

# **FREMO**

## **MODULHANDBUCH**

### **N-FREMO**

#### **Teil 7**

#### **Elektrik**

#### **Version 4.2**

01.10.2006

#### **Inhalt**

1	Allgemeines .....	2
2	Fahrstromversorgung.....	2
2.1	Allgemeines .....	2
2.1.1	Kabel, Stecker und Buchsen .....	2
2.1.2	Weichen .....	4
2.2	Analogbetrieb .....	4
2.2.1	Grundsätzliches .....	4
2.2.2	Streckenmodule .....	4
2.2.3	Bahnhöfe.....	5
2.2.4	Z-Box.....	9
2.2.5	Andere Betriebsstellenmodule.....	9
2.2.6	Handregler .....	9
2.3	Digitalbetrieb .....	11
2.3.1	Grundsätzliches .....	11
2.3.2	Handregler .....	14
2.3.3	Loconet .....	14
2.3.4	Zentrale.....	15
2.3.5	Booster.....	15
2.3.6	Decoder.....	15
3	Funktionsstrom .....	15
4	Stellpulte.....	16
5	Weitere Ausrüstung .....	16
5.1	Uhrenanlage.....	16
5.2	Telefonanlage .....	17
6	Elektrische Sicherheit.....	17

## 1 Allgemeines

Die Elektrik der Module hat sich in der Vergangenheit weiterentwickelt. Es gibt dabei 3 Entwicklungsstufen:

- Analogbetrieb mit einfacher, völlig dezentraler Elektrik
- Analogbetrieb mit „W-Schaltung“ und Blindleitung zum durchgehenden Fahren von einem Bahnhof zum nächsten
- Digitalbetrieb für völlig freizügiges Fahren über das ganze Arrangement.

Die Elektrik ist nach dieser Modulnorm zunächst grundsätzlich dezentral aufgebaut. Dies ermöglicht eine weitgehende Selbständigkeit jedes einzelnen Moduls. Dennoch ist durch die Blindleitung oder den Digitalbetrieb problemlos ein durchgehender Betrieb möglich.

Module für Analogbetrieb sollen eine Blindleitung enthalten. Betriebsstellen können auf FREMO-Treffen bei Bedarf mit variablen Z-Boxen ausgestattet und damit an die Blindleitung angeschlossen werden. Module, die ausschließlich für Digitalbetrieb vorgesehen sind, müssen keine Blindleitung erhalten. Alle Module sollen für Digitalbetrieb tauglich sein.

## 2 Fahrstromversorgung

### 2.1 Allgemeines

#### 2.1.1 Kabel, Stecker und Buchsen

Jedes Streckenmodul erhält zwei durchgehende Leitungen für die Stromversorgung der Gleise. Der Leitungsquerschnitt muß, insbesondere im Hinblick auf Digitalbetrieb, mindestens 0,75 mm<sup>2</sup>, besser 1,5 mm<sup>2</sup> betragen. Diese Leitungen werden mit den Schienen verbunden, wobei jedes einzelne Stück Schiene mit einem eigenen Kabelanschluß versehen werden soll, da gelötete Schienenverbindungen erfahrungsgemäß nicht dauerhaft haltbar sind.

Zwei weitere durchgehende Leitungen (Blindleitung) dienen der Übergabe bzw. Übernahme von Zügen der Nachbarbahnhöfe. Diese sind nicht mit den Gleisen des Moduls zu verbinden.

Die elektrische Verbindung zwischen den Modulen erfolgt mittels Kabeln mit 4 mm-Bananensteckern (hochwertige Büschelstecker verwenden) und entsprechenden Buchsen. Am Modulübergang sind folgende Steckverbindungen anzubringen. Farben in Klammern sind bei älteren Modulen noch vorhanden, sollten aber aus Gründen der Verwechslungsgefahr nicht mehr verwendet werden. ):

Variante 1:

Am Modulende nur Buchsen, Verbindung durch loses Kabel mit Steckern

Gelb	Blindleitung Südseite
Gelb (Blau)	Blindleitung Nordseite

Rot Fahrstrom Südseite  
 Rot (Schwarz) Fahrstrom Nordseite  
 Fahrstrom und Blindleitung für jedes Gleis einzeln

Variante 2:

Am Modulende für eine Leitung Buchse, für die andere Kabel mit Stecker fest angebaut

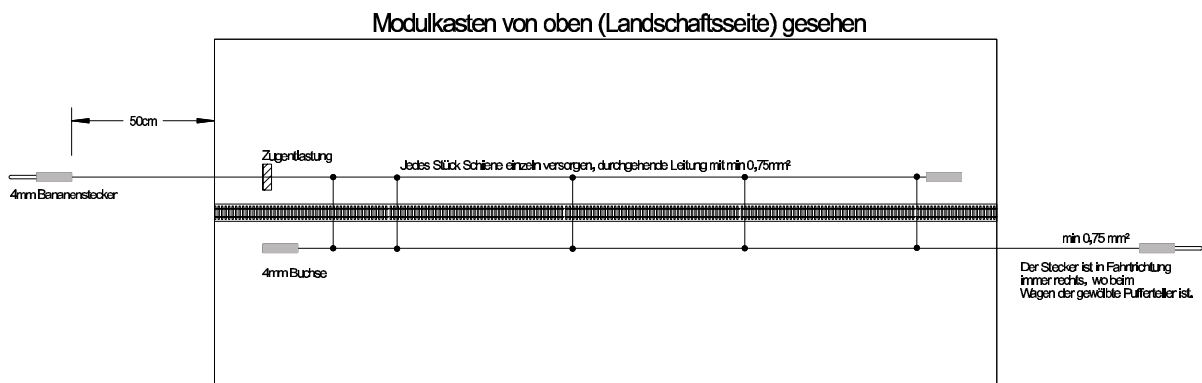
Westseite:

Buchse	Gelb	Blindleitung Südseite
Kabel mit Stecker	Gelb (Blau)	Blindleitung Nordseite
Buchse	Rot	Fahrstrom Südseite
Kabel mit Stecker	Rot (Schwarz)	Fahrstrom Nordseite

Ostseite:

Kabel mit Stecker	Gelb	Blindleitung Südseite
Buchse	Gelb (Blau)	Blindleitung Nordseite
Kabel mit Stecker	Rot	Fahrstrom Südseite
Buchse	Rot (Schwarz)	Fahrstrom Nordseite

Fahrstrom und Blindleitung für jedes Gleis einzeln



Beim Einsatz von um 180° gedrehten Modulen ist bei Variante 1 ggf. eine rote mit einer schwarzen Buchse zu verbinden. Daher müssen die Stecker und Buchsen eindeutig gekennzeichnet sein, wozu vor allem die Zuordnung zur entsprechenden Schiene gehört. Die geometrische Zuordnung des Kabels bzw. der Buchse zur Schiene ist entscheidend, nicht die Farbe!

Variante 2 ist zu empfehlen, da weniger lose Kabel mitzunehmen sind und eine Verwechslungsgefahr der Anschlüsse zwischen Nord- und Südschiene ausgeschlossen wird.

Eine Buchse darf höchstens 20 cm vom Modulende entfernt eingebaut werden. Ein Kabel mit Stecker muß mindestens 40 cm über das Modulende hinausragen. Lose Kabel müssen mindestens 60 cm lang sein. Wenn Kabel fest am Modul befestigt sind, sind sie für den Transport zu sichern, z. B. mit Wäscheklammern im Modul befestigen.

Die elektrische Trennung zwischen zwei Modulen erfolgt auf einfachste Weise, indem die Verbindungskabel nicht angeschlossen werden. Dafür müssen die Schienen einen geringen Abstand

vom Endprofil haben.

Für weitere Kabel, die beim Aufbau lose durch die Module geführt werden (Telefon, Loconet usw.) sollten Aufhängungen (Schraubhaken, Klettband o. ä.) an der Innenseite der Längsseiten angebracht sein, um ein starkes Durchhängen der Kabel zu vermeiden.

### **2.1.2 Weichen**

Die Weichen erhalten umschaltbare Herzstücke.

Herzstücke und anschließende Gleisabschnitte bei Weichen werden nicht über die Zungen versorgt, da dies erfahrungsgemäß unsicher ist. Es werden zusätzliche Schalter verwendet. Weichen sollen bereits für die Digitalisierung vorbereitet sein. Dazu gehört, daß die Weichenzunge dasselbe Potential haben muß wie die zugehörige Backenschiene, um Kurzschlüsse durch das Rad beim gleichzeitigen Berühren von Zunge und Backenschiene zu vermeiden.

## **2.2 Analogbetrieb**

### **2.2.1 Grundsätzliches**

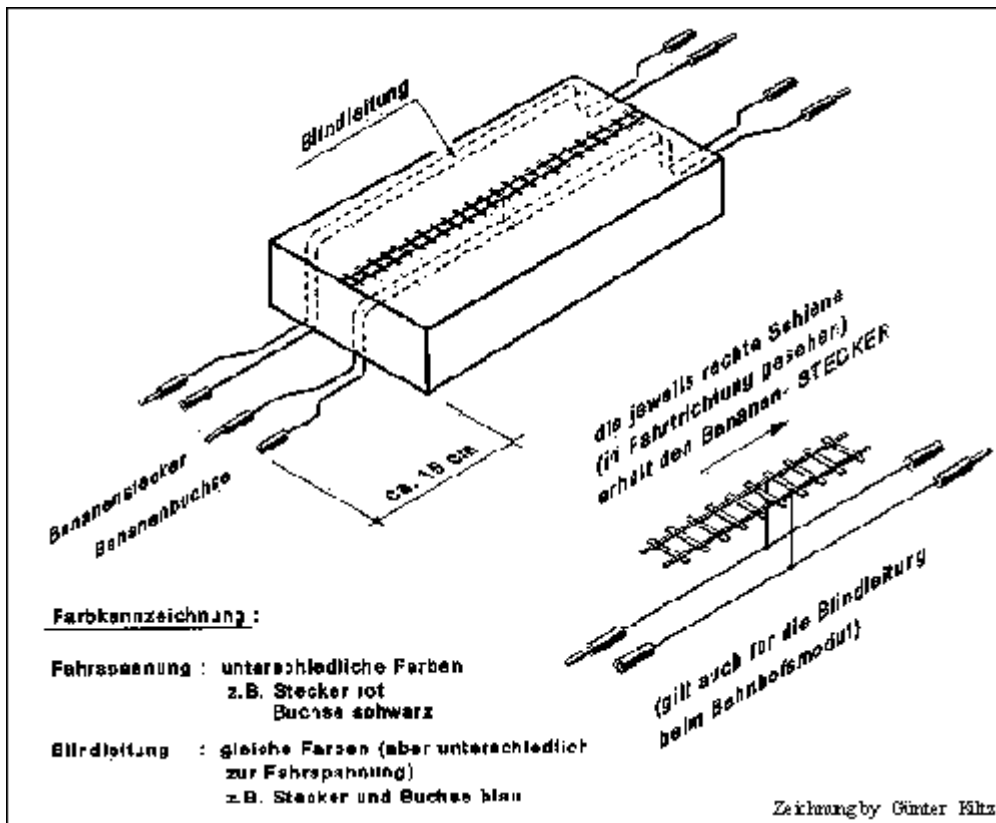
Die Fahrspannung ist geglättete Gleichspannung. Bei N ist der Spannungsbereich von 0 bis 12 V, bei Nm von 0 bis 8 V. In Ausnahmefällen kann auch ein handelsüblicher Modellbahntrafo mit einem welligen Spannungsverlauf benutzt werden. Impulsbreiten- oder Phasenanschnittsteuerungen sind wegen der verwendeten Glockenankermotoren nicht zulässig, es sei denn, sie arbeiten mit Frequenzen über ca. 5 kHz..

Die Fahrstromversorgung erfolgt von den Bahnhöfen aus. Die Streckenmodule werden von einem der benachbarten Bahnhöfe aus mitversorgt. Bei der einfachen Schaltung erfolgt der Übergang von einem Bahnhof zum andern etwa in der Mitte der Strecke zwischen den Bahnhöfen.

Die W-Schaltung ist eine Abart der Z-Schaltung.

Während man bei dieser jedem Gleisabschnitt einen bestimmten Regler direkt und eindeutig zuordnen kann, wählt die W-Schaltung nicht immer direkt einen Regler aus, sondern u.U. nur den Ausgang einer weiteren Schaltung (Fahrstromübernahme vom linken/rechten Nachbarn). Das kann sich theoretisch beliebig fortsetzen.

### **2.2.2 Streckenmodule**



### Schaltung für Streckenmodul

#### 2.2.3 Bahnhöfe

An den Bahnhofsmodulen sind Buchsen für FREMO-Handregler vorzusehen. Es können aber für andere Fahrregler zusätzlich auch andere Buchsen vorhanden sein.

Für jede Betriebsstelle ist ein separater Transformator vorzuhalten. Dieser muß den einschlägigen Vorschriften (DIN, VDE, GS usw.) entsprechen und darf nicht fest mit dem Modul verbunden sein.

Dieser Transformator kann auch für die Versorgung von elektrisch betriebenen Weichen, Signalen und Beleuchtung der Betriebsstelle herangezogen werden.

Bei der Verwendung von mehreren Trafos ist darauf zu achten, daß deren sekundäre Wechselstromausgänge nicht miteinander verbunden werden.

**Eine solche Verbindung ist lebensgefährlich.**

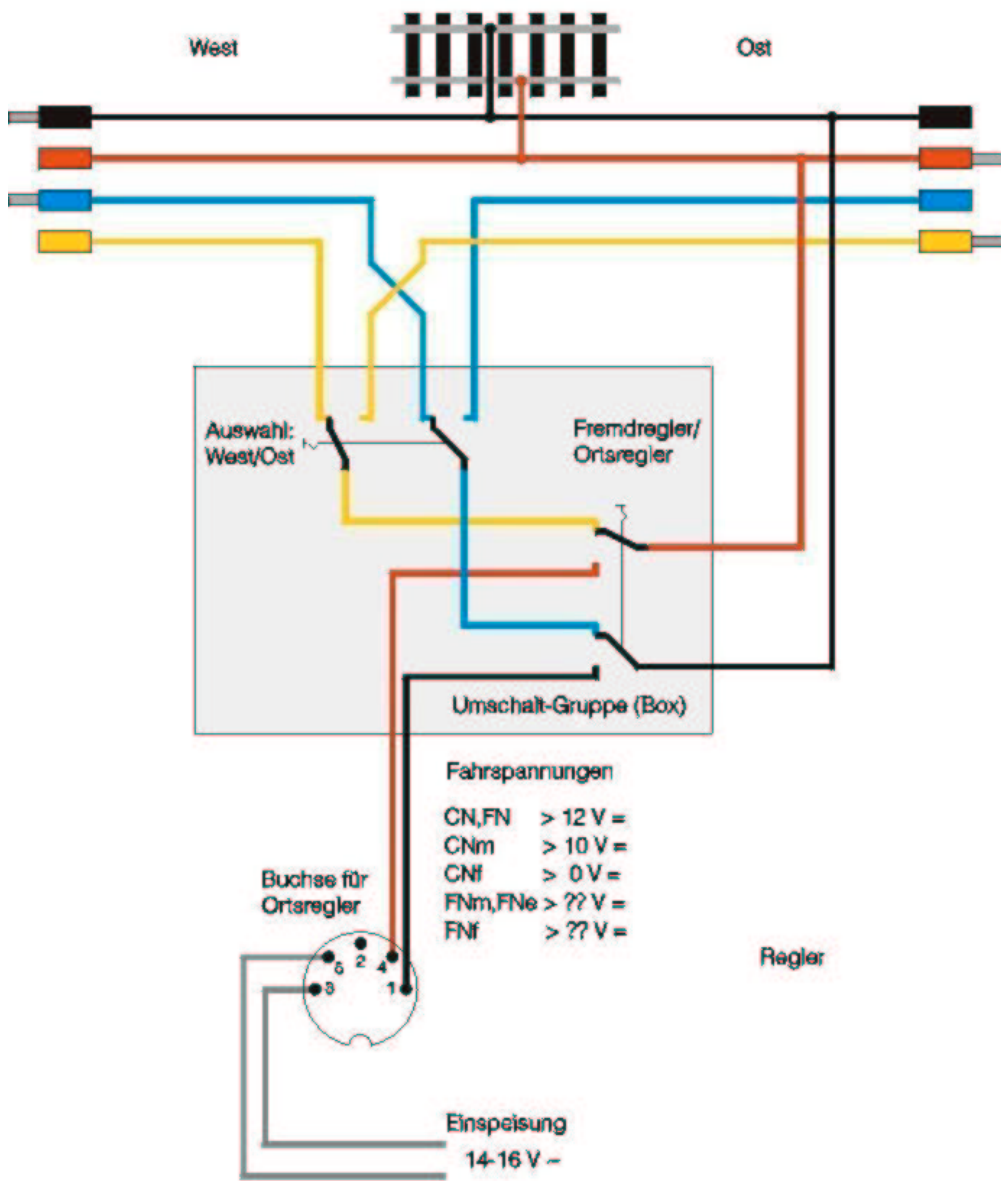
Für um- bzw. abschaltbare Gleisabschnitte sind Trennstellen in jeweils beiden Schienen vorzusehen. Die Stromversorgung der Gleisabschnitte erfolgt jeweils durch 2-polige Umschalter mit neutraler Mittelstellung ("Ein/Aus/Ein-Schalter"). Zur Übernahme bzw. Übergabe von Zügen ist eine Umschaltmöglichkeit auf den jeweils linken bzw. rechten Bahnhofskopf vorzusehen.

Die Übergänge zu den Streckenmodulen sind wie dort beschrieben auszuführen. Sind die Bahnhöfe

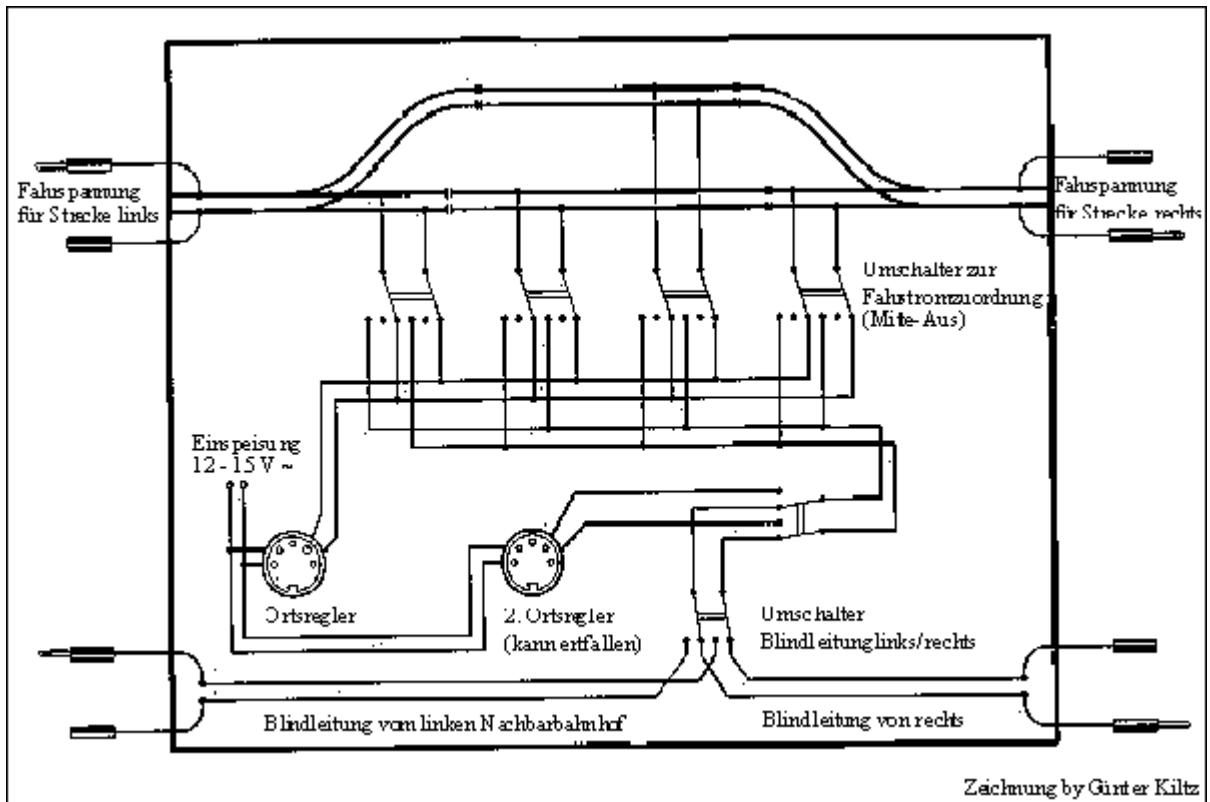
mehrteilig, ist zwischen den Teilstücken für jedes Gleis eine elektrische Überbrückung herzustellen. Da es sich dann um private, nicht kompatible Schnittstellen handelt, sind beliebige Steckverbindungen möglich, z. B. Sub-D-Stecker mit 9 bis 50 Polen.

Alle Gleise, d. h. sowohl Abstell- und Überholungsgleise wie auch der Übergang zur Strecke müssen elektrisch abgeschaltet und sollen auch auf mindestens 2 Regler umgeschaltet werden können. Alle Umschalter und Stromkreistrennungen sind zweipolig auszuführen, weil sich sonst mehrere Handregler gegenseitig beeinflussen können. Jeder Bahnhof muß auch mit Strom vom Nachbarbahnhof (bzw. der Strecke) aus versorgt werden können. Dazu soll eine Blindleitung vorhanden sein, die entsprechend der Zeichnung geschaltet wird. Alternativ kann eine feste Trennstelle auf der Strecke als Übergabepunkt eingerichtet werden.

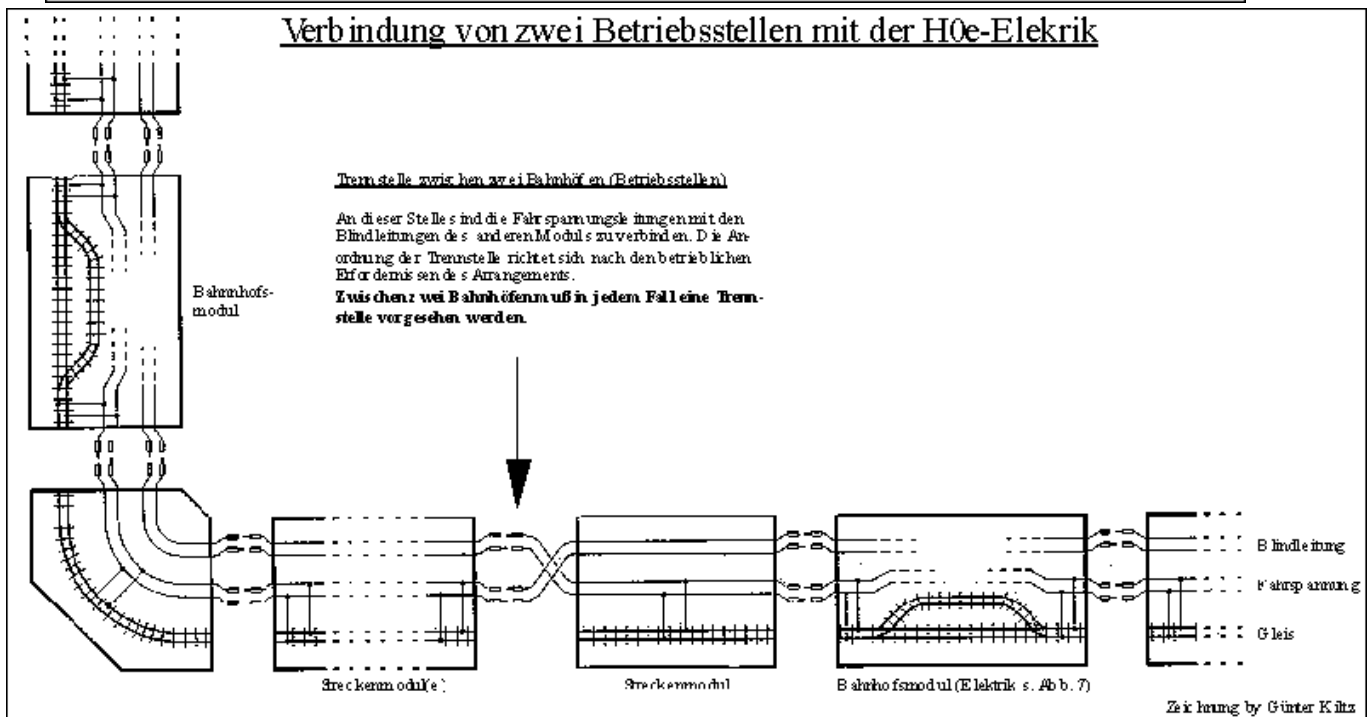
Die Trennungen sollen am Grenzzeichen vorgenommen werden. Dann ist es leicht möglich, die Nutzlänge voll auszunutzen. Die Trennung an der Rangierhalttafel (Trennung zwischen Bahnhof und Strecke) sollte eingehalten werden, um beispielsweise einen Zug bis zum Einfahrsignal mit „Fremdstrom“ fahren zu lassen und gleichzeitig im Bahnhof rangieren zu können.



*Schaltung für Bahnhofsmodule*



### Verbindung von zwei Betriebsstellen mit der H0e-Elektrik



### Blindleitung

#### **2.2.4 Z-Box**

Betriebsstellenmodule, die keine integrierte Blindleitung mit entsprechenden Umschaltern haben, können mit variablen Z-Boxen versehen werden. Diese ermöglichen es, Züge zwischen zwei Bahnhöfen ohne notwendige Übergabe von einem Bahnhof aus zu steuern.

*Zeichnung*

#### **2.2.5 Andere Betriebsstellenmodule**

Eine Ausweichanschlußstelle (Awanst) wird im Normalbetrieb wie ein Streckenmodul benutzt. Wenn jedoch innerhalb des Anschlusses rangiert werden soll, ist es sinnvoll, eine eigene Fahrstromversorgung und eine Fahrreglerbuchse vorzusehen. Um flexibel vom Strecken- auf den Ortsregler schalten zu können, sollte auch bei „Kleinstbetriebsstellen“ eine Z-Box fest ins Modul eingebaut werden.

Eine Abzweigstelle (Abzw) wird grundsätzlich wie ein Streckenmodul betrieben. Die Fahrstromversorgung muß eine Trennung zwischen den zusammenlaufenden Strecken ermöglichen. Genauso muß sie aber auch die Durchschaltung von Fahrstrom- und Blindleitung ermöglichen. Daher ist bei einer Abzw ein Umschalter vorzusehen, der gleichzeitig Fahrstrom und Blindleitung von einer auf die andere Strecke umschaltet. Der Schalter kann mit der Weiche verbunden sein.

#### **2.2.6 Handregler**

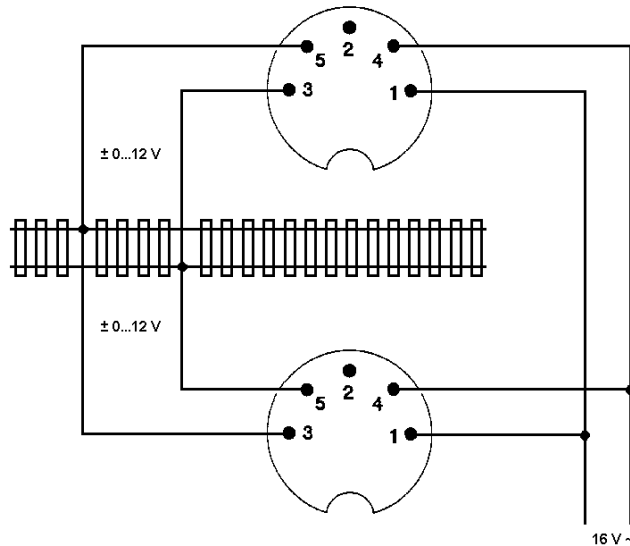
An jedem Betriebsstellenmodul soll mindestens ein Handregler (z. B. FREMO-Handregler) angeschlossen werden können. Diese haben DIN-Stecker mit 180°-Teilung, die folgende Kontaktbelegung aufweisen (Blick auf die Buchse):

Der Anschluß an die Anlage oder die Fremo-Ringleitung erfolgt über Diodenbuchsen nach DIN 41524, Typ 4. An die Pins 1 und 4 wird Wechselspannung von bis zu 20 Volt angeschlossen, diese wird innerhalb des Reglers in geregelte Gleichspannung umgewandelt und über die Pins 3 und 5 wieder in die Anlage zurückgespeist.

Der Handregler hat einen Einschalter, einen Umschalter für den Fahrtrichtungswechsel und ein Potentiometer für die Geschwindigkeitskontrolle. Eine Leuchtdiode zeigt die Betriebsbereitschaft an.

Die normale Belegung gilt für Handregler, die an der Südseite eingesteckt werden. Buchsen an der Nordseite müssen eine geänderte Belegung haben, damit der Zug in die am Handregler gewählte Richtung fährt.

## Modulseite NORD



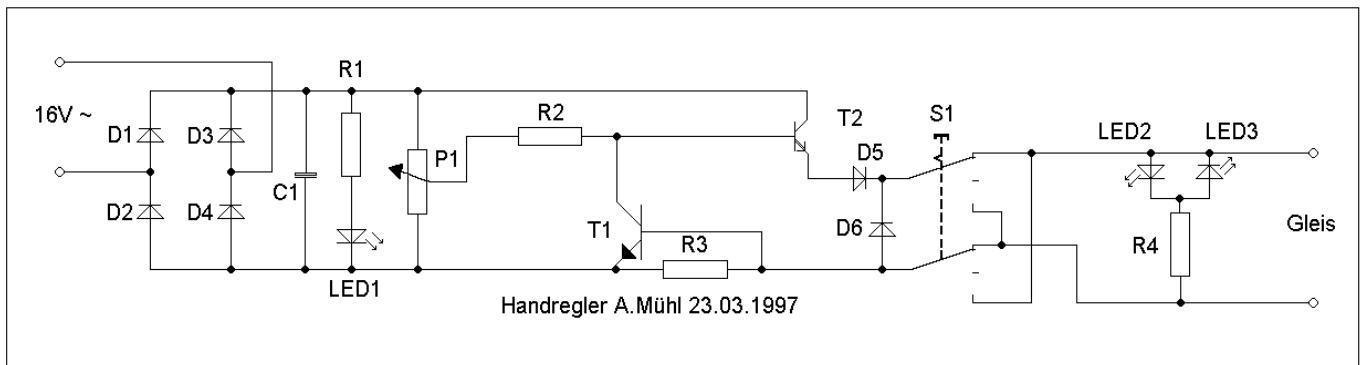
## Modulseite SÜD

A.Mühl 02.01.1998  
REGLER2.GIF

### *Buchse für Handregler*

Der Handregler formt aus der eingehenden Wechselspannung mit etwa 14 V eine geglättete Gleichspannung, die zwischen 0 V (!) und etwa 12 V einstellbar ist. Hierfür gibt es verschiedene Lösungsmöglichkeiten. Hier ein Schaltungsvorschlag, der sich in der Praxis bewährt hat:

Dieser Handregler entspricht weitgehend dem beim FREMO verwendeten Einheitsregler. Er ist für max. 1A Dauerstrom und 1,5A Spitzenstrom zugelassen. Der Regler wird mit 10...16V~ versorgt. Eine Kurzschlußüberwachung ist eingebaut. Der Regler schaltet ab einem durch den Wert des Hochlastwiderstand bestimmbar Punkt ab. Der Wert des Widerstandes errechnet sich aus  $0,7V / I_{max}$ . Mit den in dem in der Stückliste angegebenen Wert von  $0,47R$  ergibt sich ein Abschaltstrom von 1,48A. Mit Rücksicht auf den durch die Platzverhältnisse kleinen Kühlkörper sollte der Maximalwert des Stromes die oben genannten Werte nicht wesentlich überschreiten. Der Leistungstransistor ist bewußt überdimensioniert worden. Für den Betrieb mit kleinen Loks reicht auch ein 4A-Typ (z.B. BD 675). Durch die Dioden D5 und D6 wird der Regler gegen eine versehentliche Fremdeinspeisung von der Gleisseite her geschützt. Der Kondensator C1 kann bei Bedarf eingebaut werden. Eigene Versuche zeigten aber keine Unterschiede bei Regler mit und ohne C1. Für diese Testfahrten wurden sowohl Loks der üblichen Hersteller, als auch Loks mit Faulhabermotoren verwendet. Es ist daher sinnvoller den ohnehin knappen Platz durch Verzicht auf C1 für einen größeren Kühlkörper zu nutzen. Auch sollten die Handregler eine Spannungsbegrenzung aufweisen, die Spannungen über 14V verhindert.



*Schaltung für Handregler, konventionell, mit Spannungsregler*

### *Zeichnung Außenansicht*

#### Stückliste:

- R1 820R
- R2 1k
- R3 0,47R / 5W (siehe Text)
- R4 820R
- P1 Poti 2k2 lin
- C1 470yF/35V
- D1...D5 1N4001
- D6 1N5400
- T1 BC547
- T2 BDW83 (15A I<sub>cmax</sub>)
- S1 Kippschalter 2xUm mit Mittelstellung Aus
- LED1 3mm grün
- LED2, LED3 3mm gelb
- DIN-Stecker Typ 4

Das Bild zeigt die Ansicht auf die Lötseite (Rückseite) der Buchsen!

Beim Einbau von Buchsen auf beiden Seiten des Moduls ist zu beachten, daß der Anschluß 3 auf der einen Modulseite mit dem Anschluß 5 (und umgekehrt) auf der anderen Seite verbunden werden muß, damit beim Umstöpseln des Reglers von der einen zur anderen Seite die Fahrtrichtung weiterhin stimmt.

## **2.3 Digitalbetrieb**

### **2.3.1 Grundsätzliches**

Der Digitalbetrieb bietet folgende Vorteile:

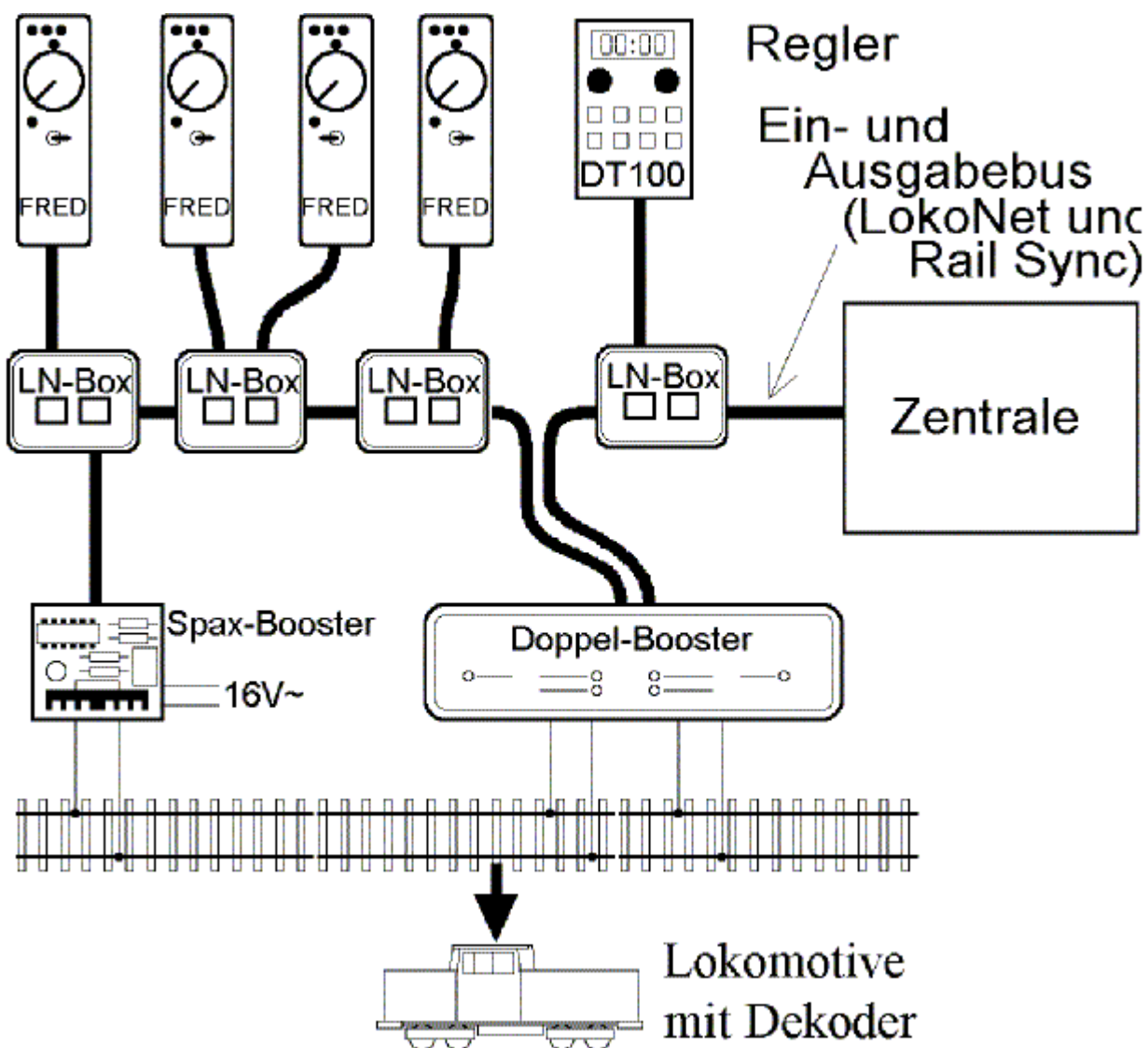
- Völlig unabhängiges Fahren

- keine Übergabe von einem Bahnhof zum andern nötig
- Mitgehen mit dem Zug einfacher möglich, da die Lok auch bei ausgestecktem Handregler weiterfährt
- Leichtere Trennung der Aufgaben von Fahrdienstleiter und Lokführer
- Bei neuen Betriebsstellen Verzicht auf Trennstellen, Blindleitung, zugehörige Schalter
- Doppeltraktion, Nachschieben, Rangieren mit mehreren Loks auf einem Gleis einfacher möglich

Der beim FREMO durchgeführte Digitalbetrieb basiert auf NMRA-DCC. Als Eingabebus wurde das Loconet gewählt.

Für den Digitalbetrieb wird folgende Ausrüstung benötigt:

- Eingabegerät/Handregler
- Loconet
- Zentrale
- Booster
- Decoder in jedem Triebfahrzeug.



Die Kabel und Steckverbindungen am Modulübergang entsprechen der Analogelektrik (siehe 2.2.1).

Neue Module, die ausschließlich für Digitalbetrieb vorgesehen sind, müssen nicht mit einer Blindleitung ausgerüstet werden.

Alle Module sollen für den Digitalbetrieb vorbereitet sein.

In der Regel ist jedes Modul auch digital-geeignet. Besonders ist jedoch darauf zu achten, daß die in dieser Norm angegebenen Leiterquerschnitte ( $\geq 0,75\text{mm}^2$  in weiterführenden Verbindungsleitungen) nicht unterschritten werden, um möglichst geringe Signalverfälschungen im Digitalstrom zu bekommen. Unter ungünstigen Bedingungen (lange und dünne Verkabelungen) ist die Signalverfälschung so groß, daß einige Decoder das Signal nicht mehr

auswerten können und dann nicht mehr reagieren, bis wieder hinreichend sauberer Digitalstrom vorhanden ist.

Normalerweise stehen sämtliche Gleise unter Spannung; werden Gleise durch Schalter stromlos geschaltet, sollte dieses kenntlich gemacht werden. Die Digitalspannung kann zur Versorgung von Kleinstverbrauchern genutzt werden (entspricht quasi einem beleuchteten Wagen). Weichenantriebe, Signale, u. ä. werden aber nicht über die Gleisspannung gesteuert. LOCONET inclusive DCC-Signal dient nur dem Fahrbetrieb! (Störquellen sind hiervon fern zu halten) Wer Weichen oder Signale digital steuern will, muß dafür ein zweites System aufbauen.

Weichen sollen so geschaltet sein, daß die Zungen immer das Potential der zugehörigen Backenschiene aufweisen, damit Kurzschlüsse durch Radkontakt vermieden werden. Insbesondere Peco-Weichen sind ggf. umzubauen. Dieses ist nötig, da Digital-Booster sehr schnell bei Kurzschlüssen die Gleisspannung abschalten.

Betriebsstellen sollten zwei getrennte Bedienelemente für Weichen (und Signale) und Gleisabschnitte haben. Letzteres kann beim Digitalbetrieb entfallen und die Weichen sind dann übersichtlicher zu bedienen.

Auf genauere Beschreibungen, insbesondere Produktnennungen, wird hier verzichtet, da sich trotz einer gewissen Stabilisierung auf dem Gebiet der Digitalsteuerungen immer noch viel ändert.

Weitere Informationen zum Digitalbetrieb sind beim FREMO verfügbar, am einfachsten im Internet.

### **2.3.2 Handregler**

Die Handregler dienen - wie im Analogbetrieb - der Steuerung der Triebfahrzeuge. Benutzt wird fast ausschließlich der FRED (FREMOs einfacher Drehregler). Ein FRED ist grundsätzlich genauso einfach zu bedienen wie ein analoger Handregler. Zudem ist er in der Anschaffung günstig, so daß es möglich ist, jede auf einem Treffen eingesetzte Lok ständig einem FRED zugewiesen zu haben. FREMO-Mitglieder können eine Bauanleitung für einen Selbstbau erhalten, sonst ist eine ähnliche Version auch fertig erhältlich.

### **2.3.3 Loconet**

Die Verbindung zwischen Eingabegerät und Zentrale wird sternförmig aufgebaut und besteht aus Loconet-Kabeln mit Loconet-Boxen zum Einstecken der Handregler. Beim FREMO ist die Spezifikation für das Loconet und eine Bauanleitung für die Loconet-Boxen verfügbar. Über das Loconet-Kabel erfolgt auch - als Railsync-Signal in eigenen Kabeladern - die Spannungsversorgung der Booster und Handregler.

Es können in die Betriebsstellen-Module oder Stellpulte auch Buchsen für das LOCONET eingebaut werden. Die Verkabelung sollte aber nicht fest eingebaut werden, sondern die Buchsen werden direkt mit losen LOCONET-Kabeln verbunden, damit das System auch für Nicht-Eingeweihte überschaubar bleibt. Auch sollten diese Buchsen leicht erkennbar sein, damit sie auch von fremdem Lokpersonal gefunden werden .

Ansonsten werden an betrieblich sinnvollen Stellen, nach Bedarf, LOCONET-BOXEN mit einer Schraubzwinge an den Modulen befestigt. Daher lohnt ein Einbau von Buchsen in Streckenmodule nicht - dieses kann sogar irritieren, wenn diese Buchsen nicht angeschlossen sind.

#### **2.3.4 Zentrale**

Die Digitalzentrale nimmt die Steuerbefehle der Handregler über das Loconet entgegen und leitet sie über die Booster und das Gleis an die Lokdecoder weiter. Eine Lok kann nur mit Hilfe der Zentrale einem FRED zugewiesen werden. Außerdem wird die Programmierung der Lokdecoder mit der Zentrale durchgeführt.

#### **2.3.5 Booster**

Zur Verstärkung des Digitalsignals und Versorgung der Lokomotiven sind Booster erforderlich.

Da gelegentlich Kurzschlüsse auftreten können (z. B. durch falsches Befahren einer Weiche), sollte jede Betriebsstelle separat durch einen Booster gespeist werden, damit nicht eine Falschfahrt im Nachbar-Bahnhof den Betrieb im eigenen Bahnhof "unerklärlich" lahm legt. Booster können auch in Betriebsstellen-Module fest eingebaut werden - nur sollte sich der Booster bei Bedarf vollständig vom Gleis trennen lassen.

#### **2.3.6 Decoder**

Für die Umsetzung des Digitalsignals in konkrete Geschwindigkeiten sind die Lokdecoder zuständig.

Die Decoder sollen folgenden Anforderungen genügen:

- "lange" Adressen (bis 9999 oder 10240)
- 128, ggf. auch 28 Fahrstufen
- hochfrequente Ansteuerung bei Glockenankermotoren
- kleine Bauform (abhängig von Platz im Modell)
- Drehzahlregelung

Die Verwendung langer Adressen ermöglicht es, die Lokadresse einmal zu vergeben und nicht auf jedem Treffen ändern und anpassen zu müssen und damit den freizügigen Einsatz aller vorhandenen Lokmodelle. Kurze Adressen sind auch zulässig, jedoch muß der Besitzer dafür sorgen, daß auf einem Treffen keine Adresse mehrfach verwendet wird. Adreßbereiche für lange Adressen werden im FREMO zentral vergeben.

### **3 Funktionsstrom**

Die Spannungsversorgung jedes Betriebsstellenmoduls erfolgt dezentral. Daher muß für jedes

Modul, das eine eigene Spannung benötigt, auch ein Trafo mitgebracht werden.

Eine Verbindung von Wechselspannung zwischen mehreren Modulen (Ausnahme: feste Modulgruppe) ist nicht zulässig. Für Wechselspannung darf daher an den Modulenden keine Buchse vorhanden sein. An anderer Stelle im Modul können Buchsen eingebaut werden. Sie sind in anderen Farben zu wählen, empfohlen wird grün/grün.

Insbesondere bei Digitalbetrieb ist auf eine strikte Trennung der Fahrspannung von der Funktionsspannung zu achten. Wenn Weichen und Signale digital geschaltet werden sollen, ist dies mit einem getrennten Digitalsystem zu realisieren.

Mitgebrachte Transformatoren müssen den VDE-Bestimmungen genügen.

Weichen und Signale können sowohl elektromagnetisch oder -motorisch wie auch mechanisch gestellt werden.

Eine Beleuchtung der Gebäude und anderer Leuchtkörper ist nicht notwendig.

## **4 Stellpulte**

Schalter und Stellpulte sind übersichtlich aufzubauen und schnell verständlich (am besten selbsterklärend) zu kennzeichnen, so daß auch Außenstehende ohne Schwierigkeiten mit ihnen umgehen können. Dazu gehört eine eindeutige Bezeichnung der Gleise und Weichen, eindeutige Zuordnung der Schalter, Kennzeichnung der Umschaltmöglichkeiten auf verschiedene Ortsregler und Blindleitung usw. Abschaltbare Gleisabschnitte sollten mit einem Schalter versehen sein; eine Abschaltung, die von der Weichenlage abhängig ist, ist für Außenstehende schwerer verständlich. Ein Plan mit der Darstellung bzw. Beschreibung der Trennstellen sollte an jeder Betriebsstelle vorhanden sein. Am Vorbild orientierte Stellwerke sind erwünscht.

Im Hinblick auf eine digitale Steuerung der Fahrzeuge kann das Stellpult für Weichen und Signale von dem für abschaltbare Gleisabschnitte getrennt ausgeführt sein. Ggf. ist ein Blindstecker denkbar, mit dem alle Gleisabschnitte mit Spannung versorgt werden, ohne daß das Stellpult für abschaltbare Gleisabschnitte angeschlossen ist.

Nach Möglichkeit sollen die Betriebsstellen von beiden Seiten aus bedienbar sein. Hierzu kann z. B. ein gesondertes Stellpult so gebaut werden, daß es an beiden Seiten montierbar ist.

## **5 Weitere Ausrüstung**

### **5.1 Uhrenanlage**

Nach Möglichkeit wird eine Modellzeituhr verwendet. Eingesetzt werden üblicherweise Nebenuhren, die von einem externen Taktgeber versorgt werden. Die Versorgungsspannung beträgt

+/- 12 V. Ein Umpolen der Spannung erzeugt einen Impuls, der den Zeiger eine Minute weiterspringen läßt. Der Taktgeber wird aus dem Funktionsstrom versorgt. Ein Zeitfaktor von 1:1 bis etwa 1:12 sollte einstellbar sein, ebenso wie ein Schnelldurchlaufen.

*Schaltung für Taktgeber*

## **5.2 Telefonanlage**

Zumindest bei größeren Treffen wird zur Vereinfachung der Kommunikation eine Telefonanlage eingesetzt. Verwendbar sind alle handelsüblichen Telefonanlagen mit der erforderlichen Anzahl von Nebenstellen. Eine Telefonanlage kann von bestimmten Mitgliedern im FREMO zur Verfügung gestellt werden. Anschließbar sind alle üblichen Telefone. Normale Telefonanlagen können sowohl Impulswahlverfahren (IWV) als auch Mehrfrequenzverfahren (MFV) verarbeiten. Der Anschluß der Telefone erfolgt über *TAE- oder Western-Stecker*. *Belegung? Skizze!*

Ideal ist der Einsatz einer zentralen Telefonringleitung (RUT = Ringleitung für Uhr und Telefon). An jeder Betriebsstelle wird dann eine RUT-Anschlußbox angebracht. Die jeweiligen Anschlüsse werden mit codierten Steckern auf die gewünschte Nummer eingestellt. Für jede Betriebsstelle soll ein Telefon mitgebracht werden, das an RUT angeschlossen wird.

*Evtl. Zeichnung RUT einfügen*

## **6 Elektrische Sicherheit**

Jeder Modulbesitzer ist für die elektrische Sicherheit seiner Module selbst verantwortlich.

Die einschlägigen VDE-Vorschriften sind einzuhalten. Dies betrifft insbesondere die Verwendung von zugelassenen Materialien, die Netzspannung führen (Kabel, Trafos)

Wenn die Module in öffentlichen Ausstellungen eingesetzt werden, sind noch weitere Bestimmungen gemäß NEM 609 einzuhalten.

Für die durch fehlerhafte Ausführung von elektrischen Schaltungen, falsche Anwendung oder durch in dieser Norm möglicherweise enthaltenen falschen Darstellungen von Schaltungen eintretenden Schäden oder Gefährdungen schließen wir eine Haftung aus.