

„Sicherheits-Vorgaben für den Aufbau und Betrieb verschiedener Anlagengrößen im Modellbahnbereich“.

Vorwort

Bei der Mehrzahl der Konsumgüter, die ein Verbraucher nutzt, bestehen diese aus einem in sich abgeschlossenen System, an dem der Nutzer keine Änderungen der verwendeten Komponenten durchführt. Der Verbraucher darf darauf vertrauen, dass der Hersteller in dem erworbenen System alle Vorgaben zur Erreichung einer maximalen elektrischen Sicherheit getroffen hat.

Dies gilt natürlich auch für alle Komponenten der Modelleisenbahn, die einzeln für sich betrachtet den anzuwendenden Vorgaben und Vorschriften entsprechen. Die Besonderheit bei der Modellbahn ist aber der Wunsch eines jeden Modelleisenbahners, eine individuelle, auf seine Gegebenheiten, Wünschen und Möglichkeiten abgestimmte Gesamtanlage zu erschaffen. Diese hohe Anzahl an unterschiedlichen Variationsmöglichkeiten bedingt daher die Berücksichtigung und Einhaltung verschiedener Regeln, um keine Einschränkung bei der elektrischen Sicherheit des Gesamtprojektes zu erhalten.

In der Praxis können die Lösungen, die sich theoretisch zur Erfüllung der Normen anbieten, bei einer anderen Norm zu einer Verschlechterung der Messwerte führen. Heutige Schaltnetzteile, die für die Umwandlung der Netzspannung in eine Niederspannung für die Versorgung der Steuerung und Verbraucher auf einer Modellbahn notwendig sind, benötigen für die Einhaltung der EMV-Vorschriften eine Entstörschaltung. Dies kann aber dazu führen, dass zwischen dem Potenzial auf einer Schiene und einem Schutzleiter Ihrer Hausinstallation ein Ableitstrom fließt. Wer zum Beispiel mit einer Hand die stromführenden Schienen und mit der anderen Hand eine Verbindung zum Schutzleiter der Hausinstallation (z.B. können Metallrückwände von Computern oder auch Elektrowerkzeuge diese Verbindung besitzen) oder zu einem geerdeten Objekt (z.B. ein Heizkörper) herstellt, schließt den Stromkreis für diesen Ableitstrom.

Alle Märklin Versorgungsgeräte sind dahingehend geprüft, dass die als gefahrlos und in vielen Normen aufgeführte Grenze von 0,5 mA für einen solchen Ableitstrom nicht überschritten wird. Sensible Menschen können eine solche Stromstärke in dieser Größenordnung aber bereits unter Umständen als ein kribbelnder Stromfluss zumindest in Teilen des Körpers verspüren.

Mit zunehmender Anzahl an elektrischen Verbrauchern auf einer Anlage wächst parallel auch die Menge an eingesetzten Versorgungsgeräten. Um hier kein unnötiges Gefährdungspotenzial durch ungeeignete Kombinationen von Geräten einzugehen, sind die nachfolgenden Vorgaben für den Aufbau Ihrer individuellen Anlage strikt einzuhalten. Aber auch durch die Einhaltung der vorgestellten Verhaltensregeln können Sie hier für ein zusätzliches Sicherheitspolster sorgen.

Die nachfolgend vorgestellten Anlagenkategorien werden letztendlich primär von der Menge an elektrischen Verbrauchern auf der Anlage und der über die Versorgungsgeräte hierzu zur Verfügung gestellten potenziellen Leistung bestimmt. Wir unterscheiden daher folgende vier Anlagentypen:

1. Die Einsteiger- oder Kompaktanlage
2. Die ambitionierte Hobbyanlage für Erwachsene
3. Die XXL-Hobbyanlage mit umfangreichem Spielbetrieb
4. Die semi- oder vollprofessionelle Anlage mit extrem hohen Leistungsbedarf.

Die Einstufung der Anlage orientiert sich daher nicht an der vorhandenen Grundfläche sondern an der Anzahl und Art von Versorgungsgeräten:

Kategorie	Bezeichnung	Maximale Leistung	Maximale Anzahl an Versorgungsgeräten
1	Einsteiger-/ Kompaktanlagen	120 VA	2
2	Hobbyanlage (für Erwachsene)	300 VA	5
3	XXL Hobbyanlage (für Erwachsene)	600 VA	10
4	Semi- oder vollprofessionelle Anlage	Über 600 VA	Über 10

Was ist eine Versorgungsgerät? Hierunter verstehen wir alle Geräte, die jeweils an das Haushaltsnetz angeschlossen werden und einen Niederspannungsausgang für die Versorgung der Steuerungsgeräte oder Modellbahnartikel besitzen. Es gibt hier zwei verschiedene Techniken:

1. **Transformator** (wird auch kurz als Trafo bezeichnet): Wandelt die Netzspannung (z.B. 230 V in Europa oder 120 V in verschiedenen amerikanischen Ländern) in eine Niederspannung um. Die Höhe dieser Niederspannung darf 24 V nicht überschreiten. Welche elektrische Leistung ein Gerät maximal abgeben kann oder welche Ausgangsspannung vorliegt, können Sie jeweils am Typenschild ablesen.
Typischer, heute noch erhältliches analoges Fahrgerät: Transformer 32 VA Nr. 66471 (für 230 V), 6646 (für 120 V)



2. **Schaltnetzteil**: Aktuell eingesetzte Versorgungsgeräte, die aus der Netzspannung eine für die Versorgung der Modellbahn unproblematische Gleichspannung erzeugen. Die typische Niederspannung bei Märklin Schaltnetzteilen beträgt 19 V. Wird für eine Anwendung zwingend zur Versorgung eine Wechselspannung benötigt, kann diese über den Märklin Converter Nr. 60130 zusammen mit einem Schaltnetzteil erzeugt werden.
Typische Geräte für 230 V : 66360 (36VA) , 60061 (60 VA) oder 60101 (100 VA)
Typische Geräte für 120 V: 66367 (36VA) oder 60065 (50 VA).



Zur Einordnung in diese 4 Kategorien addieren Sie bitte alle auf den Typenschildern dieser Versorgungsgeräte angegebene maximale Ausgangsleistung bzw. deren Anzahl und prüfen Sie, in welche der 4 genannten Kategorien Ihre Anlage einzustufen ist.

Einige typische Beispiele:

Anlagenversorgung	Kategorie
Alle Startsets (mit IR-Handregler oder MS 2)	1 (< 120 VA)
Startsets ergänzt um ein Schaltnetzteil für Weichenversorgung	1 (< 120 VA)
Central Station 3 plus Booster 60175 (= 2 Versorgungsgeräte 60061 á 60 VA)	1 (< 120 VA)
CS 3 (mit 60061 á 60 VA) plus Rückmeldemodul L88 (1 x 66360 á 36 VA)	1 (< 120 VA)
CS 3 mit Booster 60175 (= 2 x 60061 á 60 VA) plus L88 (1 x 66360 á 36 VA)	2 (120 VA – 300 VA)
CS 3+ mit Booster 60175 (= 2 x 60061 á 60 VA) plus s88 60881 an der CS 3+	1 (< 120 VA)
CS 3 plus 4 x Booster 60175 (= 5 x 60061 á 60 VA)	2 (120 VA – 300 VA)
CS 3 an Spur 1 Anlage mit 60101 á 100 VA	1 (< 120 VA)
CS 3 an Spur 1 Anlage + 2 x Booster 60175 (= 3 x 60101 á 100 VA)	2 (120 VA – 300 VA)
CS 3 plus 4 x Booster 60175 (= 5 x 60061 á 60 VA) + L88 (= 1x 66360 á 36 VA)	3 (300 VA – 600 VA)
2 x CS 3+ und 4 x Booster (= 6 x 60061 á 60 VA) und 2 x 60822 (= 2 x 66360 á 36 VA)	3 (300 VA – 600 VA)
3 x CS 3+ und 7 x Booster (=10 x 60061 á 60 VA) und 3 x L88(= 5 x 66360 á 36 VA)	4 (> 600 VA)
2 x CS 3+ und 5 x Booster 60175 an Spur 1-Anlage (= 7 x 60101 á 100 VA)	4 (> 600 VA)

Ergänzung: eine CS 2 ist leistungsmäßig wie eine CS 3 zu beachten. Ab Hardwareversion 4.x können die Versionen der CS 2 wahlweise beim Betrieb einer Spur 1-Anlage auch mit 60101 betrieben werden. Eine parallele Nutzung einer CS 3+ und einer CS 2 ist möglich. Eine Kombination aus CS 3 und CS2 ist erst ab der Hardwareversion 4.x der CS 2 möglich.

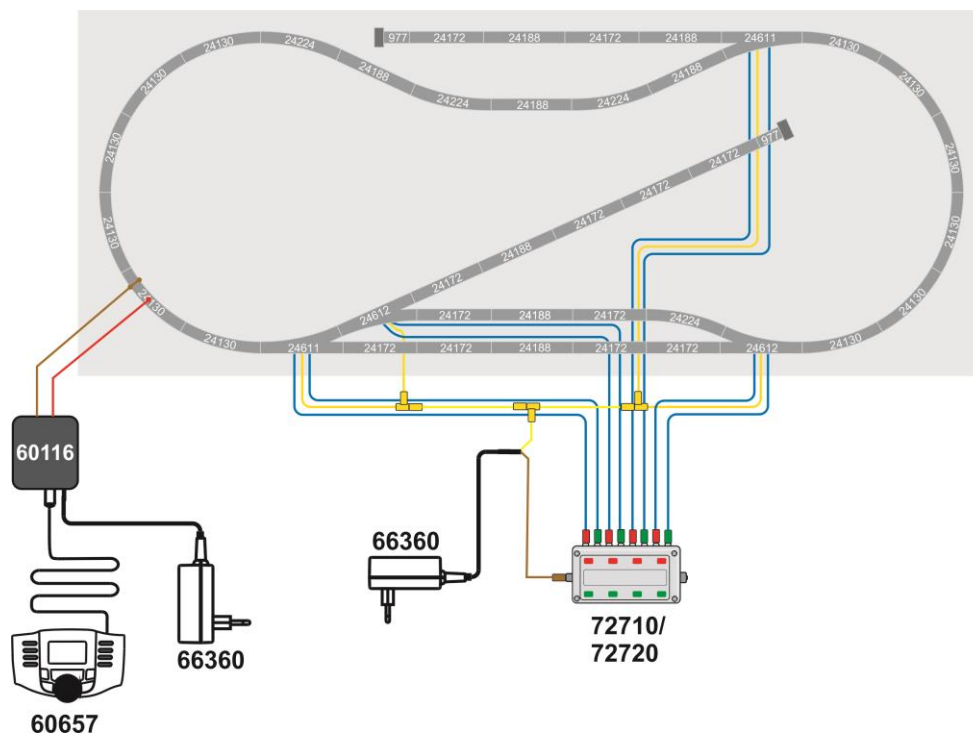
Wichtiger Hinweis: Diese Vorgaben sind seit dem 01.November 2018 gültig. Angaben in früheren Anleitungen, Büchern oder sonstigen Dokumenten von Märklin sind nur noch auf Anlagen der Kategorien 1 und 2 anwendbar. Für größere Anlagen sind die folgend in den Kapiteln 3 und 4 aufgeführten Besonderheiten bindend.

Für Fragen rund um die elektrische Sicherheit steht Ihnen gerne der Märklin Kundenservice zur Verfügung. Den Märklin Kundenservice erreichen Sie unter

Märklin Kundenservice
 Postfach 860
 D-73008 Göppingen
 Tel.: +49 7161 608 222
 Fax: +49 7161 608 225
 Email: service@maerklin.de

1. Aufbau und Betrieb einer Anlage der Kategorie 1 (bis 120 VA Leistungsversorgung)

In diese Kategorie fallen alle Einsteigersets, die alleine jeweils aus einem Versorgungsgerät gespeist werden, aber auch Kompaktanlagen, in denen ein weiteres Versorgungsgerät zum Einsatz kommt.



Beispiel: Einsteigeranlage mit Digital-Fahrtrieb und analoger Weichenschaltung mit 2 Schaltnetzteilen.

Folgende Punkte stellen die Basis für viele Anwendungen in der Modellbahntechnik dar, die man beim Aufbau und Betrieb daher berücksichtigen sollte:

- **Gemeinsamer Rückleiter:** Bei der Modellbahn wird für mehrere Anwendungen auf ein gemeinsames Bezugspotenzial, der sogenannte Masserückleiter, zurückgegriffen. Beim Digitalsystem zum Beispiel dient die Schienenmasse gleichzeitig als Rückleiter für den Fahrtrieb als auch als Bezugspotenzial für Kontaktgleise oder Schaltgleise.

Wichtig: Die Ausgänge der Versorgungsgeräte (wie Schaltnetzteile oder Transformator falls zulässig), die eine Central Station, einen Booster oder eine Gleisbox für eine Mobile Station versorgen, dürfen nie mit der Schienenmasse verbunden sein. Ein Versorgungsgerät, das für die Versorgung einer dieser Geräte verwendet wird, darf nicht

zusätzlich noch als Versorgungsgerät für irgendeine andere Anwendung eingesetzt werden.

- Weisen Sie alle Mitspieler darauf hin, dass der gemeinsame Masserückleiter nie mit dem Erdschutzleiter in Verbindung kommen darf. Jeder Mitspieler soll immer darauf achten, dass er die spannungsführenden Schienen nicht berührt. Werden neue Loks oder Wagen aufgleist, ist immer zuerst die Gleisversorgung (z.B. Stop-Funktion) abzuschalten.
- Beim Aufbau oder bei Änderungen die Anlagenversorgung immer ausschalten, sofern diese nicht benötigt wird. Hierzu werden immer alle Netzstecker vom Haushaltsnetz getrennt.
- Versorgungsgeräte dürfen nie parallel geschaltet werden.
- Bitte beachten Sie die zusätzlichen im Kapitel 5 aufgeführten grundsätzlichen Verhaltensregeln für den Umgang mit dem elektrischen Strom.

Tipp: Es ist unbedingt zu empfehlen nur ein Haushaltsnetz zu nutzen, das mit einem FI-Schalter abgesichert ist. Sollte dies nicht der Fall sein, empfiehlt es sich, zur Erhöhung der Sicherheit einen Personenschutz-Zwischenstecker einzusetzen, der zuerst in die Netzsteckdose gesteckt wird. An diesen Zwischenstecker wird der Netzstecker des Versorgungsgerätes oder der Verteilerleiste angeschlossen. Hierzu finden Sie mehr im Kapitel 5. dieses Dokumentes.



Grafik: Reihenfolge beachten: FI-Personenschutz-Zwischenstecker in die Netzsteckdose. Versorgungsgerät in den Anschluss des FI-Personenschutz-Zwischensteckers.

2. Aufbau und Betrieb einer Anlage der Kategorie 2 (über 120 VA bis 300 VA Leistungsversorgung)

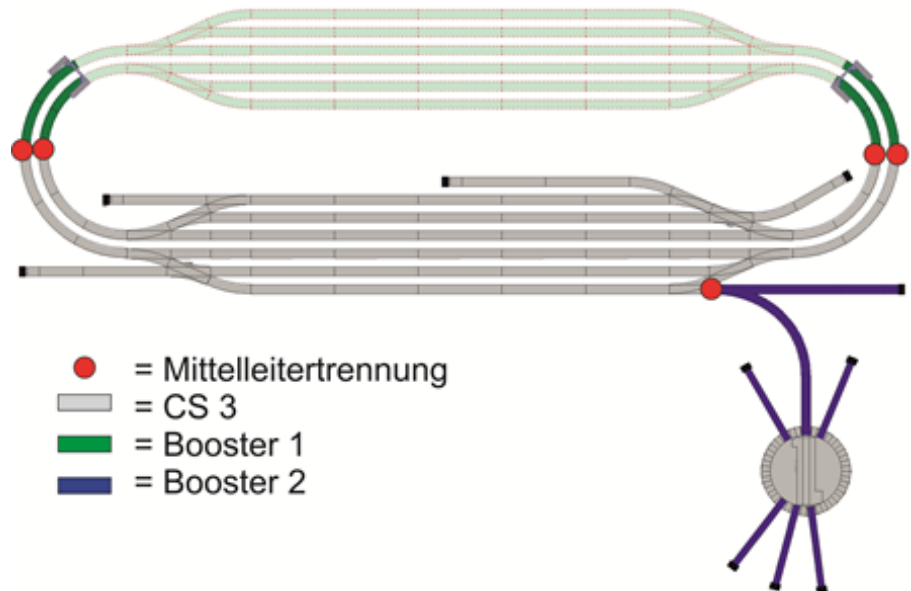
Bei diesen Anlagen handelt es sich um die maximal zulässige Größe einer sogenannten **Betriebseinheit**. Eine Betriebseinheit ist gekennzeichnet durch die maximale Summe der Ausgangsleistung aller Versorgungsgeräte von 300 VA. Es dürfen pro Betriebseinheit maximal 5 Versorgungseinheiten vorhanden sein.

Sicherheits-Vorgaben



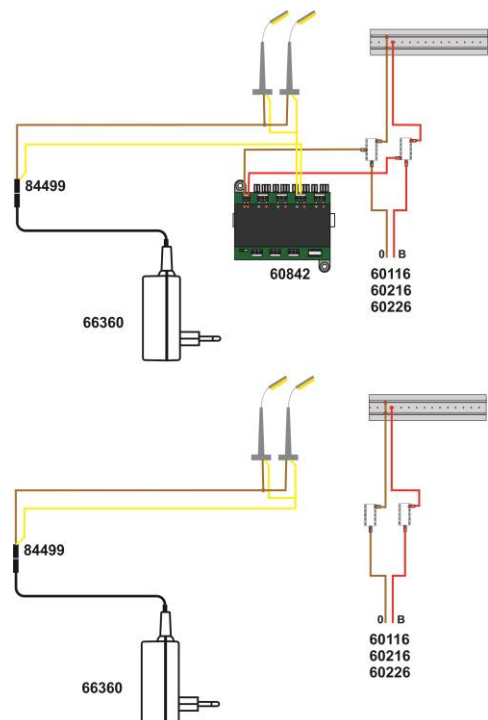
- Innerhalb dieser Betriebseinheit darf ein gemeinsamer Rückleiter für die verschiedenen Teilbereiche verwendet werden. Beispiel: Eine CS 3 und zwei Booster können die Schienenmasse als gemeinsamen Rückleiter verwenden.

Beispiel: diese Anlage verwendet zur Leistungsverorgung insgesamt 3 Schaltnetzteile 60061 für die CS 3 und die beiden Booster. Insgesamt ergibt dies eine mögliche Gesamtleistung von $3 \times 60 \text{ VA} = 180 \text{ VA}$. An allen Übergangsstellen reicht hier die Isolierung des Mittelleiters. Bei Zweischienenanlagen wie Spur 1 werden hier immer Hin- und Rückleiter getrennt.



- Bereiche der Anlage, die auch ohne gemeinsamen Rückleiter funktionieren, sollte man als separates System ohne elektrisch leitende Verbindung zu irgendeinem anderen Bereich auf der Modellbahn aufbauen. Diese Versorgungseinheit muss dann auch nicht in der Größe der Betriebseinheit berücksichtigt werden. Beispiel: Eine Häuser- oder Straßenbeleuchtung braucht für den Betrieb keine Verbindung zum Rückleiter des Fahrbetriebs. Diese kann somit als autarkes System ausgeführt werden. Sollen diese Verbraucher digital geschaltet werden, dann kann dies über einen Decoder m84 (Nr. 60842) erfolgen. Hier besteht dann keine elektrisch leitende Verbindung zwischen der Digitalsteuerung und der Beleuchtung. Auch die aktuellen Weichenbeleuchtungen besitzen einen separaten Anschluss für Hin- und Rückleiter und können somit als autarkes System umgesetzt werden.

Beispiel rechts oben: Beleuchtung digital geschaltet über m84, aber ohne Masseverbindung zur sonstigen Anlage der Beleuchtung.
Rechts unten: Beleuchtung als komplett separates System.



Wichtig für Spur 1-Anlagen: Bei diesen Anlagen müssen wie bei jedem Zweischienensystem an jedem Übergang von einem Versorgungsbereich zu einem anderen (Beispiel von CS 3 auf Booster oder von einem Boosterkreis zum nächsten) immer Hin- (B = Bahnstrom) und Rückleiter (0 = Nullleiter) getrennt. Innerhalb einer Anlage der Kategorie 2 kann aber ein gemeinsames Rückmeldesystem verwendet werden.

- Weisen Sie alle Mitspieler darauf hin, dass der gemeinsame Masserückleiter nie mit dem Schutzleiter in Verbindung kommen darf. Jeder Mitspieler soll immer darauf achten, dass er die spannungführenden Schienen nicht berührt. Werden neue Loks oder Wagen aufgleist, ist immer zuerst die Gleisversorgung (z.B. Stop-Funktion) abzuschalten.
- Beim Aufbau oder bei Änderungen die Anlagenversorgung immer ausschalten, sofern diese nicht benötigt wird. Hierzu immer alle Netzstecker vom Haushaltsnetz trennen.
- Versorgungsgeräte dürfen nie dauerhaft parallel denselben Verbraucher versorgen.
- Es ist unbedingt notwendig, dass nur über FI-Schalter geschützte Netzsteckdosen für die Versorgung der Anlage genutzt werden. Besitzt die Hausinstallation einen solchen FI-Schalter nicht, muss zur Erhöhung der Sicherheit einen Personenschutz-Zwischenstecker eingesetzt werden, der zuerst in die Netzsteckdose angeschlossen wird. An diesen Zwischenstecker wird dann der Netzstecker des Versorgungsgerätes oder die Verteilerleiste für mehrere Versorgungsgeräte angeschlossen. Anstatt eines Personenschutznetzsteckers kann auch eine Verteilerleiste mit integriertem FI-Schutzschalter eingesetzt werden. Dieser muss bei maximal 10 mA ansprechen.
- Bitte beachten Sie die zusätzlichen im Kapitel 5 aufgeführten grundsätzlichen Verhaltensregeln für den Umgang mit dem elektrischen Strom.

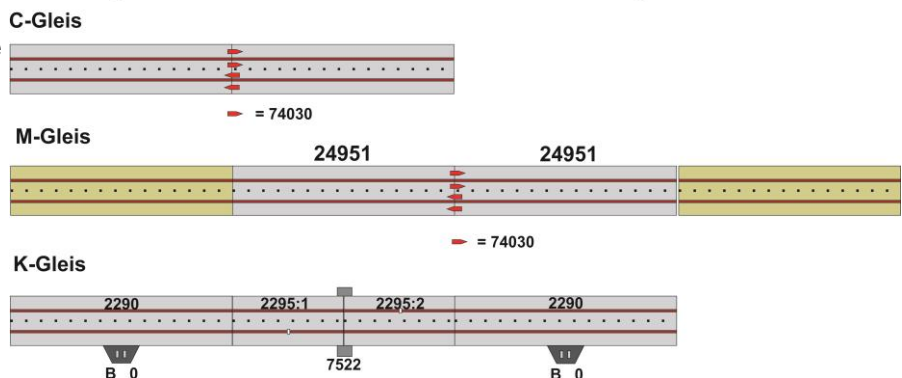
3. Aufbau und Betrieb einer Anlage der Kategorie 3 (bis 600 VA Leistungsverorgung)

In der Kategorie 3 muss die Anlage in zwei Betriebsbereiche aufgeteilt werden. Jeder dieser Betriebsbereiche muss die Grenzen eines Betriebsbereichs in der Kategorie 2 einhalten.

- An jeder Übergangsstelle zwischen diesen beiden Betriebsbereichen muss auch bei Märklin H0 außer dem Hinleiter (B = rotes Kabel, bei Märklin H0 der Mittelleiter) auch der Rückleiter (0 = braunes Kabel, bei Märklin H0 der Nullleiter = Schienenmasse) getrennt werden. Bei Spur 1-Systemen wird diese Trennung von Hin- und Rückleiter bereits bei jedem Übergang von einem zum anderen Versorgungsbereich zwingend fällig.
- Beim C-Gleis werden somit zwischen zwei Betriebsbereiche an jeder Übergangsstelle 4 Schienenisolierer 74030 benötigt (2 x B und 2 x 0).

- Beim M-Gleis werden beim Übergang zwischen 2 Betriebsbereichen 2 Gleise 24951 benötigt. Auf der C-Gleisseite dieser beiden Gleise dann der Hin- und der Rückleiter mit 4 Schienenisolierern 74030 trennen.
- Zum Trennen der Schienenmasse beim K-Gleis kann das Kontaktgleis 2295 verwendet werden. Die Trennung des einen Gleises befindet sich auf der linken Schiene, während die Trennung der anderen **Trennung von Mittelleiter- und Schienenverbindung**

Schiene sich auf der rechten Schienenseite befindet. Dies unterscheidet sich somit zum Einsatz als Kontaktgleis, bei dem die beiden Trennungen sich auf der gleichen Schienenseite befinden.

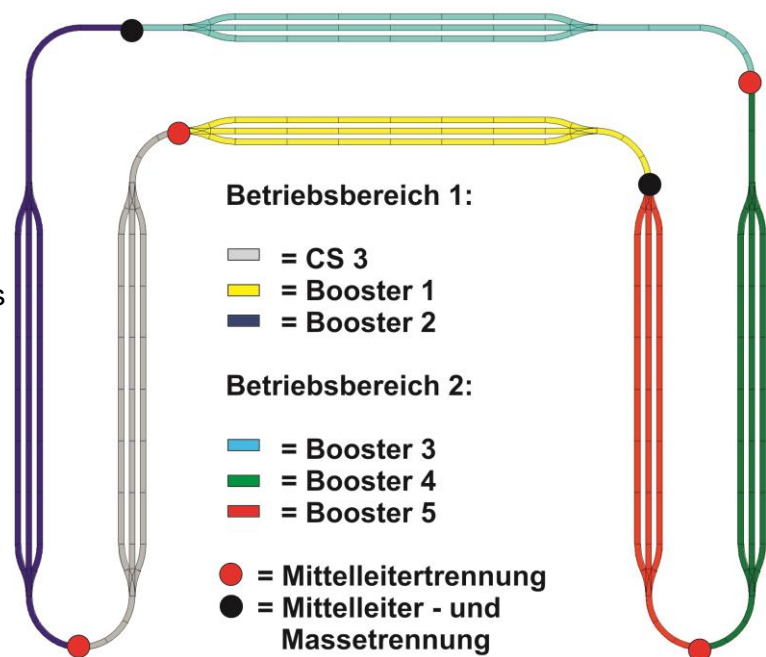


Grafik oben: Trennung von Hin- und Rückleiter beim C-Gleis mit 74030
 Grafik Mitte: Trennung beim M-Gleis durch Verwendung von 2 x 24951 und 74030
 Grafik unten: Trennung beim K-Gleis mit 7522 und Kontaktgleissatz 2295

- Bitte beachten Sie, dass auch Rückmeldesysteme, die den Nullleiter als Bezugsmasse benutzen, nicht mehrere Betriebsbereiche verbinden dürfen. Für jeden Betriebsbereich benötigen Sie daher entweder einen eigenen Decoder L88 (Nr. 60883) oder den Anschluss für Decoder s88 an einer CS 3 oder CS 2.

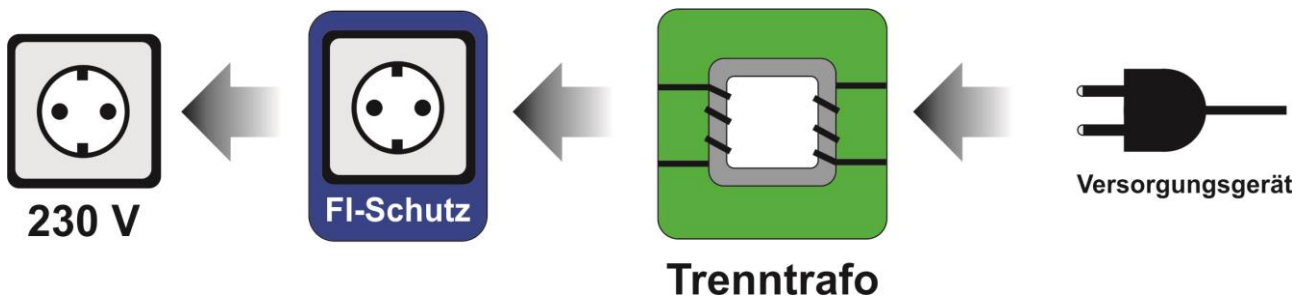
- Die notwendige Masseverbindung vom L88 darf immer nur zu einem Booster oder einer CS 3 in dem zugehörigen Betriebsbereich hergestellt werden. Eine Verbindung zu einem anderen Gerät führt zu einer gemeinsamen Verbindung innerhalb der Betriebsbereiche, die nicht zulässig ist.
- Auch hier gilt, dass Bereiche der Anlage, die auch ohne gemeinsamen Rückleiter funktionieren, auch als separates System ohne elektrisch leitende Verbindung zu irgendeinem anderen Bereich auf der Modellbahn aufgebaut werden soll. Diese Versorgungseinheit muss dann auch nicht in der Größe der Betriebseinheit berücksichtigt werden.

Aufteilung der Anlage in Betriebsbereiche



Grafik: Anlage mit 2 Betriebsbereichen

- Beim Aufteilen der beiden Betriebsbereiche sind diese möglichst gleichgroß zu dimensionieren. Beispiel: Eine Anlage mit einem Gesamtleistungsbedarf von 400 VA wird in 2 gleichgroße Betriebsbereiche von je ca. 200 VA und nicht in einen Betriebsbereich mit 300 VA und einen weiteren mit 100 VA aufgeteilt.
- Weisen Sie alle Mitspieler darauf hin, dass der gemeinsame Masserückleiter nie mit dem Erdschutzleiter in Verbindung kommen darf. Jeder Mitspieler soll immer darauf achten, dass er die spannungsführenden Schienen nicht berührt. Werden neue Loks oder Wagen aufgleist, ist immer zuerst die Gleisversorgung (z.B. Stop-Funktion) abzuschalten.
- Beim Aufbau oder bei Änderungen die Anlagenversorgung immer vom Netz trennen, sofern diese nicht benötigt wird. Hierzu werden immer alle Netzstecker vom Haushaltsnetz getrennt.
- Versorgungsgeräte dürfen nie parallel geschaltet werden.
- Es ist unbedingt notwendig, dass nur über FI-Schalter geschützte Haushaltsnetze genutzt werden. Besitzt die Hausinstallation einen solchen FI-Schalter nicht, muss zur Erhöhung der Sicherheit ein Personenschutz-Zwischenstecker eingesetzt werden, der zuerst in die Netzsteckdose angeschlossen wird. An diesen Zwischenstecker wird dann der Netzstecker des Versorgungsgerätes oder die Verteilerleiste für mehrere Versorgungsgeräte angeschlossen. Anstatt eines Personenschutznetzsteckers kann auch eine Verteilerleiste mit integriertem FI-Schutzschalter eingesetzt werden. Dieser muss bei maximal 10 mA ansprechen.
- Eine weitere Verbesserung der Sicherheit wird durch den Einsatz eines Trenntransformators erreicht. Ein Trenntransformator verändert nicht die Höhe der anliegenden Haushaltsspannung. Er sorgt aber für eine galvanische Trennung zum Haushaltsnetz, so dass hier ein weiterer Schutz gegen ungewollte Ableitströme gegeben ist.



Grafik: Der zusätzliche Einsatz eines Trenntrafos erhöht die elektrische Sicherheit.

- Bitte beachten Sie die zusätzlichen im Kapitel 5 aufgeführten grundsätzlichen Verhaltensregeln für den Umgang mit dem elektrischen Strom.

4. Anlage der Kategorie 4 (über 600 VA Leistungsversorgung)

Auch bei extrem großen Anlagen ist das Prinzip der Aufteilung in Betriebsbereiche, wie sie im Kapitel 3 vorgestellt wurden, anzuwenden. Es sind aber weitere Schutzmaßnahmen notwendig. Hierzu gehört die Trennung der Versorgungsgeräte vom Haushaltsnetz durch Einsatz eines Trenntrafos.

- Achten Sie darauf, dass kein Besucher an dieser Anlage in der Lage ist, die stromführenden Gleise zu berühren. Dies gilt vor allem in den Bereichen, in denen ein Gerät, das mit dem Schutzleiter betrieben ist, oder geerdete Gegenstände gleichzeitig berührt werden können.
- Vorsicht bei Veranstaltungen, in denen unterschiedliche Teilanlagen meist in Form von Modulen temporär zusammen eingesetzt werden. Klären Sie vorher ab, welche Versorgungssysteme mit welcher Ausgangsleistung hier zum Einsatz kommen. Auch diese Anlagen müssen die Grenzen für die beschriebenen Betriebsbereiche einhalten. Bei öffentlichen Veranstaltungen zusätzlich darauf achten, dass kein Besucher die stromführenden Schienen berühren kann.
- Wer eine entsprechend große Anlage plant, kann die Anlagenelektrik gerne dem Märklin Kundenservice vorstellen. Dort wird man die Risiken überprüfen und weitergehende Hinweise beim Aufbau einer solchen Anlage geben. Bei einer Anlage in dieser Dimension ist es erforderlich, dass der Aufbau der Anlage von einer qualifizierten Elektrotechnik-Fachkraft überwacht und geprüft wird.

Den Märklin Kundenservice erreichen Sie unter

Märklin Kundenservice
Postfach 860
D- 73008 Göppingen
Tel.: +49 7161 608 222
Fax: +49 7161 608 225
Email: service@maerklin.de

5. Grundsätzliche Verhaltensregeln

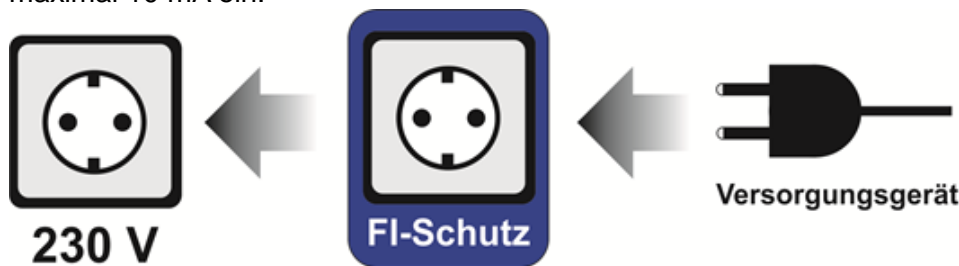
Die nachfolgenden Sicherheitsregeln sind sicherlich von vielen Komponenten aus dem täglichen Gebrauch bekannt, deren Missachtung aber bis heute eine der hauptsächlichen Ursachen für Stromunfälle im Haushalt oder in der Freizeit ist. Daher diese Vorgaben ohne Einschränkungen immer befolgen:

- Das Schaltnetzteil oder der Transformator dürfen nur an eine Netzsteckdose mit der auf dem Typenschild des Schaltnetzteils angegebenen Netzspannung angeschlossen werden.
- Das Schaltnetzteil oder der Transformator ist ausschließlich zum Gebrauch in trockenen Räumen bestimmt.
- Das Schaltnetzteil ist kein Spielzeug. Es dient zur Stromversorgung der Modellbahnanlage.
- Beim Transport des Schaltnetzteiltes darf dieses nie an der Netzleitung oder am Anschlusskabel gehalten werden.
- **Die Netzleitung und das Anschlusskabel zur Anlage dürfen nicht verändert, ersetzt oder verlängert werden.**
- Überprüfen Sie regelmäßig den Zustand des Kabels sowie das Gehäuse auf Beschädigungen. Diese optische Überprüfung darf nur durchgeführt werden, wenn das Schaltnetzteil aus der Steckdose des Haushaltsnetzes entfernt ist. Beim geringsten Verdacht einer Beschädigung darf das Schaltnetzteil erst nach einer gründlichen Überprüfung und Reparatur durch einen Fachbetrieb (z.B. Märklin Reparatur-Service) wieder verwendet werden.
Sorgen Sie in diesem Fall für eine fachgerechte Entsorgung oder senden Sie das Schaltnetzteil zum Umtausch an den Märklin Reparatur-Service.
- Wenn irgendeine neue Komponente bei der Modellbahn montiert oder demontiert wird oder an der Verkabelung der Anlage eine Änderung durchgeführt wird, müssen immer alle vorhandenen Versorgungsgeräte der Modellbahn vom Haushaltsnetz getrennt werden.
- Wird der Spielbetrieb beendet, müssen alle Versorgungsgeräte spätestens nach dem Herunterfahren der Elektronik-Komponenten vom Netzanschluss getrennt werden.
- Nie die spannungsführenden Gleise oder Oberleitungsdrähte auf der Modellbahn berühren, wenn die Versorgung der Anlage eingeschaltet ist. Tipp: Mit der Stopfunktion bei den Digitalsystemen kann die komplette Stromversorgung auf dem Gleis abgeschaltet werden. Bevor Gleise gegebenenfalls berührt werden können, muss daher zur Sicherheit zuerst diese Stop-Funktion genutzt werden.

- Die Verwendung einer Steckdosenleiste zur gemeinsamen Inbetriebnahme der Versorgungsgeräte ist empfehlenswert. Steckdosenleisten dürfen nicht hintereinander geschaltet werden. Beachten Sie die maximale Belastbarkeit der jeweiligen Steckdosenleiste, die vom jeweiligen Hersteller auf der Steckdosenleiste angegeben ist. Auch Steckdosenleisten nie in Eigenregie umbauen oder reparieren. Solche Komponenten müssen im Schadensfall ausgetauscht werden.
- Ab Anlagen der Kategorie 2 müssen die Versorgungseinheiten wie Schaltnetzteile oder Transformatoren immer nur an ein Haushaltsnetz angeschlossen, das mit einer FI-Schutzschaltung gesichert ist. Dieser Schutz sollte bei einem Strom von bereits 10 mA = 0,01 A ansprechen. Sollte Ihr Haushaltsnetz mit einem höheren Strom abgesichert sein (sehr häufig reagieren FI-Schutzschalter in der Hausinstallation erst auf 30 mA) oder Sie keine Gewissheit haben, ob das Haushaltsnetz einen entsprechenden Schutz besitzt, dann setzen Sie unbedingt zwischen Haushaltsnetz und Versorgung der Anlage einen Personenschutz-Zwischenstecker oder eine Steckdosenleiste mit eingebautem FI-Schutzschalter mit einer Auslöseschwelle von maximal 10 mA ein.

Was ist ein FI-Schutzschalter?

Bei einer Haushaltssteckdose wird über einen Hinleiter der Strom an den Verbraucher transportiert und über einen Rückleiter wieder zurückgeführt. Die FI-Schutzschaltung überprüft, ob es zu einer Differenz im Stromfluss zwischen Hin- und Rückleiter kommt. Übersteigt diese Differenz den vorgegebenen Grenzwert von z.B. 10 mA, dann wird die Versorgung des angeschlossenen Verbrauchers sofort unterbrochen. Dadurch kann der Fluss von einem Strom über einen ungewollten Weg verhindert werden.



Grafik: Reihenfolge beachten: FI-Personenschutz-Zwischenstecker in die Netzsteckdose. Versorgungsgerät in den Anschluss des FI-Personenschutz-Zwischensteckers.

- Sind mehrere Personen an der Anlage beschäftigt, müssen vor dem Einschalten des Betriebsstroms auf der Anlage alle anwesenden Personen darüber informiert werden. Erst wenn alle Anwesenden ihre Freigabe gegeben haben, darf die Betriebsspannung eingeschaltet werden.
- **Verwenden Sie keine Transformatoren oder Schaltnetzteile, die nicht von der Firma Märklin für den Betrieb mit einer Modelleisenbahn freigegeben sind. Da wir die**

Einhaltung der technischen Normen von Fremdprodukten nicht abschätzen können, ist der Einsatz nur von Geräten aus dem Hause Märklin zulässig.

- Auch sonstige elektrische Verbraucher nur dann einbauen, wenn diese auch ausdrücklich für den Betrieb auf Modellbahnanlagen freigegeben sind.
- Nie nur den Stecker eines Versorgungsgerätes aus der Netzsteckdose ziehen, wenn mehrere Versorgungsgeräte im Einsatz sind. Achten Sie auch darauf, die Metallteile eines Netzsteckers nicht zu berühren.
- Führen Sie nie irgendwelche Messungen am Haushaltsnetz durch. Dies ist eine Aufgabe nur für entsprechendes ausgebildetes Fachpersonal. Bitte beachten Sie auch, dass die üblichen Multimeter, die im Hobbybereich verwendet werden, für viele Messmethoden gar nicht geeignet sind.
- **Tipp:** Dokumentieren Sie genau, wie Ihre Anlage aufgebaut ist. Dies kann nicht nur eine Hilfe im Störfall sein. Auch bei einer späteren Erweiterung ist dies die Grundlage, um diese gefahrlos umsetzen zu können.
- Wird eine Anlage von Kindern gesteuert, dann gelten folgende besonderen Verhaltensmaßnahmen:
 - Schaltnetzteile für Spielzeuge sind nicht dazu geeignet, als Spielzeug benutzt zu werden. Die Benutzung muss unter ständiger Überwachung der Eltern erfolgen. Eltern müssen ihre Kinder unbedingt darauf hinweisen, dass ein Schaltnetzteil nur entsprechend seiner Bestimmung zu verwenden ist. Weisen Sie ihre Kinder auch unbedingt auf die Gefahren des Haushaltsstromnetzes hin.
 - Überprüfen Sie optisch in regelmäßigen Abständen (je nach Häufigkeit des Spielbetriebes) wenigstens 1 x pro Woche das Schaltnetzteil und seine Anschlussleitung im vom Haushaltsstromnetz getrennten Zustand auf Beschädigung. Beim geringsten Verdacht einer Beschädigung darf das Schaltnetzteil erst nach der Reparatur durch den Märklin Reparatur-Service weiterverwendet werden.

Welche Gefahren birgt ein Stromschlag?

Zu einem Stromfluss kommt es nur, wenn Hin- und Rückleiter einer elektrischen Versorgungsquelle über ein leitendes Material miteinander verbunden sind. Der menschliche Körper ist in der Lage genau dies zu ermöglichen. Man spricht dann von einem Stromschlag, den der Betroffene erleidet.

Welcher Schaden hierbei entstehen kann ist von vielen Faktoren abhängig:

- Die Höhe der anliegenden Spannung
- Die Art des Stromes und dessen Frequenz
- Welche Menge an Strom fließt
- Die Einwirkdauer
- Der Weg durch den Körper

- Eventuell vorhandene Technikkomponenten wie Herzschrittmacher

Bei Spannungen über 60 Volt kann es bereits lebensbedrohende Verletzungen bei einem Stromschlag geben. Die Versorgungsspannung bei der Modellbahn ist daher auf maximal 24 V begrenzt. Es dürfen keine Verbraucher mit einer höheren Versorgungsspannung auf der Modellbahn eingesetzt werden.

Die Strommenge, ab der ein Stromfluss wahrgenommen wird, liegt je nach Gegebenheit zwischen 0,01 mA und 4mA. Ströme bis 0,5 mA werden als ungefährlich eingestuft. Ströme bis ca. 5 mA führen zwar bei einem gesunden Erwachsenen zu keinen Verletzungen, bedeuten aber eine unangenehme Wahrnehmung des Stromflusses. Wenn Sie die Vorgaben dieses Dokumentes einhalten, können Sie sicher sein, dass nach heutigem Kenntnisstand bei Ihrem System keine Gefahr für gefährliche Ableitströme besteht.

Wie bereits angedeutet kann die Strommenge, die bei einem Stromschlag maximal fließen kann, über eine FI-Schutzschaltung begrenzt werden. Bei Haushaltsnetzen ist hier eine Begrenzung auf 0,03 A = 30 mA ein in der Praxis üblicher Wert, der unterhalb der lebensbedrohenden Grenze liegt. Aus Sicherheitsgründen ist bei der Modellbahn auf eine Schutzschaltung zurückzugreifen, die bereits spätestens bei einem Fehlstrom von 10 mA abschaltet.

Bei einem Stromschlag ist die Verbindung schnellstmöglich zu trennen, sofern keine Schutzmaßnahmen greifen. Helfer müssen hier aber unbedingt den Eigenschutz beachten.

Besondere Vorsicht müssen Träger von Herzschrittmachern üben, damit diese Geräte nicht beschädigt werden können.

Achtung: Nie Selbstexperimente mit einem bewusst herbeigeführten Stromschlag durchführen. Auch ein Stromschlag unterhalb der tödlichen Gefahrgrenze ist nicht nur eine unangenehme Erfahrung sondern kann auch für zumindest temporäre Auswirkungen wie Nervenzittern etc. führen.