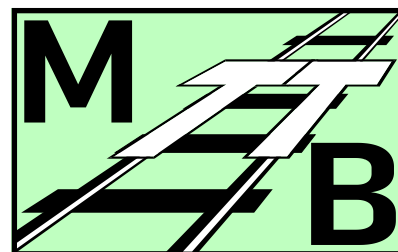


Modulnorm für die Nenngröße TT



**Mitteldeutsche
TT-Modulbahner e. V.**

Stand: Juli 2019
www.mttb.info

Inhalt

Wer sind wir?.....	2
Vorsicht, Infektionsgefahr! – der Reiz der „Modulerei“	2
Normung – Spagat zwischen Freiraum und Korsett.....	2
Damit alles passt – das Kopfstück.....	3
Für den richtigen Weg – der Gleisbau.....	3
Die Fraktion der elektrischen Traktion.....	4
Blühende Landschaften... ..	5
Kontaktfreudig – die elektrische Schaltungstechnik	5
Es soll rollen – die Fahrzeuge	9
Leicht und stabil – ein Widerspruch?!.....	10
Zeichnungen	12
Begriffe.....	20
Alle Klarheiten beseitigt...? Schlussbemerkungen	21



Wer sind wir?

Bevor es technisch wird, eine kurze Vorstellung:

Die Mitteldeutschen TT-Modulbahner e. V. (MTTB), hervorgegangen aus der Regionalgruppe Bad Dürrenberg des Arbeitskreis TT-Modellbahn e. V. (AKTT), sind ein Verein begeisterter (oder auch verrückter?) TT-Bahner, die sich einerseits dem Bau und Betrieb einer TT-Modulanlage verschrieben haben und sich andererseits durch die Organisation und Betreuung von regionalen und überregionalen Veranstaltungen einen Namen gemacht haben.

Am Anfang der Modellbauaktivitäten stand eine kleine, als Segmentanlage konzipierte Ausstellungsanlage mit dem Bahnhof Leuna-Stadt als Vorbild, bis einem Teil der handelnden Akteure die Modulnorm des AKTT in die Hände fiel... Das Ergebnis kann man sprichwörtlich alljährlich auf verschiedenen Veranstaltungen „erfahren“.

Vorsicht, Infektionsgefahr! – der Reiz der „Modulerei“

Am Anfang steht eine Idee, dann noch eine und noch eine. Doch der Blick auf den zur Verfügung stehenden Platz sorgt bald wieder für Ernüchterung... Sie kennen das auch? Es gibt eine Lösung: Wenn man jedes Motiv separat in Szene setzt und die zugehörigen Anlagenabschnitte austauschbar gestaltet, ist der Grundstein für eine variable und damit abwechslungsreiche Modulanlage gelegt. Und wenn Sie nicht aufpassen, sind Sie unheilbar infiziert – wir sprechen da aus Erfahrung!

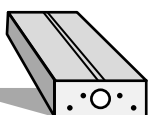
Was bedeutet eigentlich **Modulbau**? Hierbei werden kleine, überschaubare Anlagenabschnitte (die Module) mit dem ausgewählten Motiv gestaltet und entsprechend den räumlichen Gegebenheiten zu einem Anlagenkomplex arrangiert. Dies können spezielle Modularrangements mit bis zu mehreren Hundert Quadratmetern Grundfläche sein, oder die Module bilden zu Hause eine besondere Form einer eigenständigen Anlage (z. B. nach dem Immer-ander-Wand-entlang-Prinzip). Man kann auch eine fest installierte Anlage mit Modulen ergänzen. Nach Verwirklichung einer neuen Idee kann auf einfache Weise ein Modul entnommen und gegen ein anderes getauscht werden, ohne die bereits vorhandenen Motive, in die viel Schweiß und auch Geld investiert wurde, unwiederbringlich zerstören zu müssen. Und der Elan ebbt aufgrund der jeweils überschaubaren Proportionen nicht ab!

Module können aus einem Stück oder aber auch (z. B. Bahnhofsanlagen) aus mehreren Teilstücken – sogenannten Segmenten – bestehen. Module, die einer anderen als der hier beschriebenen Norm entsprechen, können durch Adaptermodule angepasst werden, sodass wieder ein großes Modul aus mehreren modularen Segmenten entsteht.

Normung – Spagat zwischen Freiraum und Korsett

Bei allem Verständnis für den Wunsch nach freier Entfaltung – auf ein Mindestmaß an Vorgaben lässt sich nun mal nicht verzichten. Mit der vorliegenden Norm sollen insbesondere die Funktionalität des Modularrangements gewährleistet sowie der Schutz der eingesetzten Fahrzeuge sichergestellt werden.

Um Module variabel miteinander verbinden zu können, ist es zumindest erforderlich, die Verbindungsstellen (auch Schnittstellen genannt) bezüglich Kopfstückgeometrie und



Schaltungstechnik zu vereinheitlichen. Auch wenn für die reine Funktion nicht unbedingt von Bedeutung, werden darüber hinaus einige Empfehlungen für gestalterische Aspekte gegeben, um die Modulübergänge optisch zu kaschieren und die Modulreihung insgesamt glaubhaft wirken zu lassen. Dabei soll keineswegs die kreative „Handschrift“ des jeweiligen Modul-Konstrukteurs eingeschränkt werden. Vorgaben für die Betriebsführung obliegen dagegen dem jeweiligen Veranstalter bzw. Arrangement-Betreiber.

Der AKTT hat in den 1990er-Jahren eine in jeder Hinsicht einfach zu handhabende Modulnorm veröffentlicht, aus der sich verschiedene Ableger – so auch die vorliegende Norm – weiterentwickelt haben. All diesen Weiterentwicklungen ist gemeinsam, dass sie mit wenigen Einschränkungen zueinander kompatibel sind.

Damit alles passt – das Kopfstück

Das aus der AKTT-Norm übernommene *Standardkopfstück* gemäß Abb. 1.1 (s. Abschnitt Zeichnungen) hat sich aufgrund seiner einfachen Geometrie bewährt. Als Standardmaße werden eine Breite von 500 mm und eine Höhe von 180 mm empfohlen, wobei die äußeren Abmessungen eher zweitrangig sind. Entscheidend sind die Lage der Verbindungsbohrungen zur Gleisachse (bzw. den Gleisachsen) und die Höhe der Schienenoberkante (SOK).

Zusätzliche Kopfstückformen zur Darstellung eines *Bahndamms* (s. Abb. 1.2) sorgen für mehr Gestaltungsspielraum.

Das Profil für das Gleisbett entspricht NEM 122 (s. Abb. 1.3). Bei zweigleisiger Streckenführung beträgt der *Gleisabstand* an der Schnittstelle 43 mm.

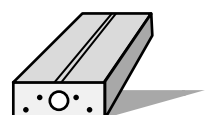
Die Gleistrassen, eingleisig oder zweigleisig, sind mittig bzw. symmetrisch zur Kopfstück-symmetrieachse angeordnet. Die Original-AKTT-Norm ging von einer SOK von 1.000 mm über dem Fußboden aus. Die MTTB haben sich abweichend davon auf eine *SOK* von 930 mm festgelegt, um Kindern den Blick auf die Anlage ohne helfende Hände zu erleichtern. Bei Bedarf kann die Höhendifferenz über eine Rampe ausgeglichen werden. Bei speziellen Modultreffen anderer Veranstalter ohne Publikumsverkehr ist häufig auch eine SOK von 1.300 mm anzutreffen.

Das Kopfstück muss lotrecht am Modul befestigt sein und muss die im Arrangement auftretenden Kräfte ohne Verformung an den Modulkörper übertragen können. Die mechanische *Modulverbindung* erfolgt mittels M8-Schraubverbindungen, wofür Bohrungen mit mindestens 10 mm Durchmesser vorgesehen sind. Zur Erleichterung der Justage werden 12-mm-Bohrungen in Verbindung mit den in den Kopfstückzeichnungen dargestellten, jeweils diagonal gegenüberliegenden Einschlagmuttern empfohlen.

Der mittige Ausschnitt dient der Durchführung der Verbindungsleitungen und kann bei gleicher Lage z. B. auch als Tragegriff gestaltet sein.

Für den richtigen Weg – der Gleisbau

Für das Zusammenspiel von Fahrbahn und Fahrzeugen werden die entsprechenden NEM zugrunde gelegt. Der kleinste *Gleisbogenradius* darf 310 mm keinesfalls unterschreiten, um zumindest den Einsatz von Großserienfahrzeugen nicht einzuschränken. Aus optischen und



fahrdynamischen Gründen sollten jedoch Radien unter 1.000 mm auf freier Strecke sowie 700 mm in Bahnhöfen vermieden werden.

Die **Gleise** sind rechtwinklig (bezogen auf alle drei Raum-Achsen) an das Kopfstück heranzuführen. Als Kontrolle eignet sich ein an das Kopfstück angelegter Spiegel, in dem Abweichungen als Knick erkennbar sind.

An Modul- und Segmentübergängen sind die **Schienen**-Enden fest mit dem Unterbau zu verbinden. Bewährt haben sich in den Unterbau eingedrehte Schrauben oder aufgeklebte Leiterplattenstücke, auf die die Schienen aufgelötet werden. Temperaturschwankungen dürfen sich keinesfalls auf die Gleislage auswirken. Deshalb sollte zwischen zwei solchen Festpunkten mindestens ein Schienenstoß vorgesehen werden, der es ermöglicht, temperaturbedingte Längenänderungen der Schienenprofile und der Unterkonstruktion ohne Gleisverwerfungen auszugleichen.

Die Schienen dürfen keinesfalls über das Kopfstück überstehen, sondern sollten eher ca. 0,5 mm vor dem Kopfstück enden, um Transportschäden oder Beschädigungen durch Auf- und Abbauarbeiten zu vermeiden. Damit ein im praktischen Betrieb nie ganz auszuschließender minimaler seitlicher Versatz zweier Module keine Betriebsstörungen hervorruft, können die Schienenköpfe am Modulübergang innen leicht angefast werden.

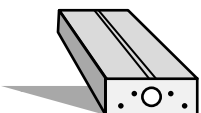
Die Gleisachse sollte zu den Modulseitenkanten einen Abstand von 80 mm nicht unterschreiten, um Fahrzeugabstürze infolge von Entgleisungen wirksam zu verhindern. Ist dies nicht möglich oder an anderen Gefahrenpunkten (z. B. bei Hanglage des Gleises), ist eine Absturzsicherung, die die Geländeoberkante um mindestens 50 mm überragt, vorzusehen. Gleisabschlüsse sind so stabil zu gestalten, dass ein Überfahren und anschließender Absturz von Fahrzeugen sicher verhindert werden.

Die **Gleisnutzlängen** in Betriebsstellen sollten zumindest in den durchgehenden Hauptgleisen und in Gleisen, die planmäßig von durchfahrenden Zügen genutzt werden, 2 m nicht unterschreiten. Ausnahmen sind möglich, wenn die maßstäbliche Umsetzung eines konkreten Vorbilds dies erfordert.

Die Fraktion der elektrischen Traktion

Elloks ohne Fahrleitung sind wie eine Suppe ohne Salz. Da es für Fahrleitungsanlagen aufgrund der seltenen Neubildung keinen überregionalen Standard gibt, haben die MTTB für Module, die mit Fahrleitung überspannt sind (i. d. R. die zweigleisigen Module), eigene Festlegungen getroffen.

Die Fahrleitung besteht aus einem nicht nachgespannten, in sich biegesteifen Kettenwerk und ist elektrisch funktionslos. Für die Fahrdrahtlage sind die Grenzmaße nach NEM 201 einzuhalten. Die **Regelfahrdrathöhe** ist auf 50 mm über SOK festgelegt. Um die mechanische Beanspruchung zu minimieren, soll sich die Stromabnehmerschleifleiste im Normalfall knapp unterhalb des Fahrdrahtes bewegen. Trotzdem ist das gesamte System mechanisch so auszuführen, dass ein Fahrbetrieb mit angelegtem Stromabnehmer möglich ist, insbesondere um in Bereichen mit abgesenkter Fahrleitung einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten. Die korrespondierenden Anforderungen an die Elloks sind im Abschnitt Fahrzeuge beschrieben.



Der letzte Mast steht in einem Abstand von 125 mm oder 80 mm von der **Modulschnittstelle** entfernt, jeweils gemessen zwischen Kopfstück und Auslegerstützrohr am Fahrdrathende. Bei Bogenmodulen ist das kleinere Maß anzuwenden. Die Fahrdrathöhe beträgt an der Schnittstelle ≥ 50 mm. Bei gerader Gleisführung wird der Fahrdraht am letzten Mast senkrecht über der Gleisachse (d. h. ohne Seitenabweichung) verlegt, um an die Schnittstelle Gleisbögen in beliebiger Richtung anschließen zu können. Steht der letzte Mast im Bogen, wird der Fahrdraht um die maximal zulässige Seitenabweichung (4,5 mm) zur Bogenaußenseite hin verschoben.

Die Lücke über der Modulverbindung wird mit einem einzuhängenden vorkonfektionierten Fahrleitungsstück von 160 mm, 205 mm oder 250 mm Länge (abhängig von den jeweiligen Maststandorten) überbrückt.

Blühende Landschaften...

Da die Landschaftsgestaltung keinen Einfluss auf die Funktion des Moduls hat, werden diesbezüglich bewusst keine verbindlichen Festlegungen getroffen. Im Interesse einer glaubhaften Gesamtwirkung sollte sich jedoch die Gestaltung im Nahbereich des Kopfstücks (ca. 15 cm) allgemein an einer **Sommerlandschaft** orientieren. Der Übergang zu anderen Landschaftsformen sollte fließend erfolgen.

Im Rohbauzustand befindliche Module mit noch nicht geschlossener Geländedecke sollten grundsätzlich noch nicht eingesetzt werden. Im Ausnahmefall ist zumindest ein provisorischer Absturzschutz für das rollende Material zu installieren.

Um den „Sofakisseneffekt“ zu vermeiden, ist ein harmonischer Verlauf der Modulseitenkante zu empfehlen, d. h. die ersten 5 cm hinter der Schnittstelle sollten horizontal verlaufen sowie Übergänge zu Böschungen u. ä. ausgerundet werden.

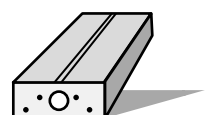
Straßen, Wege, Bäche, Gräben usw. sollten nicht bis unmittelbar an das Kopfstück herangeführt, sondern vorher seitlich verschwenkt werden, damit diese im Gesamtarrangement nicht abrupt in der Landschaft enden.

Kontaktfreudig – die elektrische Schaltungstechnik

Grundlagen

Bei den MTTB finden derzeit sowohl die digitale als auch die analoge Fahrzeugsteuerung Anwendung. Die Speisebereiche werden entweder mit Digitalspannung *oder(!)* mit analoger Fahrspannung versorgt (kein Mischbetrieb in einem Speiseabschnitt). Die Übergänge sind schaltungstechnisch abgesichert. Übergehende Digital-Fahrzeuge müssen den Analogmodus zulassen. Reine Analogfahrzeuge sind im digitalen Streckenast nicht einsetzbar.

Für Streckenmodule spielt die Form der Fahrspannungsversorgung keine Rolle. Bei Funktionsmodulen (Betriebsstellen, Signalmodule u. ä.) sollte, um den Schaltungsaufwand zu begrenzen, von vornherein die Entscheidung für den Einsatz im digitalen oder analogen Streckenast getroffen werden. Im Abschnitt Zeichnungen sind für beide Betriebsarten detailliertere Informationen zur Schaltungstechnik zu finden.



Im **digitalen** Fahrspannungsbereich wird das DCC-System nach NMRA-Standard (entwickelt von der Fa. Lenz) mit dem Loconet (Fa. Digitrax oder Uhlenbrock) als Anlagennetzwerk verwendet. Im Gegensatz zu anderen Modulbaugruppen, die einen manuellen Betriebsablauf mit zugbegleitendem Personal bevorzugen, haben sich die MTTB für einen ausstellungsfreundlicheren Halbautomatikbetrieb mit signalgesteuerter Zugbeeinflussung entschieden. Rein manueller Betrieb ist jedoch nicht ausgeschlossen, wenn die erforderlichen Loconet-Buchsen für die Handregler am Anlagenrand installiert werden oder eine alternative Informationsübertragung zwischen Handregler und Digitalzentrale besteht. Für die Bremsabschnitte findet das sogenannte „asymmetrische Diodenbremsen“ – auch als ABC-Bremsen bezeichnet – Anwendung (s. auch Abschn. Betriebsstellenmodule im Digitalbetrieb).

Bei **analoger** Fahrspannungsversorgung bildet jede Betriebsstelle einen eigenen Speisebereich und wird durch doppelpolige Trennstellen im Gleis von der benachbarten Betriebsstelle galvanisch getrennt. Der Übergang zum benachbarten Speisebereich kann in Form einer speziellen Übergabeblockstelle gestaltet sein (s. Abb. 4.1 und 4.2).

Reine Streckenmodule werden über die Verbindungsleitungen der Modulschnittstellen mit Spannung versorgt (s. Modulverbindungen). Die Funktion und die Zuordnung der **Verbindungsleitungen** müssen eindeutig erkennbar, d. h. gekennzeichnet oder in ihrer Lage eindeutig zuordenbar sein. Mit dem Modul fest verbundene Leitungen sind ausreichend stabil zu befestigen (Zugentlastung) und müssen beim Transport innerhalb des Modulkastens gesichert werden.

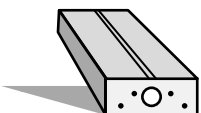
Die Querschnitte aller Leitungen sollten großzügig bemessen werden, um im Analogbetrieb die Spannungseinsenkungen infolge zu hoher Leitungsverluste zu begrenzen und im Digitalbetrieb die Kurzschlussabschaltung des Boosters sicherzustellen. Als **Mindestquerschnitte** werden empfohlen: $1,5 \text{ mm}^2$ (Kupfer) für durchgehende Hauptleitungen und $0,5 \text{ mm}^2$ für die modulinterne Verdrahtung.

Zur Vereinfachung der Fehlersuche sollten alle Anschlusspunkte beschriftet und die Leitungen auf kurzen, übersichtlichen Leitungswegen geführt werden.

Die Zubehörsteuerung (für Weichen, Signale usw.) ist von der Fahrspannungssteuerung zu trennen. Bei digital angesteuerten Zubehörkomponenten ist für die jeweilige Betriebsstelle eine eigene Digitalzentrale vorzusehen.

Die **Wechselspannungsversorgung** für elektrisches Zubehör ist so zu gestalten, dass ein (auch versehentliches!) Parallelschalten von Zubehörtransformatoren mit den daraus resultierenden Gefahren bei gezogenem Netzstecker eines Trafos sicher verhindert wird. Das heißt, zwischen zwei Modulen mit jeweils eigener Wechselspannungseinspeisung ist eine Verbindung der Zubehörstromkreise untersagt!

Werden Module mit zusätzlichen elektrischen oder elektronischen **Steuerschaltungen** versehen, sollten diese auch außer Betrieb zu nehmen sein, um einen uneingeschränkten Einsatz in Arrangements zu ermöglichen, in denen diese Steuerung nicht genutzt wird. Steuerschaltungen sind so zu gestalten, dass sie (im aktivierten als auch deaktivierten Zustand) keine Schäden an Fahrzeugen oder externen Steuergeräten hervorrufen. Diesbezügliche Besonderheiten sind dem Arrangementplaner mitzuteilen.



Modulverbindungen

Für die elektrische Verbindung der Module werden 4-mm-Bananenstecker und die zugehörigen Buchsen bzw. Kupplungen verwendet. Es sind zwei Verbindungsvarianten möglich, die miteinander kompatibel sind.

Variante 1: Alle Leitungspaare werden an der Schnittstelle mit einem Stecker und einer Kupplung abgeschlossen (s. Abb. 2.1). Die Farbzuordnung ist unter Streckenmodule beschrieben. Bei Fahrspannungsleitungen erhält die Leitung für die aus Modulmitte in Richtung Kopfstück gesehen rechte Schiene den Stecker und die Leitung für die andere Schiene die Kupplung. Bei Blindleitungen ist darauf zu achten, dass jede Leitung einen Stecker und eine Kupplung erhält. Alle Leitungen sollten die Kabeldurchführung im Kopfstück um mind. 20 cm überragen. Bei dieser Variante ist ein versehentliches Verpolen ausgeschlossen.

Variante 2: Alternativ können sämtliche Leitungen in der Nähe der Kabeldurchführung mit je einer Buchse abgeschlossen werden. Anhand der Lage der Buchsen muss die Zuordnung der Fahrspannungsleitungen zu den Fahrschienen eindeutig erkennbar sein. Die Verbindung der Module erfolgt durch Leitungen mit beidseitigen Bananensteckern. Die Länge der Verbindungsleitungen sollte mindestens 50 cm betragen. Für jedes Modul ist ein entsprechender Verbindungskabelsatz vorzuhalten.

Aufgrund der zwangsläufigen Verpolungssicherheit und der Vermeidung von losem Modulzubehör wird im Allgemeinen der Variante 1 der Vorzug gegeben.

Streckenmodule

Die Elektrik der Streckenmodule gestaltet sich recht einfach. Folgende Leitungen sind vorzusehen und, wie unter Modulverbindungen beschrieben, abzuschließen:

rot	Fahrspannung Schiene 1 (bei 2 Gl. in Fahrtrichtung rechte Schiene)
blau	Fahrspannung Schiene 2 (bei 2 Gl. in Fahrtrichtung linke Schiene)
gelb	Blindleitung 1 (Steuerleitung)
grün	Blindleitung 2 (Steuerleitung)

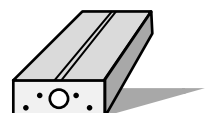
Bei zweigleisiger Streckenführung sind diese Leitungen für jedes Gleis separat vorzusehen. Die Blindleitungen sind für die Streckenmodule ohne Bedeutung und werden zwischen den Schnittstellen eines Moduls durchverbunden.

Für die Versorgung dezentraler 16-V-Zubehörartikel wird ein zusätzliches Leitungspaar empfohlen:

weiß	Wechselspannung 1
schwarz	Wechselspannung 2

Bei der elektrischen Verbindung zweier Module mit jeweils eigener Wechselspannungseinspeisung ist, wie bereits unter Grundlagen geschildert, zwingend darauf zu achten, dass die Wechselspannungskreise galvanisch getrennt bleiben (s. auch Abb. 2.2)!

Anm. d. Verf.: Diverse Publikationen lehnen mit einem allgemeinen Verweis auf das VDE-Vorschriftenwerk – ohne Bezug auf eine konkrete Norm – die Verlegung einer modul-



übergreifenden Zubehör-Wechselspannungsleitung ab. Alternativ wären entsprechend viele 230-V-Anschlüsse für die zahlreichen dezentralen Einspeisungen erforderlich, die sich in der Praxis nur durch Hintereinanderschaltung von Mehrfachsteckdosenverteilern realisieren lassen. Dies ist jedoch nach DIN VDE 0620-1 infolge der dann unter Umständen nicht mehr gewährleisteten Kurzschlussauslösung der vorgelagerten Überstromschutzeinrichtung nicht zulässig. Das Risiko einer (nicht erkennbaren) außer Kraft gesetzten Schutzmaßnahme ist nach Meinung des Verfassers wesentlich höher einzustufen als das durch einen ordnungsgemäßen Arrangementaufbau vermeidbare Berühren eines rückspannungsführenden Netzsteckers.

Betriebsstellenmodule im Digitalbetrieb

Für die Fahrspannungsversorgung findet das NMRA-DCC-Format Anwendung. Jede Betriebsstelle ist mit (mindestens) einem geeigneten Digital-Booster mit jeweils eigenem Netzteil auszurüsten. Das Steuersignal (Railsync) wird über das Loconet oder den sogenannten DCC-Booster-Bus von der Digitalzentrale bereitgestellt (s. [Abb. 3.1 und 3.2](#)).

Bei der **Boosterwahl** ist auf ein symmetrisches Ausgangssignal für die Fahrspannung zu achten, um die ABC-Funktion in Bremsabschnitten nicht zu beeinträchtigen. (Für das Motorola-Format geeignete Booster erfüllen dieses Kriterium i. d. R. nicht. Erforderlichenfalls ist ein Spannungs-Symmetrierbaustein nachzuschalten.) Die **Gleisspannung** ist auf 14 V einzustellen. Der maximale **Boosterausgangsstrom** sollte 3 A nicht überschreiten, um thermische Schäden am Fahrzeugpark im Fehlerfall zu vermeiden. Die Kurzschlusserkennung ist jeweils an der entferntesten Stelle des Boosterbezirks zu testen. Am Booster ist die zentrale **Kurzschlussabschaltung** zur Digitalzentrale zu blockieren.

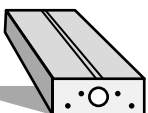
Die **Boosterbezirke** sind durch einpolige Trennstellen im Gleis voneinander zu trennen. Die jeweils durchgehende Schiene wird durch den Arrangementplaner festgelegt. An den Grenzen der Boosterbezirke ist auf gleiche Polarität der Gleisspannung zu achten. Bei nicht galvanisch getrennten Railsync-Eingängen am Booster ist eine doppelpolige Trennung der Boosterbezirke notwendig. In diesem Fall ist kein Betrieb von Trieb- oder Wendezügen mit diagonaler Stromabnahmebasis (vorn links / hinten rechts) möglich.

Alle Gleise, auf denen planmäßige Zugfahrten im signalabhängigen Halbautomatikbetrieb stattfinden (zumindest die Hauptgleise bzw. Durchfahrtsgleise), sind mit **ABC-Bremsmodulen** und den zugehörigen Bremsstrecken auszurüsten (1 + 4 Dioden in Anti-Parallelschaltung, s. [Abb. 3.3 und 3.4](#)). Die **Bremsabschnitte** sind mit mind. 1 m Länge zu bemessen. Zur Vereinfachung der Störungssuche sollten auch bei ausschließlich für Digitalbetrieb vorgesehenen Betriebsstellen abschaltbare Gleisabschnitte vorgesehen werden.

An den Steuergeräten ist das **Not-Aus** (Abschalten der Gleisspannung auf dem gesamten Arrangement) durch Parametrierung oder eine geeignete mechanische Sperre (z. B. Abdeckung) unwirksam zu machen. Ein lokales Not-Aus kann einfach durch einen in die Boosterausleitung eingeschleiften Aus-Schalter realisiert werden (s. [Abb. 3.1](#)).

Betriebsstellenmodule im Analogbetrieb

Jede Betriebsstelle muss über eine eigene **Fahrspannungseinspeisung** mit der erforderlichen Anzahl an Steuergeräten verfügen. Um Fahrzeuge spannungslos abstellen zu können, sind die



Gleisanlagen der Betriebsstellenmodule in elektrisch getrennte Abschnitte aufzuteilen. Weichenbereiche sind allen anderen Gleisabschnitten gleichzusetzen. Eine Möglichkeit zur Abschaltung der angrenzenden Streckenabschnitte wird empfohlen.

Bei zweigleisiger Streckenführung ist die Fahrspannungsversorgung doppelt auszuführen (s. Abschn. *Streckenmodule*). Gleise in Betriebsstellen, die beiden Fahrspannungssystemen zugeordnet werden sollen, erhalten zweipolige Ein-Aus-Ein-Umschalter.

Halteabschnitte vor (Haupt-) Signalen sind mit einer Länge von mindestens 40 cm auszuführen.

Bei der Verbindung zweier Betriebsstellen ist darauf zu achten, dass in den Fahrschienen eine doppelpolige Trennstelle existiert, die in Form einer schaltungstechnisch hierfür vorgesehenen Blockstelle (s. *Abb. 4.1 und 4.2*) ausgeführt sein kann.

Blockstellen

Um längere Streckenabschnitte betrieblich unterteilen zu können, aber auch um im Analogbetrieb zwei Betriebsstellen elektrisch zu trennen, lassen sich spezielle Übergabe-Blockstellenmodule verwenden. Die Blockstelle wird über die Blindleitung angesteuert. Die Grundsaltungen für Digital- und Analogbetrieb sind in *Abb. 3.5, 4.1 und 4.2* dargestellt. Das Signalbild wird durch die Blindleitung mitgesteuert.

Im **Digitalbetrieb** wird die Blockstelle durch Beaufschlagung der Blindleitung mit Gleich- oder Wechselspannung von einem geeigneten Bedienplatz aus gesteuert. Zur Vermeidung von Potentialverschleppungen sind stets beide Pole zu schalten. Das Anhalten vor „Halt“ zeigendem Signal erfolgt durch einen ABC-Bremsbaustein gemäß *Abb. 3.3*.

Im **Analogbetrieb** bleibt der Zug im spannungslosen Signalabschnitt stehen und wird hier durch die nachfolgende Betriebsstelle übernommen, indem mittels eines zweipoligen Tasters die Blindleitung mit Fahrspannung beaufschlagt und somit der Signalabschnitt mit Fahrspannung versorgt wird. Der Halteabschnitt ist mit mindestens 40 cm Länge zu bemessen.

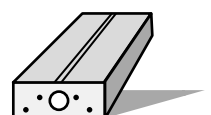
Es soll rollen – die Fahrzeuge

Auch wenn sich die vorliegende Norm in erster Linie an den kreativen Modulkonstrukteur wendet, lassen sich Fahrbahn und Fahrzeuge nicht losgelöst voneinander betrachten, und es müssen im Interesse eines ungetrübten Fahrbetriebes einige wenige Anforderungen an das rollende Material formuliert werden.

Grundsätzlich gelten die für Radsatz und Gleis zutreffenden NEM (NEM 110 und 310).

Gleisbogenradien unter 700 mm sollten zwar allgemein vermieden werden (s. Abschn. *Gleisbau*), dennoch müssen die Fahrzeuge – insbesondere in Wendeanlagen – Radien bis hinab zu 310 mm ohne Einschränkungen durchfahren können.

An **Analogfahrzeuge** werden grundsätzlich keine besonderen Anforderungen gestellt. Um einerseits ein Anhalten vor Signalen zu gewährleisten und andererseits doppelpolige Stromkreisgrenzen sicher überwinden zu können, hat die Stromabnahme stets am führenden



Fahrzeug im Zugverband und gegenüberliegend auf der rechten und linken Seite zu erfolgen. Dies ist insbes. bei Wende- und Triebzügen zu beachten. Um ein Überfahren von Halteabschnitten vor Signalen sicher zu verhindern, ist die Stromabnahmebasis auf eine Länge von 20 cm zu begrenzen.

In **Digitalfahrzeugen**, die signalabhängig im ABC-System betrieben werden, müssen die Fahrzeugdecoder das ABC-Bremsen (nur Abbremsen bis zum Stillstand – Langsamfahrt wird nicht verwendet) unterstützen. Die Unsymmetrierkennung ist für die rechte Schiene zu parametrieren. Der konstante Bremsweg ist zu deaktivieren. Auf der in Fahrtrichtung rechten Seite hat die Stromabnahme stets am führenden Fahrzeug des Zuges zu erfolgen. Bei für beide Fahrtrichtungen vorgesehenen Trieb- und Wendezügen muss demzufolge die Stromabnahme diagonal vorn rechts / hinten links ausgeführt sein. Das Bremsverhalten ist so einzustellen, dass aus Höchstgeschwindigkeit (Fahrstufe 28 bzw. 126) der Stillstand innerhalb der ABC-Bremsstrecke (1 m, vgl. Abschn. *Betriebsstellenmodule im Digitalbetrieb*) sicher erreicht wird. Im Interesse eines störungsfreien und gleichmäßigen Betriebsablaufs wird empfohlen, die Höchstgeschwindigkeit auf umgerechnet maximal 80 km/h zu begrenzen, auch wenn das Original eine höhere Geschwindigkeit zulässt.

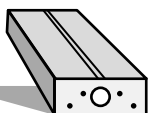
Bei **Elloks** müssen die Dachstromabnehmer bezüglich Bauart und Arbeitsbereich NEM 202 entsprechen. Zur mechanischen Entlastung der Fahrleitung ist der Hub auf maximal 49 mm über SOK zu begrenzen. Zusätzlich ist die Anpresskraft der Stromabnehmer auf ein Minimum zu reduzieren (z. B. durch Dehnen der Federn und/oder Entfernen doppelter Federn). Um ein Hängenbleiben an Fahrdrathunebenheiten in abgesenkten Fahrleitungsabschnitten zu verhindern, sind die Schleifleistenkanten abzurunden. Das Gleiche gilt für die Gestaltung der seitlichen Auflaufhörner, um Fahrdrathkreuzungen sicher zu passieren. (Siehe auch Abschnitt *Fahrleitungen*.)

Damit – im Analog- und im Digitalbetrieb gleichermaßen – Brems- bzw. Halteabschnitte nicht überfahren werden, sind bei **Wagen** eventuell vorhandene Strombrücken zwischen den Drehgestellen bzw. Achslagern zu unterbrechen. Elektrische Verbindungen innerhalb von Drehgestellen sind erfahrungsgemäß unproblematisch.

Leicht und stabil – ein Widerspruch?!

Einerseits ist die Tragfähigkeit des Menschen im Allgemeinen begrenzt, und andererseits soll das Modul nicht beim kleinsten Luftstoß in sich zusammen- bzw. auseinanderfallen. Um langfristig einen störungsfreien Betrieb auf dem Modul zu ermöglichen, sind demzufolge von vornherein einige Grundregeln bei dessen Konstruktion und Herstellung zu berücksichtigen. Hier schwört natürlich jeder Modulist auf sein „Geheimrezept“, spricht auf seine Technologie. Dennoch gibt es einige wesentliche Aspekte, bei deren Beachtung sich bereits mehrfach gemachte Fehler vermeiden lassen, auch wenn am Ende jeder zwangsläufig eigene Erfahrungen sammelt.

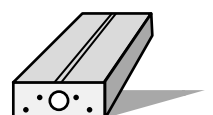
Module sind durch die Transporte, die Auf- und Abbauaktivitäten und die damit verbundenen häufigen Wechsel der klimatischen Umgebungsbedingungen oft harten Strapazen unterworfen. Der **Modulkasten** muss deshalb stabil sowie biege- und verwindungssteif ausgeführt sein, und er muss die im Modularrangement auftretenden Zug-, Druck- und Biegekräfte ohne wahrnehmbare Verformung aufnehmen können. Entsprechend der gewählten Gesamtkonstruktion und den verwendeten Materialien sind ausreichende Materialmindeststärken



auszuwählen sowie genügend Verstärkungs- und Versteifungselemente vorzusehen. Trotzdem ist eine Gewicht sparende Bauweise anzustreben. Empfohlen wird Sperrholz mit mindestens 10 mm Stärke oder gleichwertiges Material.

Die **Modulbeine** müssen einen sicheren Stand des Moduls ermöglichen. Module mit mehr als 50 cm Länge sollten eigene Beine erhalten. Zum Ausgleich von Fußbodenunebenheiten sind die Füße mit einer Verstellmöglichkeit für mindestens ± 20 mm Höhendifferenz zu versehen. Um empfindliche Fußböden nicht zu beschädigen, dürfen die Standflächen der Füße keine scharfen Kanten aufweisen.

Für Module, die aufgrund ihrer zu kurzen Länge oder anderer konstruktiver Einschränkungen nicht mit eigenen Beinen ausgerüstet werden können, haben die MTTB einen eigenen Standard geschaffen. Gemäß Abb. 5 sind 7-mm-Bohrungen in der Modulseitenwand anzubringen, die zur Befestigung frei verwendbarer Modulbeine dienen. Diese Bohrungen lassen sich auch zur Befestigung von weiterem Zubehör benutzen – wie z. B. Stellpulte für Abzweig- oder Wendemodule, Loconetverteiler für Handregler, Ablageflächen, Beschriftungsschilder u. ä. – und sind demzufolge auch in längeren Modulen erwünscht.



Zeichnungen

Kopfstück

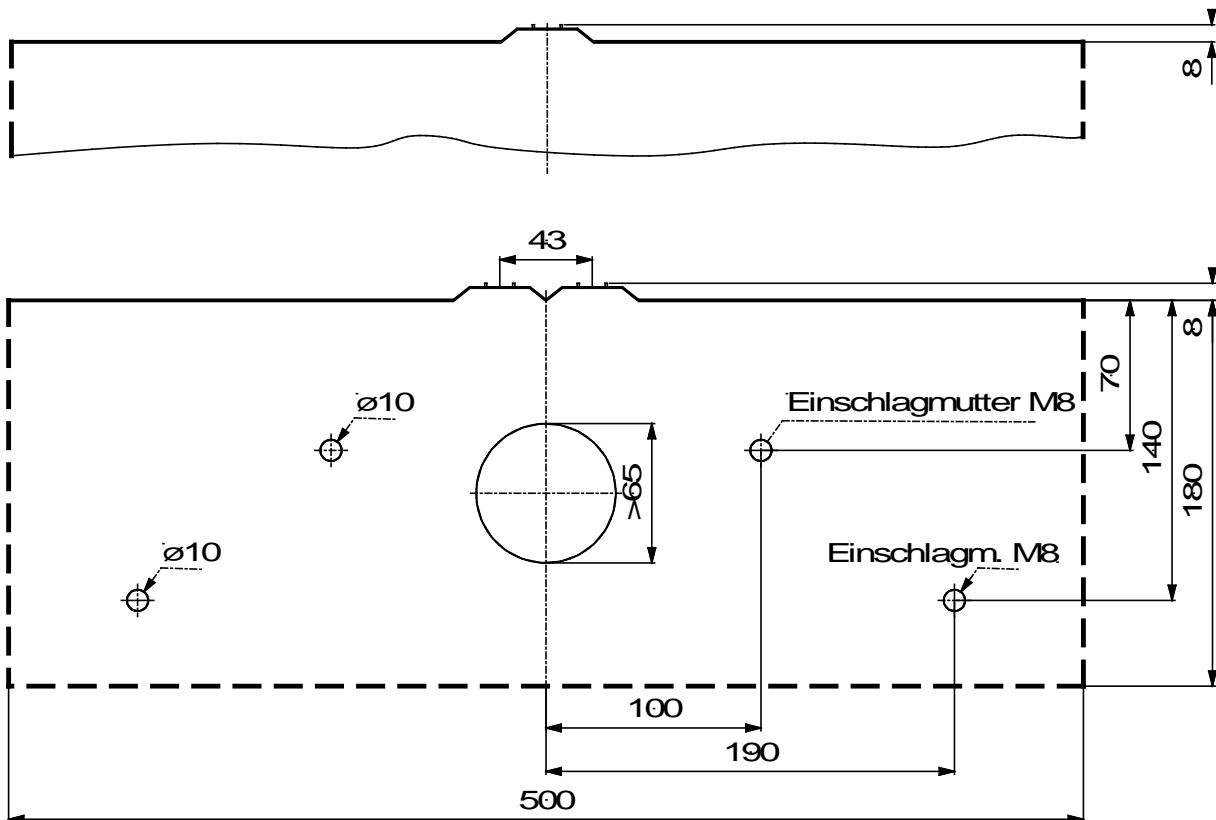
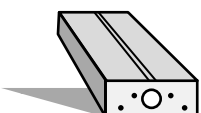


Abb. 1.1: Standardkopfstück nach AKTT-Modulnorm ein- und zweigleisig flach.

Die äußeren Abmessungen (gestrichelte Linien) sind Richtwerte.

Die gegenüber der originalen AKTT-Norm ergänzten M8-Einschlagmuttern in den rechten Bohrungen (Blickrichtung von außen auf den Modulkasten) sind nicht zwingend erforderlich, erleichtern jedoch den Aufbau und die Justage des Modularrangements. Eine Aufweitung der linken Bohrungen von 10 mm auf 12 mm wird empfohlen.



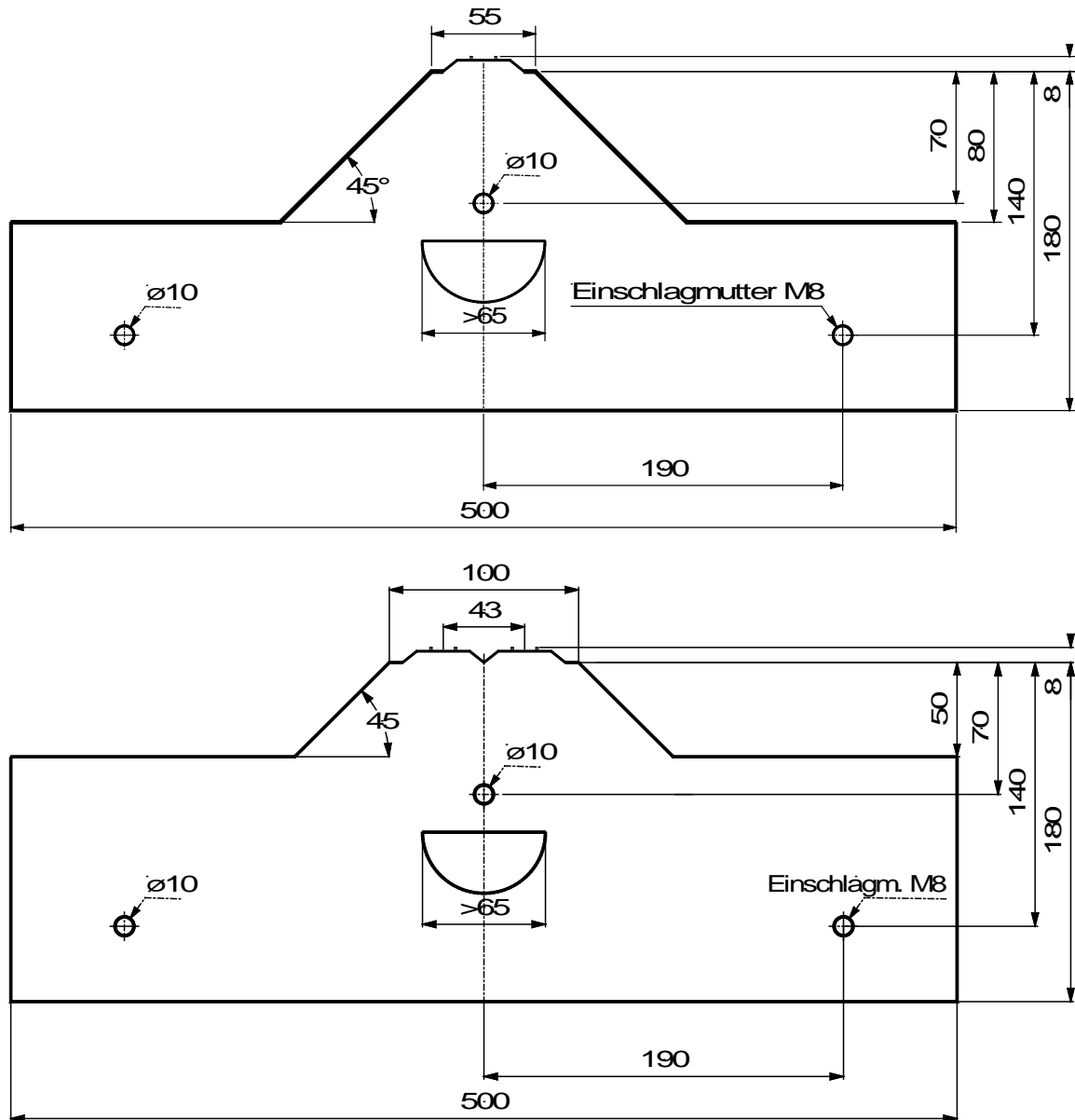
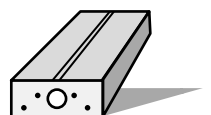


Abb. 1.2: Kopfstück „Bahndamm“ ein- und zweigleisig

Die Gestaltung eines Bahndamms ist bei ein- und zweigleisiger Streckenführung möglich. Achtung: Aufgrund der Entwicklungsgeschichte ist die Dammhöhe bei beiden Varianten unterschiedlich.

Die Lage der inneren Verbindungsbohrungen musste gegenüber dem Standardkopfstück verändert werden. Für die diesbezügliche Schraubverbindung ist eine (Flügel-) Mutter erforderlich. Im Ausnahmefall lässt sich dieses Kopfstück auch ohne Übergangsmo-
dul mit der Standardschnittstelle kombinieren, wobei ausschließlich die äußeren Bohrungen zu verwenden sind. Die Aufweitung der Bohrungen ohne Einschlagmutter auf 12 mm wird auch hier allgemein empfohlen.

Die obere Hälfte der Standard-Kabeldurchführung (vgl. Abb. 1.1) steht bei diesem Kopfstück nicht zur Verfügung. Eine Erweiterung nach unten und/oder zur Seite ist jedoch möglich.



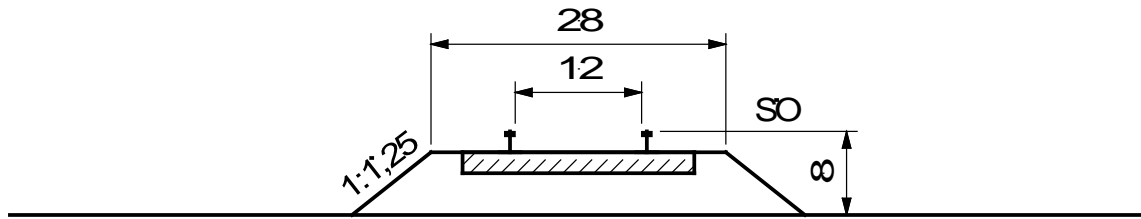


Abb. 1.3: Abmessungen der Gleisbettung nach NEM 122

Elektrische Modulverbindungen

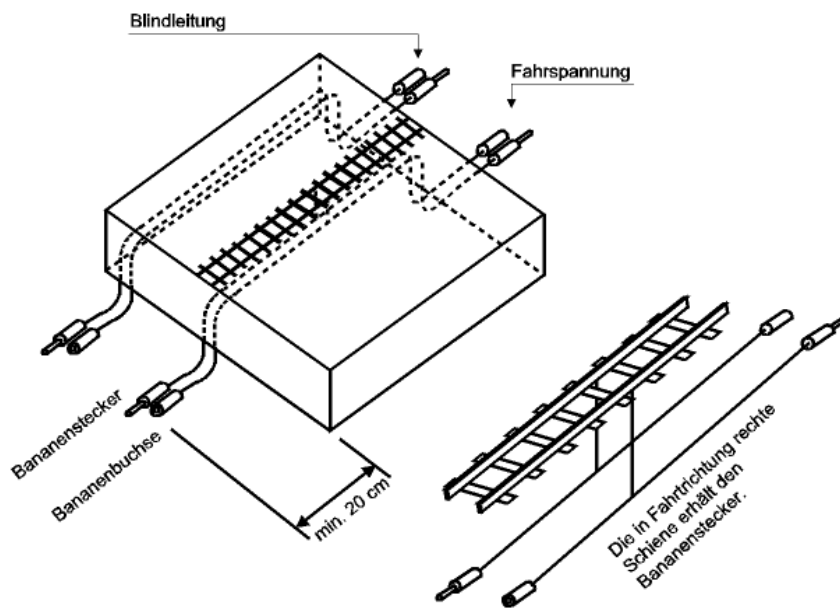
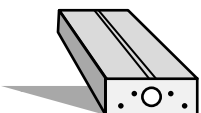


Abb. 2.1 Anordnung von Stecker und Kupplung aller Leitungspaare an der Schnittstelle gemäß Variante 1 (s. Abschn. Modulverbindungen)
Quelle: www.FREMO.org



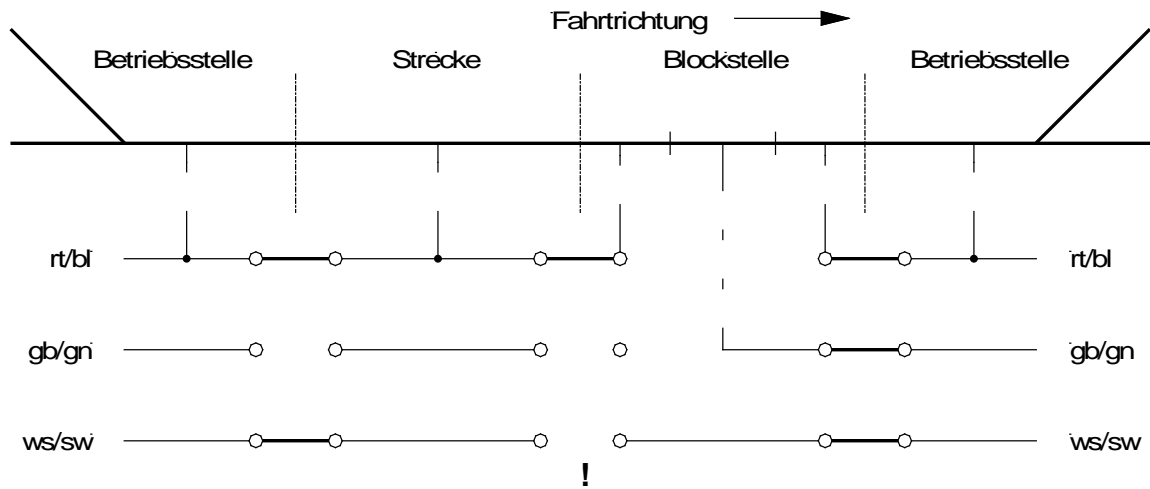


Abb. 2.2: Anschaltung einer über die Blindleitung ferngesteuerten Blockstelle im Analogbetrieb nach Abb. 4.1 bzw. 4.2.

Die Zeichnung stellt symbolisch eine Fahrtrichtung einer zweigleisigen Strecke dar (entsprechend Abb. 4.1). Bei eingleisiger Streckenführung ist die Blindleitung beidseitig von den Betriebsstellen an die Blockstelle heranzuführen (s. Abb. 4.2).

Die beiden Wechselspannungseinspeisungen dürfen keinesfalls elektrisch miteinander verbunden werden!

Grundsaltungen für die digitale Fahrspannungsversorgung

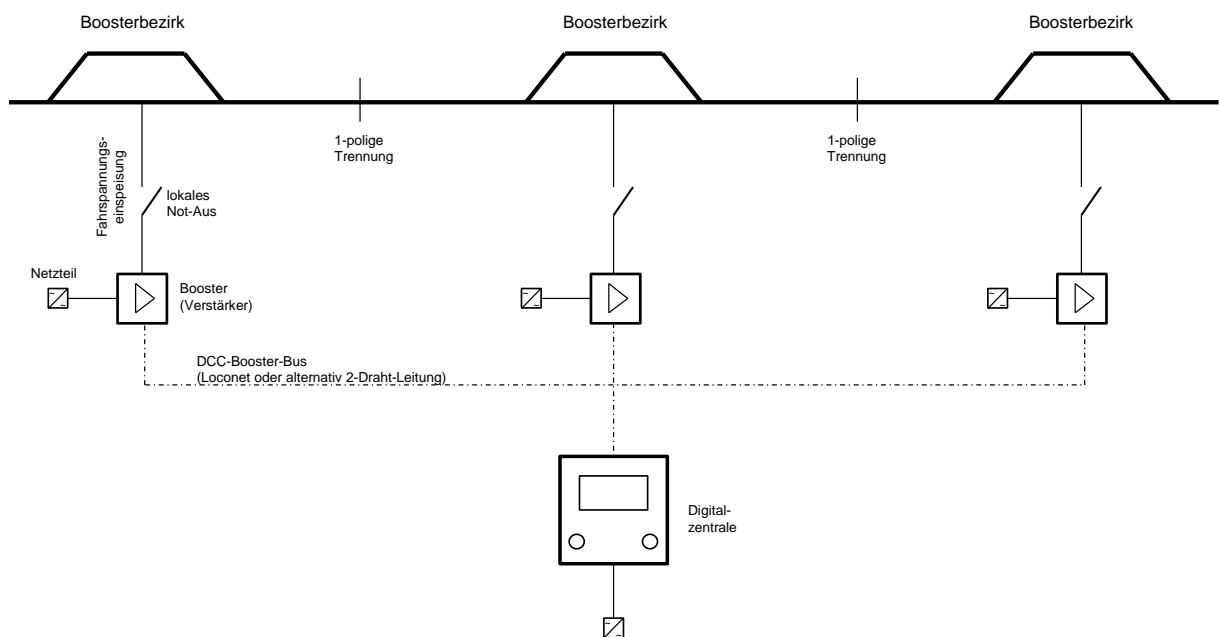
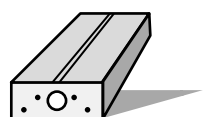


Abb. 3.1: Grundprinzip der Fahrspannungseinspeisung



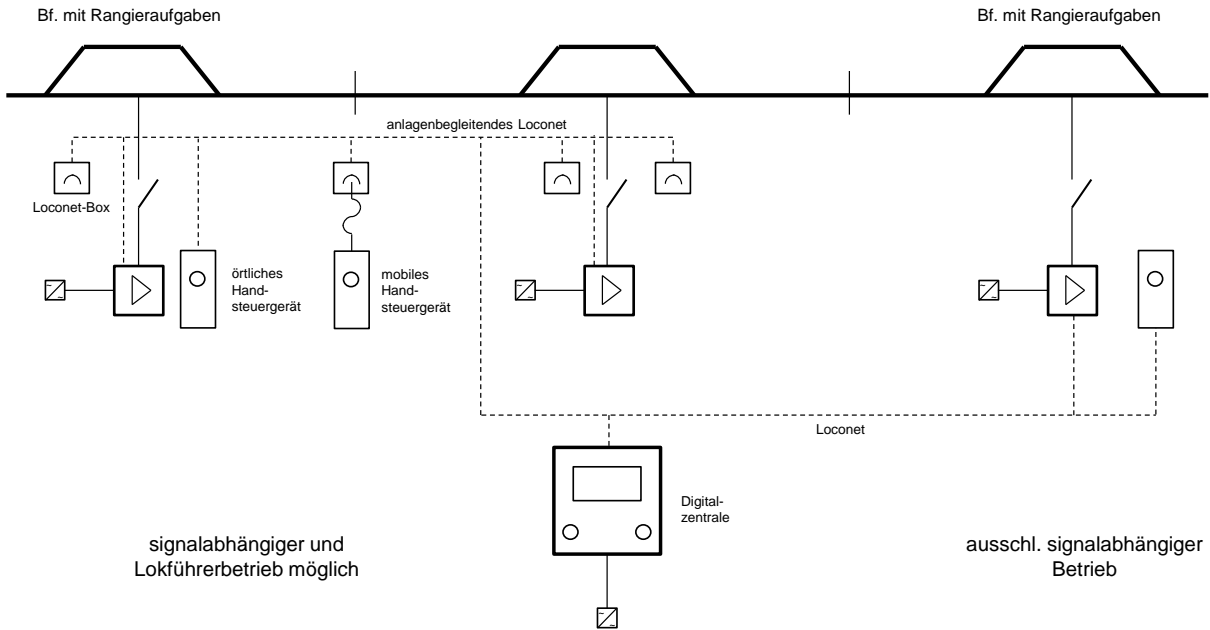


Abb. 3.2: Loconetstruktur für ausschließlich signalabhängigen Halbautomatikbetrieb (rechte Seite) und zusätzlich die Möglichkeit eines zugbegleitenden Lokführers (linke Seite)

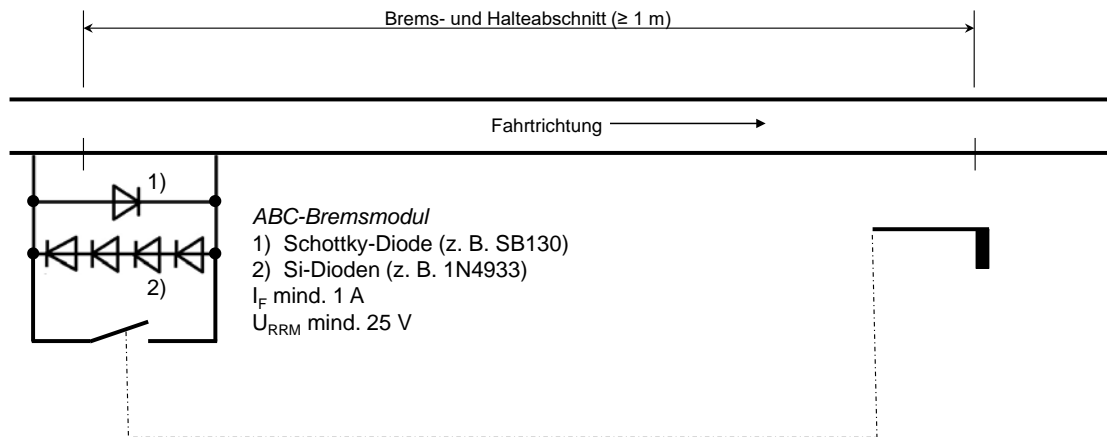
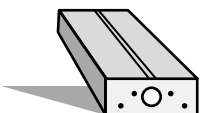


Abb. 3.3: ABC-Bremsmodul mit Bremsstrecke



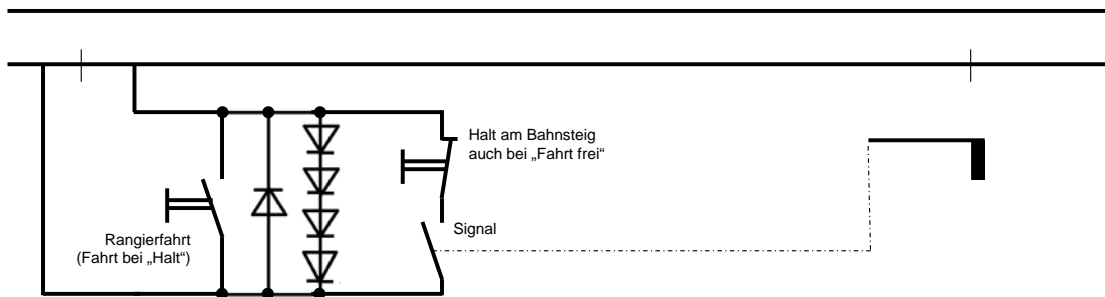


Abb. 3.4: ABC-Bremsmodul nach Abb. 3.3 mit erweitertem Funktionsumfang

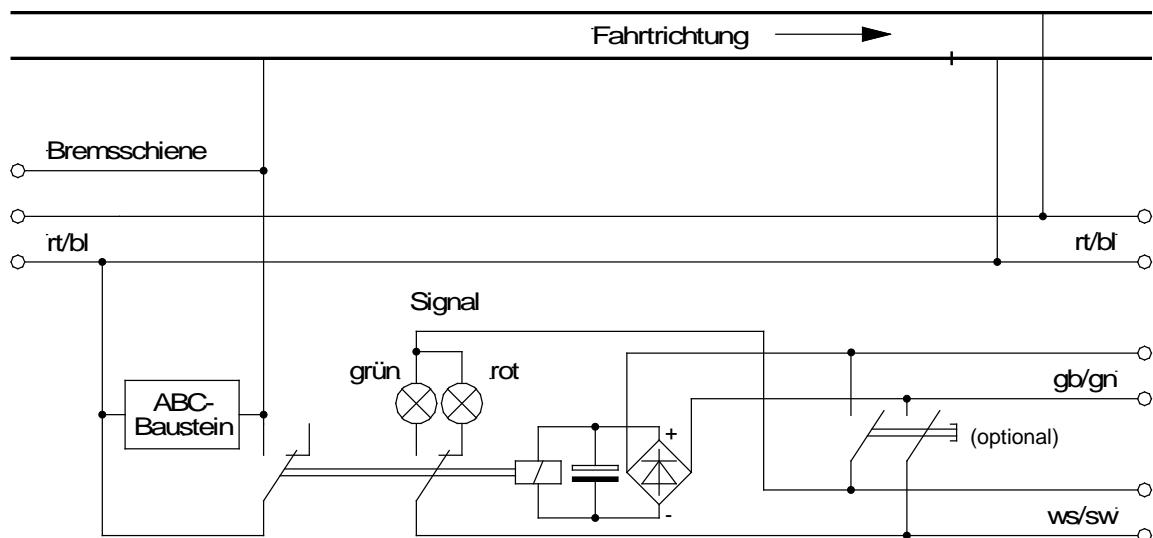
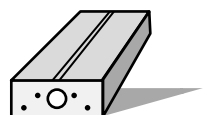


Abb. 3.5: Ferngesteuerte digitale Blockstelle

Ruhezustand ist „Halt“, d. h. der Zug bremst im Bremsabschnitt ab. Die Ansteuerung auf „Fahrt frei“ erfolgt über die Steuerleitung (gelb/grün), die mit einer Zubehörspannung von 12 V= oder 16 V= beaufschlagt werden kann. Die Verwendung der digitalen Gleisspannung zur Ansteuerung ist nicht zulässig.

Da i. d. R. die auf einem Modul zur Verfügung stehende Gleislänge zur Realisierung des Bremsabschnitts von 1 m Länge nicht ausreicht, kann über den Anschluss „Bremschiene“ das in Fahrtrichtung vorgelagerte Modul in den Bremsabschnitt mit einbezogen werden. Die zugehörige Buchse ist deutlich in einer Weise zu kennzeichnen, dass eine Verwechslung mit den durchgehenden Standard-Modulleitungen ausgeschlossen ist (z. B. durch braune Farbcodierung).

Die durchgehende Fahrspannungsleitung ist mit einer einpoligen Verlängerungsleitung am Bremsabschnitt vorbeizuführen.



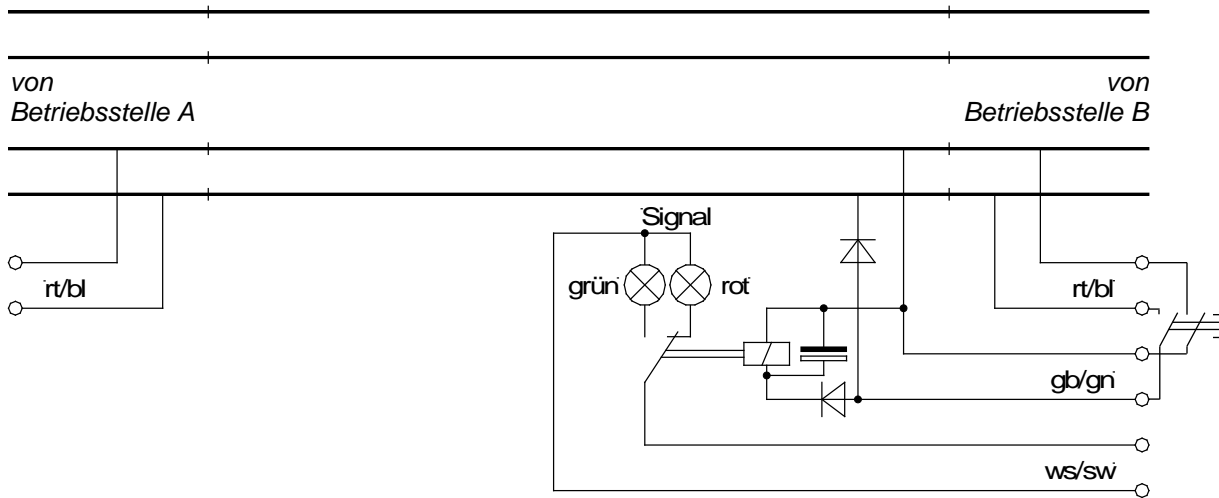
Grundsaltungen für die analoge Fahrspannungsversorgung

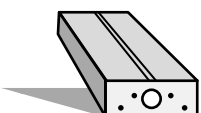
Abb. 4.1: Zweigleisiges ferngesteuertes Blockstellenmodul für Analogbetrieb

Der Anschluss des zweiten Gleises erfolgt in gleicher Weise für die entgegengesetzte Fahrtrichtung.

Der Ruhezustand der Schaltung ist „Halt“. Die Ansteuerung auf „Fahrt frei“ erfolgt durch Beaufschlagung der Blindleitung mit Fahrspannung. Dies kann von der nachfolgenden Betriebsstelle aus über die durchgeschaltete Blindleitung (in Form des dargestellten Tasters symbolisiert) oder über einen in gleicher Weise vor Ort installierten Taster erfolgen.

Die Ansteuerung des Signalbildes erfolgt über ein monostabiles Kleinrelais für 12 V Gleichspannung. Die Dioden verhindern die Fahrtstellung bei falsch gepolter Fahrspannung. Der Kondensator ($\geq 220 \mu\text{F}$) wirkt einem Flattern des Relais bei Impulsbreiten- oder Halbwellensteuerung entgegen.

In die Zubehörleitungen (weiß/schwarz) wird die Zubehörspannung (16 V~) für das Signalbild eingespeist.



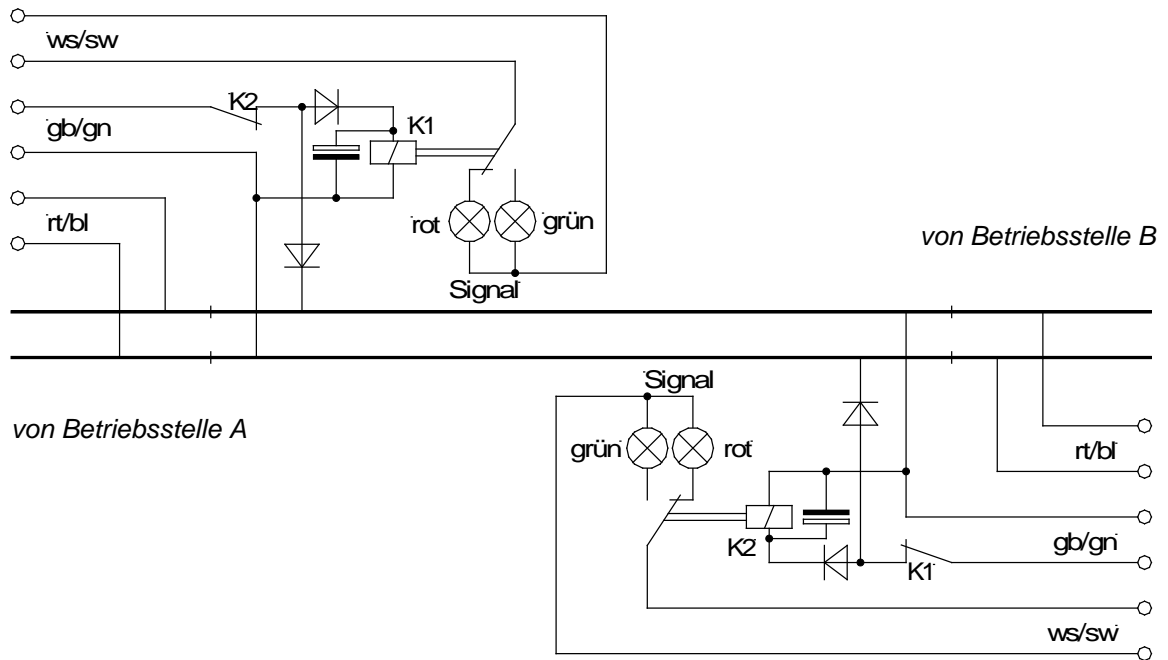
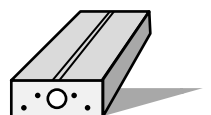


Abb. 4.2: Eingleisiges ferngesteuertes Blockstellenmodul für Analogbetrieb

Die Schaltung entspricht grundsätzlich der zweigleisigen Blockstelle nach Abb. 4.1.

Die Dioden entkoppeln die Blindleitungen der zwei speisenden Betriebsstellen und gewährleisten die gewünschte Fahrtrichtung.

Um einen Kurzschluss zu verhindern, falls der Halteabschnitt unerwarteter Weise von beiden Betriebsstellen gleichzeitig unter Spannung gesetzt werden sollte, verriegeln sich die Relais gegenseitig über die Öffnerkontakte.



ModulfüÙe

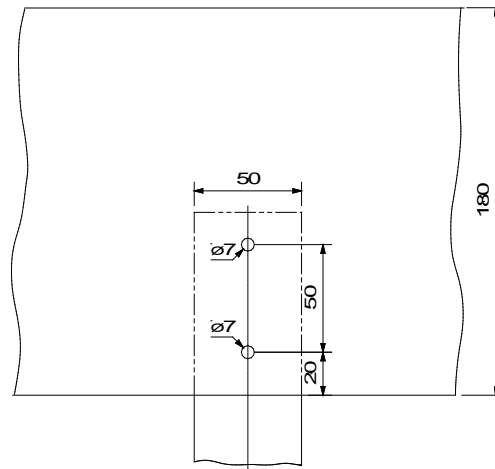
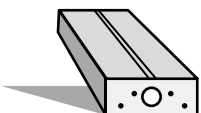


Abb. 5: Lage der Bohrungen in der Moduleseitenwand zur Befestigung frei verwendbarer ModulfüÙe oder auch für passendes modulfremdes Zubehör. Die Maße beziehen sich auf die Standardabmessungen der Kopfstücke gemäß Abb. 1.1 und 1.2.

Begriffe

ABC-Bremsen	Bezeichnung im DigitalPlus-System der Fa. Lenz Elektronik GmbH. ABC = Automatic Braking Control – Automatische Bremssteuerung. Die Funktion (ganz oder partiell) ist inzwischen von den meisten Herstellern in die aktuelle Decodergeneration implementiert und wird oft auch als „asymmetrisches Diodenbremsen“ bezeichnet.
Betriebsstellenmodul	Modul mit eigener Fahrspannungsversorgung (z. B. Bahnhöfe).
Blindleitung	Steuerleitung zur Ansteuerung einer Blockstelle (im Analog- und Digitalbetrieb); Leiterfarben: grün und gelb.
ferngesteuertes Blockstellenmodul	Modul mit Blocksignal(en) ohne eigene Fahrspannungseinspeisung. Die Ansteuerung erfolgt über die Blindleitung oder alternativ über einen Vor-Ort-Taster. Die benachbarten Betriebsstellen sind im Analogbetrieb elektrisch voneinander getrennt.
Kopfstück	Geometrische Gestaltung der Modulschnittstelle mit Festlegung der Abmessungen, der Gleislage, der Anordnung und Größe der Befestigungsbohrungen sowie der Kabeldurchführung.
Modul	Anlagenbaugruppe mit genormten Schnittstellen.
Modul-Schnittstelle	Mechanisch und elektrisch genormte Verbindungsstelle von Modulen.
NEM	Normen europäischer Modelleisenbahnen. Download ist z. B. unter www.morop.org möglich.
NMRA	National Model Railroad Association – (Amerikanischer) Nationaler Modellbahn-Verband.



Schienenoberkante (SOK)	Höhe der Lauffläche der Schienen über dem Fußboden (Normhöhe 930 mm)
Segment	Teil eines Moduls bzw. einer Modellbahnanlage, dessen Verbindungsstellen nicht genormt sind. Die Reihenfolge der Anordnung der Segmente ist i. d. R. nicht variabel.
Streckenmodul	Modul ohne eigene Spannungsversorgung. Die Versorgung erfolgt über die Schnittstelle vom Nachbarmodul aus.

Alle Klarheiten beseitigt...? Schlussbemerkungen

Sie haben's geschafft. Genug der Theorie – auf zu neuen Taten!

Über den Modulbau und die hierbei gesammelten Erfahrungen lassen sich ganze Bände und auch Stammtischabende füllen. Alle Erfahrungen, wie man dauerhaft funktionstüchtige und betriebssichere Module erstellt, hier niederzuschreiben, würde den Rahmen einer Norm sprengen. Die dennoch über die reinen normativen Forderungen hinaus gegebenen Ratschläge sollen helfen, mit einem mechanisch stabilen und uneingeschränkt funktionstüchtigen Modul belohnt zu werden, das durch seine lange Lebensdauer für viel Spaß in der Modul-Fangemeinde sorgt. Und es bleibt mit Sicherheit kein Einzelstück...

Für weitergehende Informationen zum Modulbau sind in den Fachverlagen verschiedene Publikationen erschienen, z. B.:

- im alba-Verlag in der Reihe „Alba-Modellbahn-Praxis Spezial“ der Band „Modellbahn-Module bauen“ bzw. dessen leider nicht so ausführlicher Nachfolger „Modellbahn – Module, Dioramen, Segmente“,
- im MIBA-Verlag das MIBA-Spezial Nr. 52 „Module und Segmente“ oder
- im EK-Verlag der Modellbahn-Kurier 25 „Module & Segmente“.

Die Auflistung lässt sich mit weiteren Publikationen fortsetzen, denn ständig erscheinen neue Druckschriften zum Thema. Auch diverse Internet-Seiten bieten ausreichend Lesestoff. Also dann, viel Spaß beim Lesen, Bauen und Fahren!

Falls Sie weitere Fragen zum Modulbau haben, vielleicht sogar eine Gruppe Gleichgesinnter suchen oder Ihnen einfach ein paar allgemeine Fragen zur Nenngröße TT unter den Nägeln brennen, scheuen Sie sich nicht, uns anzusprechen:

Kontakt: modulnorm@mttb.info
Web-Präsenz: www.mttb.info

