Übergangswiderstände verringert werden.
5.4.3	Für jede Betriebsstelle (Bahnhof, größerer Gleisanschluss etc.) ist ein DCC-Booster vorzuhalten.	Die Booster sind auf eine maximale Stromstärke von 3A einzustellen. Der Booster darf keine galvanische Verbindung zwischen LocoNet und dem Gleis haben. Außerdem ist eine Signalausfallerkennung vorgeschrieben, um unkontrollierte Lokfahrten zu verhindern. Für den Booster ist jeweils ein Trafo mit angemessener Leistung (die Angaben des Booster-Herstellers sind zu beachten!) vorzuhalten, der den einschlägigen Sicherheitsvorschriften genügt und nicht im Modulkasten eingebaut sein darf.
5.4.4	Eine Zentrale darf nur mit einem RSCLD über das LocoNet und die potentialfreien Booster an das Arrangement angeschlossen werden; ein direkter Anschluss ist nicht zulässig!	Das LocoNet versorgt die kabelgebundenen FREDs mit Energie und führt den Datenaustausch mit den Handreglern und den Boostern durch. Das LocoNet im Arrangement darf daher nicht direkt an die Zentrale angeschlossen werden, sondern ausschließlich über ein RSCLD (Rail Sync Current Limiter Device) Modul. Mit dieser Maßnahme werden mögliche Beschädigungen der DCC-Zentrale verhindert.
5.4.5	Der Einsatz von DCC-Boostern ist mit dem beim Aufbau für das DCC-Verantwortlichen des Treffens abzustimmen.	Nicht alle Booster sind zulässig, da es sich gezeigt hat, dass bestimmte Kombinationen von Zentralen und Boostern zu Problemen führen können; der Einsatz von Boostern ist vorher mit dem DCC-Verantwortlichen für das Arrangement abzustimmen.
5.4.6	Das LocoNet dient alleine dem Fahrbetrieb; stationäre Decoder dürfen über das allgemeine LocoNet nicht angesteuert werden.	Mögliche Decoder in Betriebsstellen sind durch eine komplett separate Digitalsteuerung zu betreiben.
5.4.7	Als Handregler für die Fahrzeuge sollten FREMO-FREDs/ FREDIs/wiFREDs genutzt werden.	Andere Handregler sind möglich, aber nicht immer freizügig einsetzbar bzw. haben einen erhöhten Stromverbrauch bzw. sind nur nach Einweisung zu bedienen. Deren Nutzung ist nur mit Zustimmung des DCC-Verantwortlichen des Treffens erlaubt.
5.4.8	In Betriebsstellen ist eine ausreichende Anzahl von Anschlüssen für FREDs/ FREDIs auf beiden Seiten sowie für das LocoNet vorzusehen.	Für frei positionierbare Anschlüsse werden LocoNet-Boxen empfohlen.

5.4 DCC und LocoNet – Mindestanforderungen (Fortsetzung)

	Festlegung:	Erläuterung:
5.4.9	Je Betriebsstelle ist eine genügende Anzahl vorkonfektionierter Kabel für die LocoNet-Verkabelung vorzuhalten.	Alle Kabel sind vor ihrem Einsatz auf Verpolung zu testen (Tester werden von einzelnen Mitgliedern vorgehalten und können bei Treffen kostenlos benutzt werden.) Kabel sollten mit dem Namen des Besitzers und der jeweiligen Länge gekennzeichnet werden.
5.4.10	Jede Betriebsstelle ist mit einer ausreichenden Anzahl FRED/FREDI-Haltern auszurüsten.	Damit die Handregler beim Rangieren nicht auf der Landschaft abgelegt werden, müssen an einer Betriebsstelle Ablagemöglichkeiten für die FREDs/FREDIs vorhanden sein.
5.4.11	Der Einsatz von wiFREDs wird ermöglicht.	Der DCC-Aufbau sollte grundsätzlich die Verwendung aller im FREMO verwendeten Handregler (FRED/FREDI/wiFRED) erlauben. Die für wiFREDs notwendige zusätzliche Hard- und Software sollte Teil der DCC-Basiskonfiguration sein.

6 Modulkopfstücke

Genormte Modulenden ermöglichen die freizügige Planung und den Aufbau beliebiger Streckenvariationen. Hierbei ist die Referenz immer die Schienenoberkante (SO). Bei den in den folgenden Normen dargestellten Maßen wurde eine Höhe von 7mm für die Gleise (Schienenprofil und Schwelle) angenommen. Variationen in der Gleishöhe unterschiedlicher Hersteller sind ausschließlich durch das Trassenbrett zu egalisieren. Damit werden unschöne Geometriesprünge zwischen den Modulen vermieden.

6.1 Modulkopfstück für eingleisige Strecken

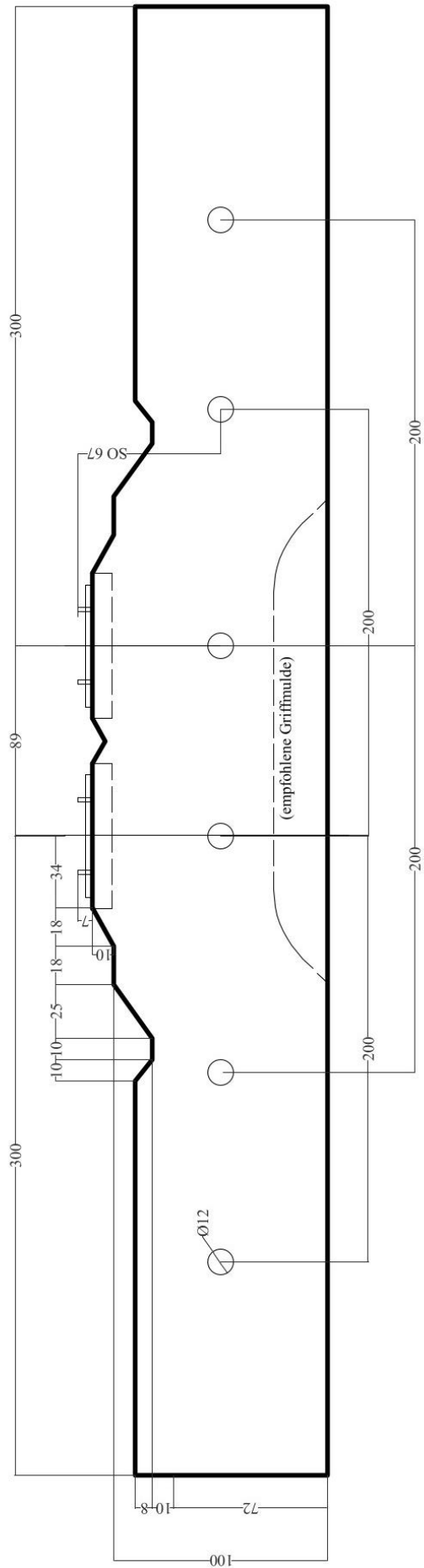
	Festlegung:	Erläuterung:
6.1.1	Das in Abb. 6.1 dargestellte Modulkopfstück ist genormt.	Für die Herstellung von eingleisigen Streckenmodulen ist ausschließlich die Geometrie des abgebildeten Kopfprofils zu verwenden.

6.2 Modulkopfstück für Industrieanlagen

	Festlegung:	Erläuterung:
6.2.1	Das in Abb. 6.1 dargestellte Modulkopfstück mit den Änderungen in Rot ist genormt.	Für die Herstellung von eingleisigen Industriemodulen mit in die ebene Straßen- bzw. Fahrbahnoberfläche bündig eingelassenen Gleise ist ausschließlich die Geometrie des abgebildeten Kopfprofils mit den Änderungen in Rot zu verwenden

6.3 Modulkopfstück für zweigleisige Strecken

	Festlegung:	Erläuterung:
6.3.1	Das in Abb. 6.2 dargestellte Modulkopfstück ist genormt.	<p>Für die Herstellung von zweigleisigen Streckenmodulen ist ausschließlich die Geometrie des abgebildeten Kopfprofils zu verwenden. Der Schienenmittenabstand beträgt 89 mm. Dies entspricht vorbildnahen 4 m.</p> <p>In Kurvenmodulen ist bis zu einem minimalen Radius von 4.000 mm die Profilverfreiheit gewährleistet. Unterhalb dieses Kurvenradius ist vor dem Einsatz sehr langer Fahrzeuge die Profilverfreiheit bei Begegnungen individuell zu überprüfen.</p> <p>Die Kopfstücke erlauben auch den asymmetrischen Anschluss eingleisiger Module an das linke oder rechte Gleis. In dem Fall ist ein geeigneter Gleisabschluss für das nicht fortgeführte Gleis sicherzustellen.</p> <p>Die beiden Gleise auf den Modulen müssen elektrisch voneinander vollständig isoliert sein und somit jeweils individuelle elektrische Verkabelungen haben. Damit können unterschiedliche Boosterbezirke für beide Gleise realisiert werden.</p>



6.2 Modulkopfstück für zweigleisige Strecken

7 Empfehlungen

7.1 Thema / Epoche

	Festlegung:	Erläuterung:
7.1.1	Thema ist eine eingleisige Haupt-, Neben- oder Kleinbahn.	Die Darstellung erfolgt möglichst exakt im Maßstab 1:45 und orientiert sich – soweit technisch-physikalisch möglich – an den Vorbildabmessungen. Auch eine zweigleisige Hauptbahnstrecke ist als Thema grundsätzlich möglich.
7.1.2	Flache, ländliche Umgebung und Mittelgebirge	Die meisten Nebenbahnen wurden zur Erschließung ländlicher Gegenden angelegt. Haupttransportgut waren oft Agrarprodukte (z. B. Zuckerrüben, Düngemittel, Holz). 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 25 – 30 Metern Breite repräsentiert, ist eine flache Landschaftsgestaltung also durchaus vorbildgerecht, was die Ausbildung von Hügeln, Brücken, Unterführungen usw. innerhalb eines Moduls natürlich nicht ausschließt.
7.1.3	Grundsätzlich ist zwar die Darstellung jeder Eisenbahnepoche von Epoche 1 bis zur heutigen modernen Eisenbahn möglich; die gewählte Epoche sollte jedoch die Ausgestaltung der Module berücksichtigen.	Nicht nur ein Epochenmix von Fahrzeugen sollte unbedingt vermieden werden, sondern auch die Ausgestaltung der Module sollte bei der Wahl der darzustellenden Epoche berücksichtigt werden. Es wird empfohlen, die Einsatzbarkeit von Modulen hinsichtlich der Epochen zu identifizieren.

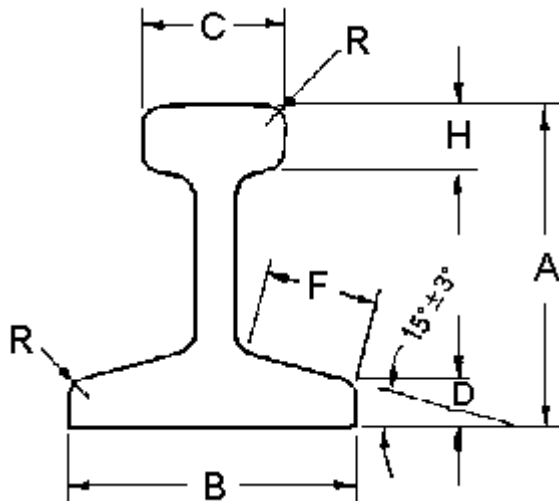
8 Anhang

8.1 Schienenprofile

Was bedeutet Code 100, Code 124 oder Code 148?

Der Code gibt die Schienenhöhe in Promille von einem Zoll (1 Zoll bzw. Inch = 2,54 Zentimeter) an und wird unabhängig von der Spurweite verwendet. Es gibt daneben sowohl größere als auch kleinere Code-Angaben.β

Beispiel: Code 100 = 100/1000 oder 1/10 von 1 Zoll = 2,54 mm



Code	A	B	C	D	F	H	R
100	.100	.090	.045	.018	.030	.023	.006
124	.124	.110	.063	.021	.035	.028	.007
148	.148	.132	.066	.026	.044	.033	.009

Achtung: Abmessungen der Tabelle sind in Zoll/Inch, nicht Zentimetern/Millimetern!