

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|  | Normen Europäischer Modellbahnen Richtlinien zur elektrischen Sicherheit bei Modellbahnausstellungen | NEM 609 Seite 1 von 14 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|

Empfehlung

Ausgabe 2010
(ersetzt Ausgabe 2000)

Inhalt

1. Zweck der Norm
2. Anforderungen an Ausstellungsräume
3. Gefahren des elektrischen Stroms
4. Spannungsbereiche
5. Bei Modellbahnen anzuwendende Spannungs-Kategorie und Schutzklasse
6. Zu beachtende Vorschriften, Normen und technische Regeln
7. Aufbau der Niederspannungs-Verteilung für Modellbahnanlagen
8. Aufbau der Anlagen-Stromversorgung mit Schutz-Kleinspannung (SELV)
9. Ausstellung in Zelten und Fahrzeugen
10. Anlagenbediener
11. Schlussbemerkungen

1. Zweck der Norm

Diese Empfehlung weist auf Vorschriften zur elektrischen Sicherheit hin, die bei der Teilnahme mit Modellbahnanlagen an öffentlichen Ausstellungen durch den Aussteller/Veranstalter einer Modellbahnausstellung einzuhalten sind, um

- elektrische Unfälle von Besuchern und Anlagenbedienern zu vermeiden,
- Haftungsansprüche an Aussteller und Ausstellungsorganisatoren gemäß CE (EU-Richtlinie) zu vermeiden und
- schädliche elektrische Einwirkungen durch Material, das nicht den geltenden Normen von EN und CE entspricht, zu vermeiden.

2. Anforderungen an Ausstellungsräume

Die in den Ausstellungsräumen zur Nutzung durch die Aussteller/Veranstalter bestimmten stationären elektrischen Installationen müssen den geltenden Vorschriften und den von den Ausstellern/Veranstaltern geforderten Betriebsbedingungen entsprechen.

Die Verantwortung für die Einhaltung der Sicherheitsnormen bei den festen Elektro-Installationen der Ausstellungsräume trägt der Eigentümer und/oder Verwalter und/oder Inhaber der tatsächlichen Gewalt über die Räume.

Die Aussteller teilen dem Verwalter der Ausstellungsräume vor der Ausstellung ihre geforderten Betriebsbedingungen mit.

Vor der Installation der Modellbahnanlage sind dem Aussteller vom Verwalter der ordnungsgemäße Zustand und die Einhaltung der geforderten Betriebsbedingungen verbindlich zu bestätigen.

Die sich aus dem Publikumsverkehr ergebenden bauordnungsrechtlichen Anforderungen und Sicherheitsvorschriften sind unbeschadet dieser Norm einzuhalten (Rettungswege, Notausgänge).

Zu Ausstellungen in Zelten und Fahrzeugen siehe auch Ziffer 9.

3. Gefahren des elektrischen Stroms

Das Berühren von unter Spannung stehenden, offenen Leitern und Klemmen einer elektrischen Installation ist lebensgefährlich. Zu deren Verhinderung haben die Gesetzgeber umfangreiche Sicherheitsvorschriften erlassen. Als **lebensgefährlich** gelten Spannungen aus dem in Abschnitt 4. beschriebenen **Spannungsbereich II**.

In der Regel werden schädliche Ströme durch den menschlichen Körper (elektrischer Schlag) durch Berührung lebensgefährliche Spannung führender Körper bzw. Teilen von Stromkreisen bewirkt oder durch Eintreten eines Fehlers an einem elektrisch betriebenen Gerät (Bild 1).

Bei der Gesamtgestaltung der Modellbahnanlage muss gesichert werden, dass den Besuchern jede mögliche Berührung der Gleisanlage (SELV-Stromkreise, siehe 4.3b) und von geerdeten Objekten, wie Metallgehäuse, Träger, Gestelle usw. durch Abdeckung oder Einhaltung von Sicherheitsabständen verhindert werden.

Besuchern ist der Zugang nur im solchermaßen gesicherten Bereich zu erlauben. Für Anlagenbediener gelten Bedingungen nach Abschnitt 10.

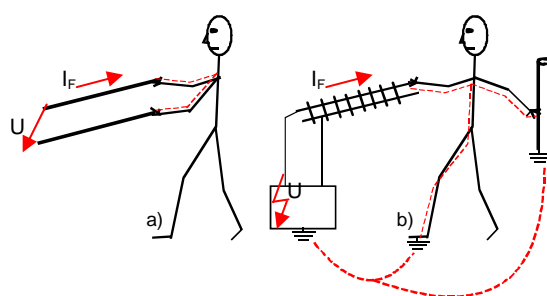


Bild 1: Entstehung von zwei häufigen Formen elektrischer Unfälle,

- durch Anfassen von zwei unter lebensgefährlicher Spannung stehenden Leitern (der Fehlerstrom I_F fließt von Hand zu Hand über den Körper),
- durch einhändiges Anfassen eines unter einer gefährlichen, durch ein fehlerhaftes Gerät hervorgerufenen Spannung U stehenden Leiters (hier als Modellbahngleis dargestellt) bei gleichzeitiger Berührung eines geerdeten Leiters (der Fehlerstrom I_F fließt von Hand zu Hand oder Hand zu Fuß über den Körper). In beiden Fällen fließt der Fehlerstrom über die Herzgegend.

4. Spannungsbereiche

Die eingesetzten elektrischen Spannungen werden in 2 Bereiche (CENELEC HD193) eingeteilt (bei Gleichstrom **ohne Restwelligkeit** gemessen):

| | | |
|--------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bereich I: | Gleichstrom (DC) | $U \leq 120 \text{ V}$ |
| | Wechselstrom (AC) | $U \leq 50 \text{ V}$ |
| Bereich II: | Gleichstrom (DC) | $120 \text{ V} < U \leq 1500 \text{ V}$, (zwischen Leiter und Erde $\leq 900 \text{ V}$) |
| | Wechselstrom (AC) | $50 \text{ V} < U \leq 1000 \text{ V}$ (zwischen Leiter und Erde $\leq 600 \text{ V}$) |

4.1 Niederspannung

Die in Europäischen Energienetzen für die Versorgung von Haushalten und Gewerbe verwendeten Spannungen gehören in den Bereich II und werden hauptsächlich als geerdetes Netz mit 400 V Dreiphasen-Wechselstrom (Drehstrom) bzw. 230 V Einphasen-Wechselstrom betrieben. Spannungen aus diesem Bereich werden als Niederspannungen bezeichnet.

4.2 Kleinspannung

Spannungen aus dem Bereich I werden als Kleinspannung bezeichnet.

Kleinspannung ist zu verwenden, wenn ein Schutz gegen Berührung von unter Spannung stehenden Teilen von elektrischen Anlagen nicht oder nur ungenügend möglich ist. Auswirkungen von elektrischen Schlägen auf den menschlichen Körper sind gering oder nicht bemerkbar.

4.3 Schutzkleinspannung mittels PELV und SELV

Schutzkleinspannung ist begrenzt auf 25 V AC und 60 V DC

Man unterscheidet zwei Arten der Schutzkleinspannung:

- a) Geerdete Schutzkleinspannung
PELV (protective extra low voltage), Stromkreise mit geerdetem Schutzleiter **PE** oder Erde verbunden. Bei normalen, trockenen Umgebungsbedingungen ist ein Schutz gegen direktes Berühren (Basisschutz) nicht notwendig, wenn deren Körper und/oder aktiven Teile sicher mit dem Schutzleiter verbunden sind.
- b) Potentialfreie, nicht geerdete Schutzkleinspannung
SELV (separated extra low voltage). Bei normalen, trockenen Umgebungsbedingungen ist ein Schutz gegen direktes Berühren (Basisschutz) nicht notwendig.

Die vorstehenden Maßnahmen gehören zur Schutzklasse III

4.4 Beschränkte Schutzkleinspannungsbereiche

Der Schutzkleinspannungsbereich wird zusätzlich eingeschränkt, wenn die Spannungen zum Betrieb von Anlagen mit besonderen Gefährdungen dienen und bei denen nicht isolierte (metallisch blanke) Leiter und/oder Anlagenteile direkt berührbar sind.

Speziell für Spielzeuge wird der Kleinspannungsbereich beschränkt:

Gleichstrom **$U \leq 33 \text{ V}$**

Wechselstrom **$U \leq 25 \text{ V}$**

4.5 Kennzeichen der Schutzklassen



Schutzklasse I



Schutzklasse II



Schutzklasse III

Sonderkennzeichen für Spielzeugtrafo
nach 5219 IEC 60417-1



statt Schutzklasse III-Zeichen

5. Bei Modellbahnen anzuwendende Spannungs-Kategorie und Schutzklasse der Transformatoren

Modellbahnen gelten nach [5] (siehe 6.2) juristisch als elektrisches Spielzeug. Deshalb unterliegen sie den gesetzlich vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen.

Die als Stromversorgung zu den Fahrzeugen dienenden Schienen der Modellbahn sind offene Leiter, die berührt werden können. Für den Betrieb von Modellbahnen ist deshalb die **ausschließliche Verwendung von SELV mit beschränkten Spannungsbereichen** gesetzlich vorgeschrieben.

Die für die Stromversorgung erforderlichen SELV-Spannungen werden in der Regel mit Transformatoren erzeugt, die mit Niederspannung 230 V betrieben werden. Diese Transformatoren müssen der **Schutzklasse II** für elektrische Geräte entsprechen.

6. Zu beachtende Vorschriften, Normen und technische Regeln

6.1 Spielzeugtransformatoren, Stromversorgungsgeräte mit Transformatoren

Spielzeugtransformatoren und Stromversorgungsgeräte mit Transformatoren (nachstehend als „Transformator“ bezeichnet) dürfen Wechsel- oder Gleichspannung oder beides erzeugen.

Ihre maximalen Betriebswerte betragen:

| | |
|-------------------------------|------------------------|
| Eingangsspannung | $U_E = 250 \text{ V}$ |
| Ausgangsscheinleistung | $P_A = 200 \text{ VA}$ |
| Ausgangsstrom | $I_A = 10 \text{ A}$ |

Sie müssen entsprechend [5] und [6] (siehe 6.2) an ihren Ausgängen ausschließlich SELV erzeugen und mit dem Bildzeichen gemäß 5219 IEC 60417-1 gekennzeichnet sein (siehe 4.5).

Erzeugen Transformatoren oder Stromversorgungsgeräte mehrere Ausgangsspannungen, so darf deren Summe die oben genannten Strom- und Leistungs-Werte nicht überschreiten.

Die einzelnen Ausgangsspannungen müssen voneinander galvanisch getrennt sein.

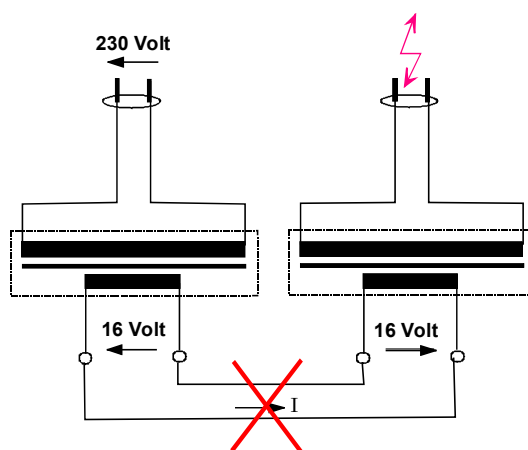
Die Ausgänge müssen gegen Überstrom und Kurzschluss gesichert sein.

Wechselspannungen, die für mehrere Anlagenteile benötigt werden, dürfen nur dann aus einem einzigen Transformator bereitgestellt werden, wenn sein zulässiger Strom nicht überschritten wird.

Alle Transformatoren bzw. Stromversorgungsgeräte für die Erzeugung der SELV müssen entsprechend den Vorschriften zugelassen sein (s. Ziffer 4.5) und die entsprechenden Prüfsiegel tragen (siehe nationales Beiblatt).

Verboten ist die Reihen- oder Parallelschaltung der Ausgänge mehrerer Transformatoren. Wegen möglicher Nichtphasengleichheit entstehen Kurzschlüsse oder Spannungsüberhöhungen

Zusätzlich besteht die Gefahr der Entstehung lebensgefährlicher Spannungen (siehe Bild 2)!



Verbotene Schaltungsanordnung!

Bild 2: Das Bild zeigt die Entstehung lebensgefährlicher Spannungen durch Rücktransformation an sekundärseitig parallel geschalteten Transformatoren, wenn nur ein Transformator am Niederspannungsnetz betrieben wird und die Anschlüsse des zweiten Transformators frei zugänglich sind.

6.2 Vorschriften für die Niederspannungs-Stromversorgung

Die Stromversorgung aus Niederspannungsnetzen unterliegt gesetzlich festgelegten Vorschriften, Normen und technischen Regeln.

Die für die Stromversorgung von Ausstellungs-Modellbahnanlagen wesentlichen Vorschriften sind nachstehend aufgelistet, ihre Vollständigkeit ist nicht garantiert.

Es gilt immer die jeweils aktuelle Ausgabe.

Offene Fragen oder Unklarheiten sind durch Hinzuziehung von geprüften Fachkräften zu klären.

- [1] „Errichten von Niederspannungsanlagen“, Normen der Reihe HD 384, HD 60364
 - [2] „Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 4-41: Schutzmaßnahmen - Schutz gegen elektrischen Schlag“ HD 60364-4-41
 - [3] „Elektrische Anlagen von Gebäuden Teil 7-711: Anforderungen an Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Ausstellungen, Shows und Stände“ HD 384.7.711 S1
 - [4] „Sicherheit elektrischer Geräte für Hausgebrauch und ähnliche Zwecke“ EN 60335-1
 - [5] „Elektrische Spielzeuge – Sicherheit“ EN 62115
 - [6] „Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel“ EN 61140
- CE-Richtlinien, Haftbarkeits- und Sicherheitsrichtlinien in elektrischer Hinsicht.

6.3 Nationale und örtliche Vorschriften

In einzelnen Ländern gelten unter Umständen zusätzliche oder abweichende Vorschriften. Diese sind in jedem Fall zu beachten.

Nationale, regionale bzw. örtliche Abweichungen von den in 6.2 genannten Vorschriften sind von den Landesverbänden in einem nationalen **Beiblatt zu NEM 609 „Nationale Vorschriften zur Sicherheit von Modellbahnanlagen“** zu dokumentieren.

7. Aufbau der Niederspannungs-Verteilung für Modellbahnanlagen

7.1 Grundsätzlicher Aufbau

Es darf davon ausgegangen werden, dass die ortsfesten elektrischen Gebäudeinstallationen den am Ort gültigen Vorschriften entsprechen. Zuständig hierfür ist der Verwalter des Gebäudes (siehe Ziffer 2).

Vom Aussteller zu überprüfen sind:

- a) Strom-Belastbarkeit der Steckdosen:

In der Regel max. 16 A, in einzelnen Ländern weniger (siehe nationale Beiblätter)

- b) Fehlerstrom- und Überstromschutz

Jede Gebäude-Steckdose bzw. Steckdosen-Gruppe muss entsprechend den zulässigen Belastungen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) und Überstromschutz-Einrichtungen ausgestattet sein, letzterer auch als Leitungsschutz bezeichnet, (Bild 3).

Maximaler Auslösestrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD): $I_F \leq 0,03 \text{ A (30 mA)}$

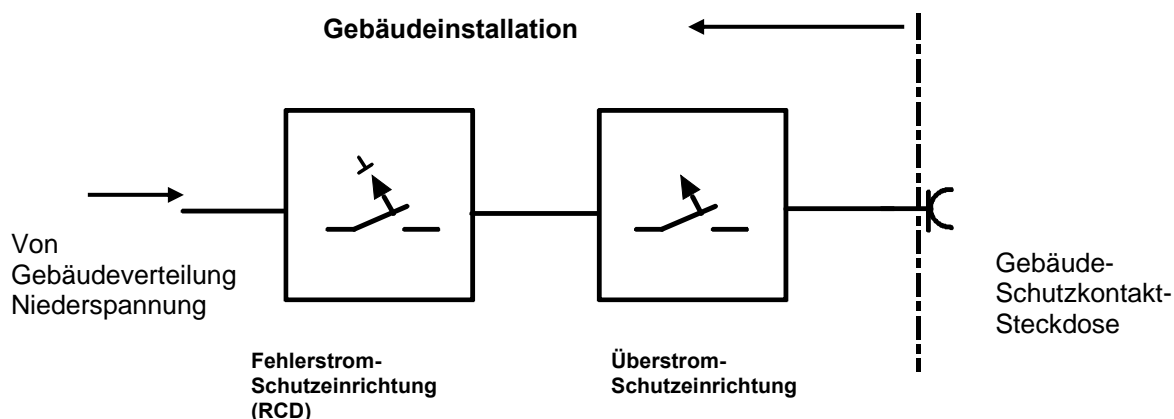


Bild 3: Mindestausstattungen einer Gebäudesteckdose für den Anschluss der Stromversorgungsgeräte von Modellbahnanlagen.

Empfehlung:

Zusätzlich sollte eine zweite, nachgeschaltete Überstromschutz-Einrichtung direkt vor den Geräten vorgesehen werden, dessen Auslösewert auf das zu schützende Gerät abgestimmt ist.

Für die Stromverteilung sind handelsübliche Schutzkontakt-Steckerelemente aus Kunststoff mit den Leitern **L**, **N** und Schutzleiter **PE** zu verwenden.

Die Steckdosen dürfen als Gruppe installiert sein. Die Gesamtbelastung dieser Gruppe darf die zulässigen Werte nicht überschreiten.

Befinden sich die Ausstellungsanlagen in feuchten Räumen, so müssen Niederspannungs-Feuchtrauminstallationen (Schutzart IP44 oder höher) verwendet werden.

NOT-AUS-Schalter

Ein „NOT-AUS“-Schalter ermöglicht im Gefahrenfall die schnelle Abschaltung der Modellbahnanlage vom Niederspannungsnetz.

Im Idealfall sind die Stromkreise der Gebäude-Steckdosen mit Ein-/Ausschalt-Einrichtungen (Schützsteuerung), die ferngesteuert werden kann, ausgestattet. Eine solche kann bei Erfordernis durch Fachkräfte nachträglich installiert werden.

Für die Fernsteuerung des NOT-AUS-Schalters darf keine Fremdspannung verwendet werden.

Das „NOT-AUS“ darf weder die Raumbelichtung noch Notausgangsanzeigen beeinflussen.

Eine Alternative zur ferngesteuerten NOT-AUS-Funktion ist ein gut erreichbarer, gekennzeichnete Notschalter¹, mit dem die Gebäude-Steckdosen bzw. Steckdosen-Gruppen eines Raumes spannungslos geschaltet werden können.

Abschaltbare Steckdosen oder Steckdosenleisten ermöglichen örtlich begrenzte (z. B. auf Teile der Modellbahnanlage) Notabschaltungen

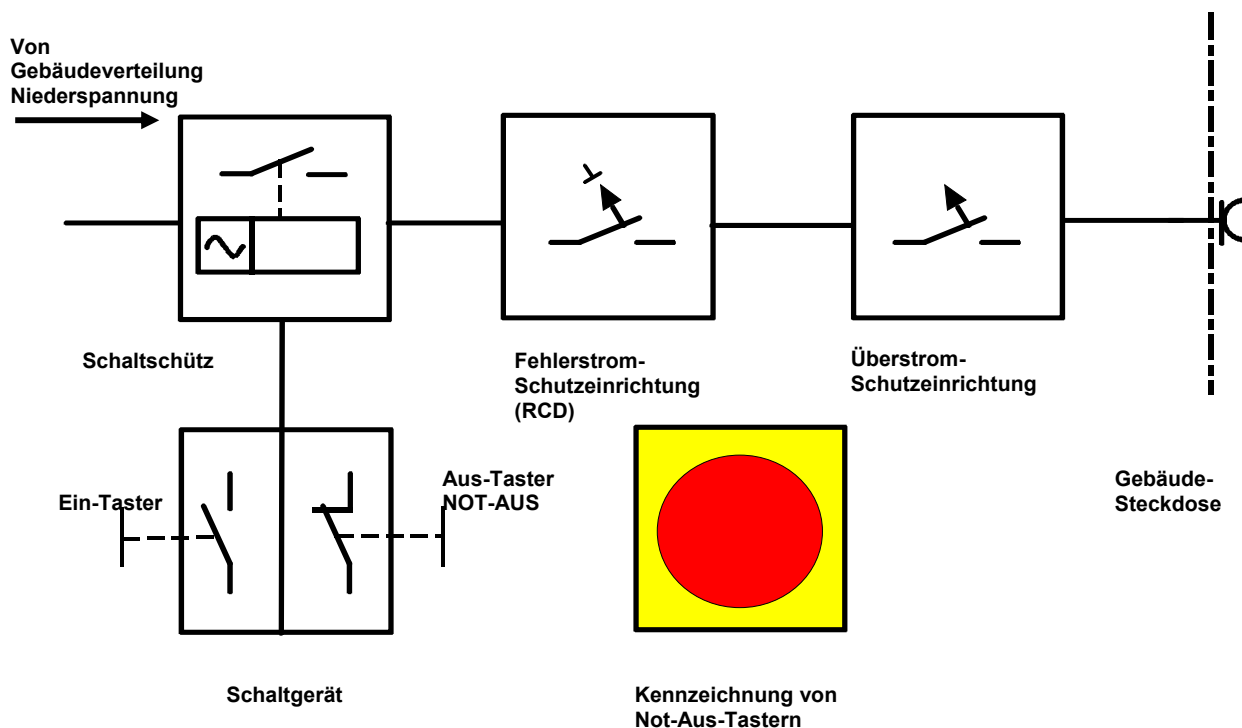


Bild 4: Blockschaltbild der Gebäude-Installation der Gebäude-Steckdosen bzw. Steckdosengruppe mit zusätzlicher Ein-/Ausschalt-Einrichtung und mit NOT-AUS-Funktion

¹ Kennzeichnung gemäß EN ISO 13850 „Sicherheit von Maschinen – Not-Halt – Gestaltungsleitsätze“ Der Schalter besitzt ein rotes Betätigungselement auf gelbem Grund. Die häufigste Bauart sind Pilztaster.

Weitere Grundsätze

Niederspannungsinstallationen an der Modellbahnanlage sind verboten. Das gilt auch für Kleinspannungen über den zugelassenen Werten für Schutz-Kleinspannung.

Bei Einsatz von elektronischen Baugruppen und Geräten empfiehlt sich die Zwischenschaltung einer Überspannungs-Schutzeinrichtung (Feinschutz) direkt an der Gebäudesteckdose.

7.2 Anschluss an eine einzelne Gebäude-Steckdose (Bild 5)

a) Einzelanschluss der Stromversorgung der Modellbahnanlage

Die Transformatoren werden an eine einzelne Gebäudesteckdose angeschlossen (siehe Bild 5a).

b) Anschluss mehrerer Transformatoren an eine Gebäude-Steckdose

Mehrere Transformatoren werden mittels Mehrfach-Steckdosenleisten angeschlossen (siehe Bild 5b)

Mehrfach-Steckdosenleisten mit Steckdosen der Schutzart IP 20 dürfen nur in vertikaler oder in Unter-Tisch-Montage verwendet werden.

Steckdosen in den Mehrfach-Steckdosenleisten sollen unabhängig von den Netzsteckern der verwendeten Geräte Schutzkontaktsteckdosen sein, um den Schutzleiter an den Steckdosen zur Verfügung zu haben. Handelsübliche Steckdosenleisten, die auch flache Steckdosen für Schutzklasse-II-Geräte enthalten, sind bei sachgemäßem Gebrauch zulässig.

Kaskaden von mehreren Steckdosenleisten (in Serie) sollten vermieden werden, da möglicherweise Belastungsgrenzen nicht erkennbar sind.

Mehrfachsteckdosen mit fest integriertem Stecker sind verboten.

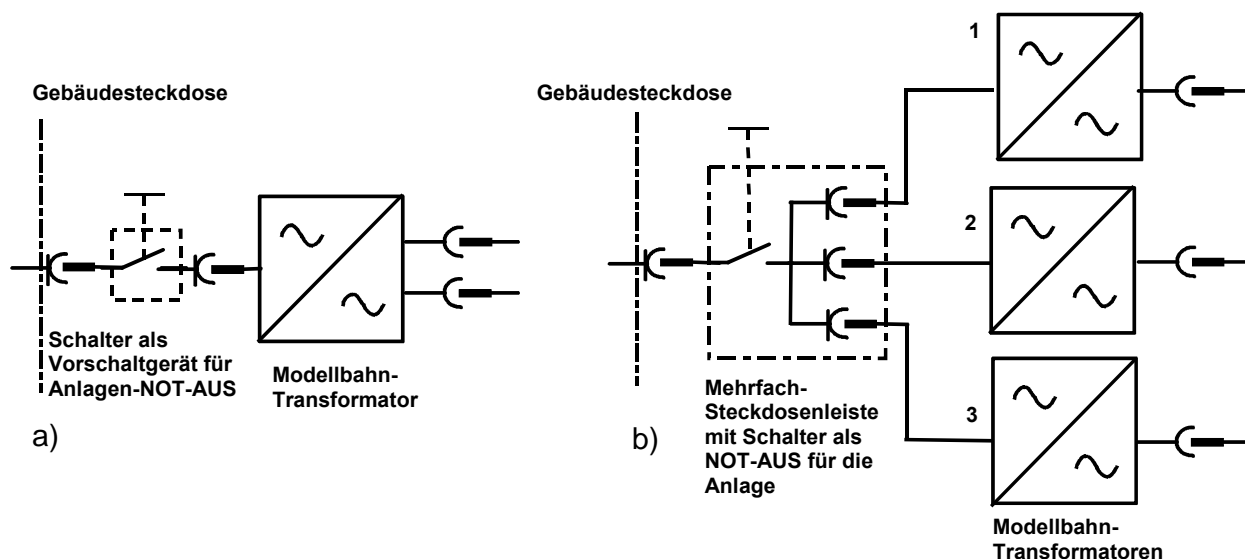


Bild 5: Anschluss von Modellbahn-Transformatoren bzw. –Stromversorgungsgeräten an die Gebäude-Steckdose a) einzeln mit Vorschaltgerät, b) mit abschaltbarer Mehrfach-Steckdosenleiste für Not-AUS-Funktionen (die Schaltungsprinzipien gelten auch für komplexere Modellbahn-Stromversorgungsgeräte).

c) Anschluss mehrerer Transformatoren an eine Gebäude-Steckdosen-Gruppe

Dieser Betriebsfall entspricht prinzipiell den Fällen a, b), vervielfältigt durch die Benutzung mehrerer dieser Anordnungen an mehreren Steckdosen einer Gebäudesteckdosengruppe.

7.3 Anschluss an mehrere Gebäude-Steckdosen-Gruppen

Eine größere Anzahl von Transformatoren bedingt den Anschluss an mehrere Gebäude-Steckdosen-Gruppen (Parallelbetrieb von mehreren Schaltungen wie Bild 5b).

Hierbei kann der Fall eintreten, dass zwecks gleichmäßiger Lastverteilung die Steckdosen-Gruppen auf verschiedene Phasen des Wechselstromnetzes verteilt sind.

Die von verschiedenen Steckdosen gespeisten Stromkreise müssen voneinander sicher getrennt sein.

8. Aufbau der Anlagen-Stromversorgung mit Schutz-Kleinspannung (SELV)

8.1 Grundsätze

- Die Stromversorgung von Modellbahnanlagen mit SELV erfolgt aus mindestens zwei verschiedenen Quellen:
 - a) einer für die Erzeugung des Fahrstromes für Fahrzeuge
 - b) einer für das verschiedene Modellbahn-Zubehör (Weichen, Signale und anderes).
- SELV-Leitungen dürfen sich niemals in einem Kabel, Kabelbaum oder Kabelbündel befinden, in dem auch Niederspannung führende Leitungen enthalten sind.
- SELV-Leitungen müssen isoliert und so verlegt werden, dass sie keine Berührung von Niederspannungsleitungen erhalten.
- SELV-Leitungen oder -Adern in Kabeln bzw. Leitungsbündel müssen der maximalen Strombelastung entsprechen und ihr Leiterquerschnitt muss unter Berücksichtigung ihrer Länge ausreichend dimensioniert sein. Andernfalls besteht Brandgefahr durch Überhitzung.
- Es ist verboten, für die Verbindung von SELV-Leitungen Verbindungselemente der 230 V-Niederspannungs-Technik zu verwenden.
- Die SELV-Betriebsspannungen dürfen zentral erzeugt und direkt zu verschiedenen Anlagenteilen geleitet werden.
- Die Durchleitung von AC-Schutz-Kleinspannungen von einem Modul zu einem benachbarten Modul darf nur im Nahbereich des einspeisenden Moduls erfolgen. Dabei verwendete lösbare Leitungs-Verbindungselemente müssen verpol- und vertauschungssicher sein. Für die Einspeisung der AC-Schutz-Kleinspannungen darf nur ein Transformator (eine Sekundärwicklung) verwendet werden. Die Durchleitung der AC-Schutz-Kleinspannungen durch große Modulanlagen und die Einspeisung an mehreren Stellen des Leitungszuges (Stammleitung) sind nicht zulässig (siehe 6.1)! Leitungsquerschnitte und Belastbarkeit der Verbindungselemente müssen den zulässigen Strömen angepasst sein.
- Leiter in Kleinspannungsnetzen dürfen **keinesfalls** die Kennfarbe Grün-Gelb tragen.

8.2 Prinzip-Schemata

8.2.1 Fahrstromversorgung

In Bild 6 sind die Prinzipien der Fahrspannungserzeugung mittels Transformatoren und Gleichrichterschaltungen dargestellt.

Bei Verwendung mehrerer Stromversorgungsgeräte dürfen die Speiseabschnitte der einzelnen Geräte nicht zusammengeschaltet werden.

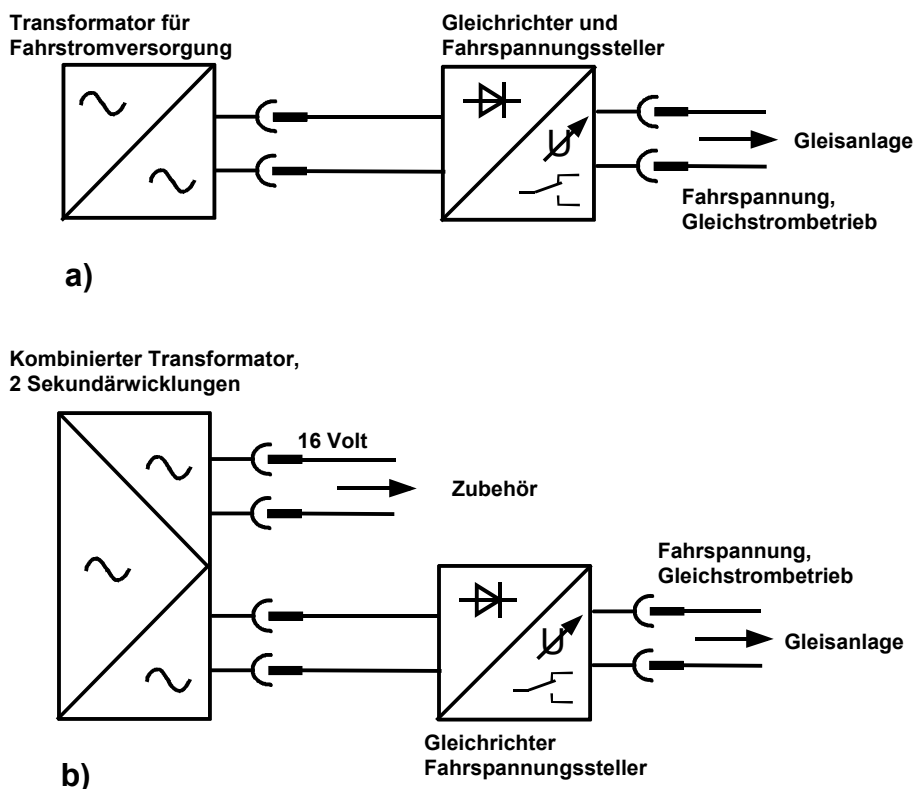


Bild 6: Erzeugung von Fahrspannungen aus Wechselspannung durch Gleichrichtung und Stellen der Gleichspannung bei Gleichstrombetrieb, a) aus Transformator für Fahrspannungen, b) aus kombiniertem Transformator mit 2 galvanisch getrennten Sekundärwicklungen (je eine für Fahrspannung und Zubehörspannung).

8.2.2 Stromversorgung für Zubehör

Mehrere Zubehör-Objekte werden entsprechend Bild 8a) an eine Stammleitung parallel angeschlossen. Jede Stammleitung ist durch den Überstromschutz des speisenden Transformators geschützt.

Bild 7 zeigt die Prinzipschaltung für mit Wechselstrom betriebenes Zubehör, wie Weichen, Signale und anderes Modellbahn-Zubehör.

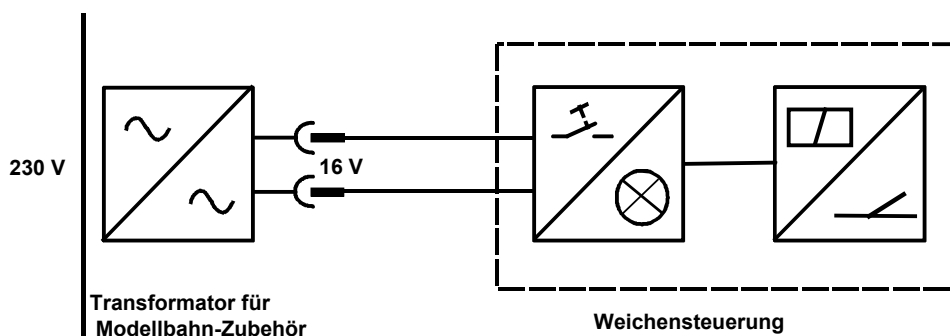


Bild 7: Prinzipschaltung für mit Wechselstrom betriebenes Zubehör, wie Weichen, Signale und anderes Modellbahn-Zubehör.

Mehrere Zubehör-Objekte werden entsprechend Bild 8a) an eine Stammleitung parallel angeschlossen. Jede Stammleitung ist durch den Überstromschutz des speisenden Transformators geschützt.

Für die Stromversorgung von Anlagenteilen bzw. Modulen ist die Aufteilung der Stammleitung in Zweigleitungen (Bild 8b) sinnvoll.

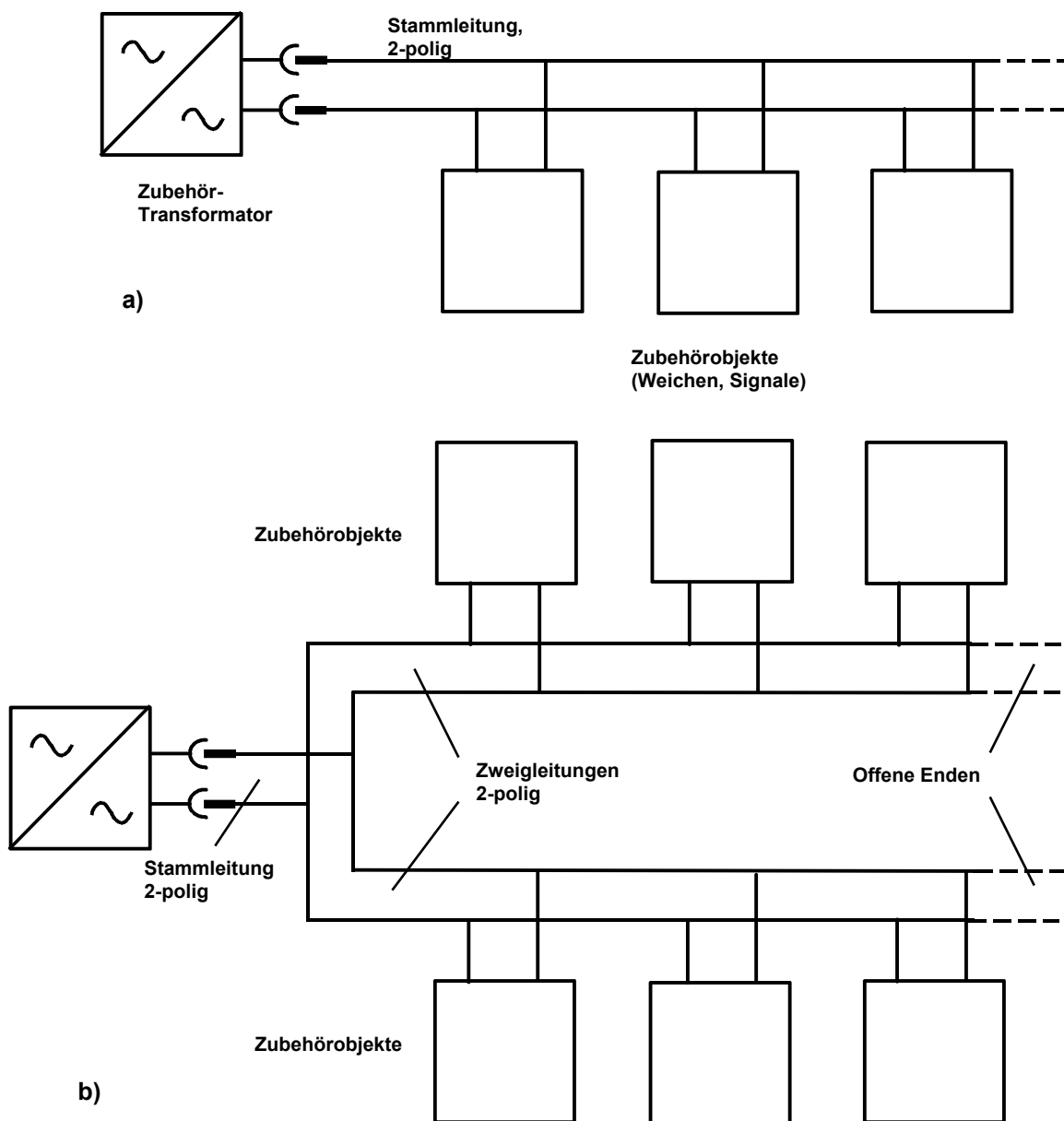


Bild 8: Varianten der Stromversorgung von Zubehörteilen, a) alle Objekte werden über eine 2-polige Stammleitung gespeist, b) alle Objekte werden mittels von der Stammleitung abgehenden Zweigleitungen gespeist.

Haupt-Zweigleitungen dürfen weiter verzweigt werden (Nebenzweige).

Bei umfangreichen Anlagen können sich mehrere einspeisende Transformatoren an verschiedenen Orten befinden.

Verschiedene Leitungszweige dürfen nicht untereinander leitend verbunden werden (Zweig-Ende stets offen, da Gefahren nach 6.1 bestehen!).

Die häufig angewendete Methode der Bildung eines „**Gemeinsamen Rückleiters mit gemeinsamem Bezugspotential**“ (GND, Masseleiter) ist wechselstromseitig **nur im Bereich einer Stammleitung und ihrer Zweigleitungen zulässig**. Dieser Leiter ist bei der Stammleitung und den Zweigleitungen verwechslungsfrei zu kennzeichnen.

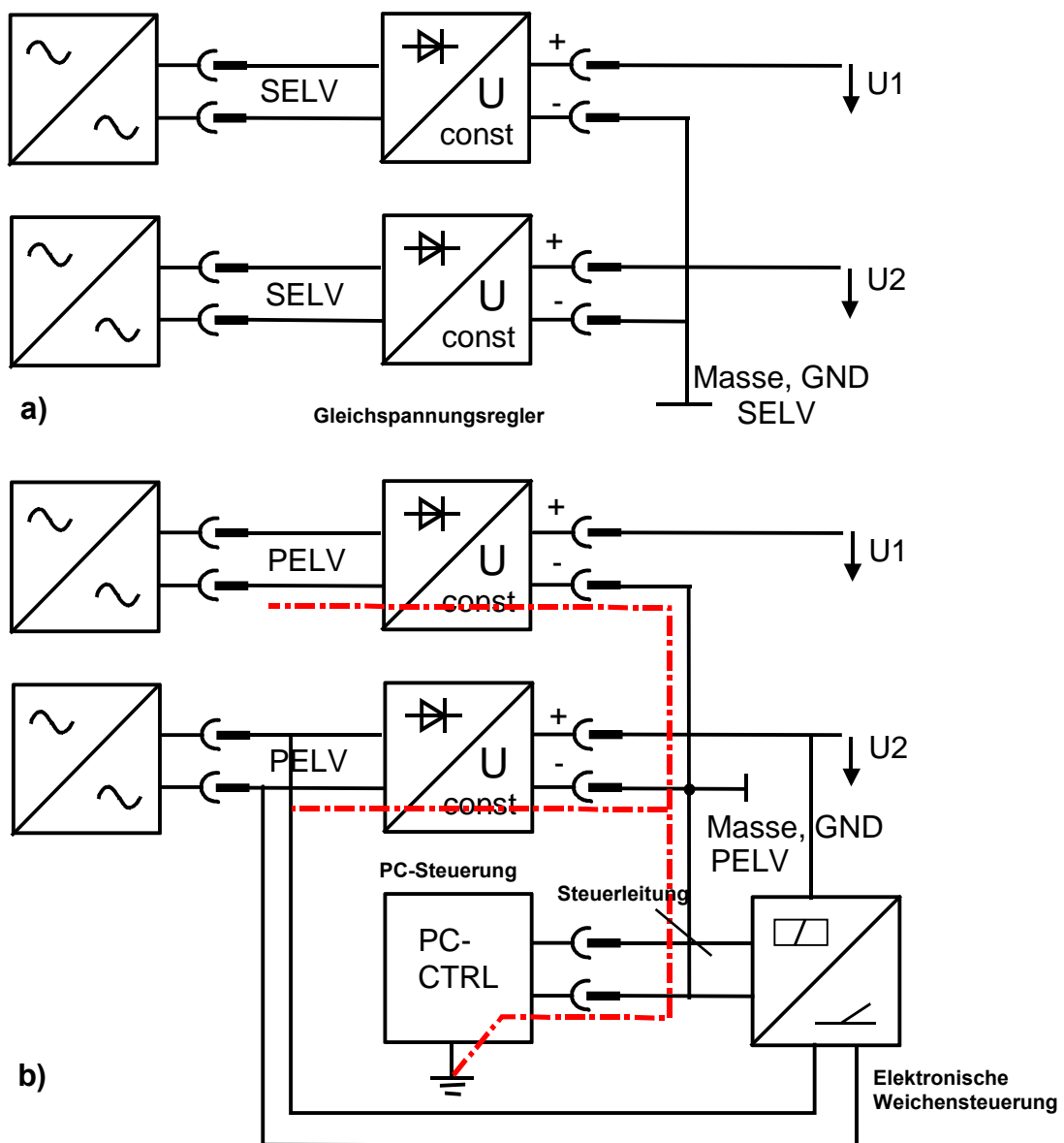
8.2.3 Stromversorgung für elektronische Baugruppen

Die Betriebsspannungen für elektronische Baugruppen werden mit Gleichrichter- und Regler-Schaltungen zwecks Stabilisierung erzeugt.

Die Gleichstromkreise dürfen einen gemeinsamen Masseleiter (GND) besitzen (Bild 9a).

Dabei können die Gleichstromkreise potentialfrei (SELV) und geerdet (PELV) verwendet werden. Letzteres ist bedingt durch den Gebrauch von PC- oder anderen Steuerungen, die einen geerdeten Masseleiters (GND) besitzen.

Werden Gleichspannungen für elektronische Komponenten aus der SELV erzeugt und gemeinsam mit dem Zubehör betrieben, so entsteht bei Vorhandensein von PELV-Komponenten ein (geerdeter) PELV-Betrieb (Bild 9b). Diese Stromkreise müssen gegen Berührung geschützt und von den übrigen SELV-Stromkreisen galvanisch getrennt sein. Die günstigste Variante, Potentialfreiheit herzustellen ist, die PC- oder anderen Steuer-Komponenten galvanisch getrennt in die SELV-Schaltung einzubinden (Zwischen-Baugruppen mit Optokoppler, Relais, siehe Bild 9c)



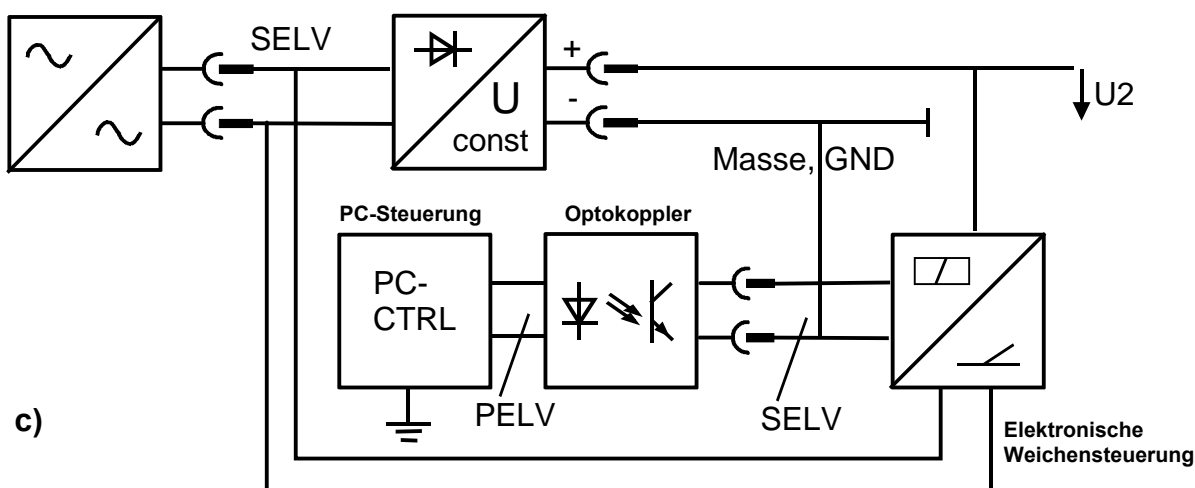


Bild 9: Drei Varianten der Versorgung von für elektronische Komponenten mit Gleichstrombetrieb aus der Zubehörspannung, hier am Beispiel einer elektronisch steuerbaren Weiche, unter Berücksichtigung des Einflusses auf SELV- und PELV-Betrieb:

- nur die Erzeugung zweier Gleichspannungen aus zwei Wechselstromquellen,
- die Situation in Bild a) unter Verwendung einer PC-gesteuerten Komponente mit PELV-Betrieb (unzulässige Schaltung),
- die gleiche Situation unter Verwendung von Optokopplern mit Potentialtrennung (galvanische Trennung). Die Strich-Punkt-Linie in Bild 9b) zeigt die Einkopplung des Erdpotentials über die Gleichrichter-Schaltungen und die Umwandlung der SELV in PELV!

8.3 Besonderheiten bei digitalen Mehrzug-Steuerungen

Neben den unter 8.2.3 beschriebenen Bedingungen der Einbindung von Gleichstromversorgung in die Zubehörstromkreise und deren Auswirkungen sind bei Verwendung von elektronischen Komponenten weitere Bedingungen zu beachten.

- Besonderheiten der Geräte aus der PC-Technik sind zu beachten und erfordern zusätzliche Schutzmaßnahmen (Maßnahmen zur galvanischen Trennung).
- Leistungsstufen (Booster) dürfen die zulässige Strombelastbarkeit 10 A (nach 6.1) nicht überschreiten, da sie entsprechende Transformatoren benutzen müssen. Booster mit großer Stromergiebigkeit (> 3 A) sind für den Betrieb auf Modellbahnanlagen mit kleinen Nenngrößen unsicher, da bei Kurzschluss wegen bestimmter Teilwiderstände in Leitungen und Gleisen der Anlage (gegebenenfalls im Bereich mehrerer Ohm), kein sicheres Abschalten erreicht wird. Dadurch besteht Überhitzungs- bzw. Brandgefahr und Zerstörung von Funktionselementen.

Empfehlung: Um a) die Fehlersuche erleichtern, b) die Kurzschlusswirkungen verringern und c) die in Gleisabschnitten abgestellten Fahrzeuge von der Stromaufnahme abschalten zu können, sollten Leistungsstufen (Booster) mit **Ein-/Ausschaltfunktion** und geringerer Stromergiebigkeit (ca. 3 A bei kleinen Nenngrößen) verwendet werden. Ihre Zuordnung zu Gleisabschnitten sollte möglichst vorbildähnliche Betriebsabläufe berücksichtigen.

8.4 Dokumentationen der Anlagenstromversorgung

Zur Erleichterung von Erweiterungsarbeiten, der Fehlersuche und schnellen Beseitigung von Störungen ist die Stromversorgungsanlage mit Schaltplänen gut zu dokumentieren. Die Schaltungsunterlagen sind gut zugänglich zu deponieren.

9. Ausstellung in Zelten und Fahrzeugen

9.1 Anforderungen an den Ausstellungsraum

Ausstellungsräume in Zelten und Fahrzeugen müssen den Bedingungen für Publikumsverkehr entsprechen. Es gelten die bauordnungsrechtlichen Anforderungen an Fliegende Bauten. Hindernisse und Einengungen sind zu vermeiden. Rettungswege und Notausgänge zu kennzeichnen.

9.2 Niederspannungs-Stromversorgung

Ausstellungen in Zelten und Fahrzeugen unterliegen höheren Anforderungen an den Schutz gegen elektrische Unfälle als Ausstellungen in trockenen Räumen. Dies ist geregelt in HD 60364-7-240.

- Die in den vorstehenden Abschnitten genannten Vorschriften sind sinngemäß anzuwenden.
- Es gilt ausnahmslos Fehlerstrom-Schutz (RCD) (s. 7.1).
- Nach der Errichtung der Niederspannungs-Stromversorgung ist diese nach den geltenden Vorschriften, Normen und technischen Regeln durch befähigte Personen zu prüfen. Die Abnahmeprüfung ist zu bestätigen.
- In Bereichen mit Publikumsverkehr dürfen keine elektrischen Leitungen verlegt werden.
- Alle berührbaren metallischen Gegenstände in den Zelten bzw. Fahrzeugen (einschließlich des Fahrzeug-Chassis) müssen mit dem Schutzleiter PE verbunden sein. Ausgenommen sind metallische Gegenstände, die wegen ihrer Kleinheit und Anordnung in isolierendem Material keine Spannung führen können.
- Niederspannungs-Installationen außerhalb der Zelte und Fahrzeuge im Freien erfordern angemessene Schutzmaßnahmen und die Verwendung von gummiisolierten flexiblen Kabeln der Bauart für schwere Belastungen.
- Niederspannungs-Installationen und -Leitungen innerhalb der Zelte und Fahrzeuge erfordern mindestens Schutzmaßnahmen nach Schutzart IP 4X oder IPXXD. Der Wasserschutz muss entsprechend den Gegebenheiten nach Vorschrift gewählt werden.
- Grundsätzlich muss eine Not-AUS-Funktion vorgesehen werden.

Empfehlung: Die Niederspannungs-Stromversorgung der Modellbahnanlage sollte mit einer speziellen transportablen Stromversorgungseinrichtung erfolgen. Deren prinzipieller Aufbau ist in Bild 10 dargestellt. Die Modellbahnanlage ist an jeder Einspeisungsstelle mit diesen Geräten auszustatten, ausgenommen, es sind festinstallierte, vorschriftsmäßige Installationen vorhanden.

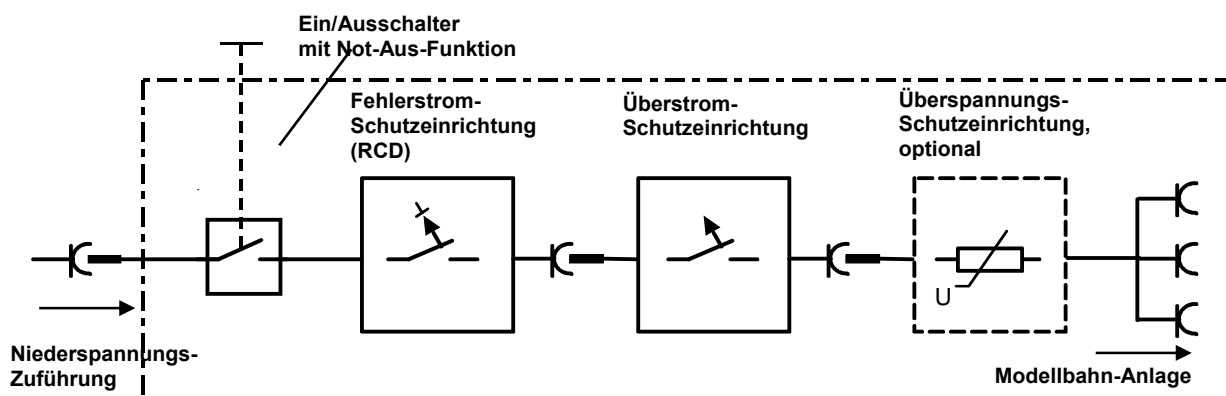


Bild 10: Transportable Stromversorgungseinrichtung (Schaltschrank, Schaltkasten), mit der jede Niederspannungs-Einspeisungsstelle der Modellbahnanlage an das Niederspannungs-Stromversorgungsnetz (Zuführung zum Zelt oder Fahrzeug) anzuschließen ist. Bei einer geschlossenen Bauform entfallen die Stecker/Steckdosen zwischen den einzelnen Baugruppen.

10. Anlagenbediener

Bediener der Modellbahnanlage müssen die besonderen Anforderungen der Modellbahnanlage kennen und die durch ihre elektrischen Einrichtungen hervorgerufenen Gefahren kennen und vermeiden. Sie gelten als unterwiesene Personen.

11. Schlussbemerkungen

11.1 Nachrüstung bestehender Modellbahnanlagen

Bestehende Modellbahnanlagen sind im Interesse der Erreichung der elektrischen Sicherheit und Vermeidung von Haftungsansprüchen durch elektrische Unfälle entsprechend den genannten gesetzlichen Vorschriften, Normen und technischen Regeln und dieser Empfehlung zu überprüfen und gegebenenfalls in den sicheren Zustand zu versetzen.

11.2 Ortsfeste Anlagen

Die vorstehenden Sicherheitsrichtlinien gelten grundsätzlich auch für ortsfeste Anlagen. Diese sind einer Abnahmeprüfung nach HD 60364-6 zuzuführen.

Die Niederspannungs-Stromversorgung ist gemäß den Anordnungen der örtlich zuständigen Fachstelle auszuführen und von dieser abnehmen zu lassen. Die Abnahme ist zu bestätigen.

Im Interesse der eigenen Sicherheit sollten die vorstehenden Bestimmungen auch bei nicht öffentlich gezeigten, ortsfesten Anlagen eingehalten werden.

11.3 Mechanische Anforderungen an die Räume und Anlagen

In diesen Richtlinien sind keine Forderungen bezüglich mechanischer Kennwerte der Modellbahnanlagen-Ausstattungen aus den CE-Richtlinien etc. berücksichtigt.

11.4 Checkliste

Als Beiblatt 1 zu diesen Richtlinien ist eine Checkliste angefügt, mit welcher die Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen nach dieser Richtlinie zu prüfen ist. Die Checkliste ist vom Aussteller/Veranstalter auszufüllen, zu unterzeichnen und bis Ende der Ausstellung aufzubewahren.

11.5 Verantwortlichkeit

Die Verantwortung für die Einhaltung aller Vorschriften, Normen und technischen Regeln zur elektrischen Sicherheit liegt beim Aussteller/Veranstalter der Modellbahn-Ausstellung.