

"Veiligheidsrichtlijnen voor de opbouw en het gebruik van verschillende installatiegrootten bij modeltreinen".

Woord vooraf

Het merendeel van de consumptiegoederen die een gebruiker gebruikt, bestaat uit een op zich afgesloten systeem met componenten waaraan de gebruiker geen wijzigingen uitvoert. De gebruiker mag erop vertrouwen dat de fabrikant in het aangekochte systeem alle maatregelen genomen heeft voor een maximale elektrische veiligheid.

Dit geldt uiteraard ook voor alle componenten van de modelspoorweg, die elk op zich voldoen aan de toe te passen richtlijnen en voorschriften. Het bijzondere bij de modeltrein is echter de wens van elke liefhebber van de modeltrein om een individuele complete installatie te creëren die afgestemd is op zijn situatie, wensen en mogelijkheden. Dit grote aantal verschillende variatiemogelijkheden vereist de inachtneming en naleving van verschillende regels, zodat de elektrische veiligheid van het totaalproject in het gedrang komt.

In de praktijk kunnen de theoretische oplossingen om aan de normen te voldoen, bij een andere norm tot een verslechtering van de meetwaarden leiden. Moderne schakelvoedingen die nodig zijn om de netspanning om te schakelen in laagspanning voor de voeding van de besturing en verbruikers op een modeltrein, hebben een ontstoringsschakelaar nodig om aan de EMC-voorschriften te voldoen. Dit kan er echter toe leiden dat tussen het potentiaal op een rail en een aardleiding van uw huisinstallatie een lekstroom stroomt. Wie bijvoorbeeld met een hand de stroomgeleidende rails en met de andere hand een verbinding met de aardleiding van de huisinstallatie tot stand brengt (bijv. metalen schutborden van computers of ook elektrisch gereedschap kunnen deze verbinding hebben) of met een geaard object (bijv. een radiator), sluit het stroomcircuit voor deze lekstroom.

Alle voedingsapparaten van Märklin zijn getest opdat de als ongevaarlijk en in veel normen vermelde grens van 0,5 mA voor een dergelijke lekstroom, niet wordt overschreden. Gevoelige mensen kunnen een stroomsterkte van deze grootorde echter al in bepaalde omstandigheden als een tintelende stroom voelen, alleszins in bepaalde lichaamsdelen.

Parallel met hoe groter het aantal elektrische verbruikers op een installatie wordt, groeit ook het aantal gebruikte voedingsapparaten. Om een onnodige risicoblootstelling door ongeschikte combinaties van apparaten te vermijden, moeten de onderstaande richtlijnen voor de opbouw van uw individuele installatie, strikt worden opgevolgd. Maar ook door de naleving van de voorgestelde gedragsregels kunt u hier voor een extra veiligheidsmarge zorgen.

De hierna voorgestelde installatiecategoriën worden uiteindelijk in eerste instantie bepaald door het aantal elektrische verbruikers op de installatie en het potentiële vermogen dat via de voedingsapparaten hiertoe ter beschikking wordt gesteld. Daarom maken wij een onderscheid tussen de volgende vier installatietypes:

1. De instap- of compacte installatie

2. De ambitieuze hobby-installatie voor volwassenen
3. De XXL-hobby-installatie met uitgebreide spelmodus
4. De semi- of volledig professionele installatie met extreem hoge vermogensseis.

De indeling van de installatie gebeurt daardoor niet op basis van het aanwezige grondoppervlak, maar op basis van het aantal en het type voedingsapparaten:

Categorie	Benaming	Maximaal vermogen	Maximaal aantal voedingsapparaten
1	Instap-/ compacte installaties	120 VA	2
2	Hobby-installatie (voor volwassenen)	300 VA	5
3	XXL hobby-installatie (voor volwassenen)	600 VA	10
4	Semi- of volledig professionele installatie	Meer dan 600 VA	Meer dan 10

Wat is een voedingsapparaat? Hieronder verstaan wij alle apparaten die op het huishoudnet worden aangesloten en een laagspanningsuitgang voor de voeding van de besturingsapparaten of modeltreinartikelen hebben. Hier zijn er twee verschillende techniekssystemen:

1. **Transformator** (kortweg ook transfo genoemd): Zet de netspanning (bijv. 230 V in Europa of 120 V in verschillende Amerikaanse staten) om in laagspanning. De hoogte van deze laagspanning mag 24 V niet overschrijden. Welk elektrisch vermogen een apparaat maximaal kan leveren of welke uitgangsspanning er is, kunt u telkens op het typeplaatje lezen.
Typisch, vandaag nog verkrijgbaar analoog besturingsapparaat: transformator 32 VA nr. 66471 (voor 230 V), 6646 (voor 120 V)



2. **Schakelvoeding**: momenteel gebruikte voedingsapparaten die uit de netspanning een voor de voeding van de modeltrein probleemloze gelijkspanning produceren. De typische laagspanning bij schakelvoedingen van Märklin bedraagt 19 V. Wanneer voor een toepassing dringend wisselspanning nodig is voor de voeding, dan kan die worden geproduceerd via de Märklin omvormer nr. 60130 samen met een schakelvoeding. .
Typische apparaten voor 230 V: 66360 (36 VA) , 60061 (60 VA) of 60101 (100 VA)
Typische apparaten voor 120 V: 66367 (36 VA) of 60065 (50 VA).



Voor de indeling in deze 4 categorieën telt u alle maximale uitgangsvermogens resp. hun aantal op die op de typeplaatjes van deze voedingsapparaten worden vermeld en controleert u in welke van de 4 genoemde categorieën uw installatie kan worden ondergebracht.

Enkele typische voorbeelden:

Installatievoeding	Categorie
Alle startsets (met IR-handregelaar of MS 2)	1 (< 120 VA)
Startsets aangevuld met een schakelvoeding voor voeding van wissels	1 (< 120 VA)
Central Station 3 plus booster 60175 (= 2 voedingsapparaten 60061 van 60 VA)	1 (< 120 VA)
CS 3 (met 60061 van 60 VA) plus feedbackmodule L88 (1 x 66360 van 36 VA)	1 (< 120 VA)
CS 3 met booster 60175 (= 2 x 60061 van 60 VA) plus L88 (1 x 66360 van 36 VA)	2 (120 VA – 300 VA)
CS 3+ met booster 60175 (= 2 x 60061 van 60 VA) plus s88 60881 op de CS 3+	1 (< 120 VA)
CS 3 plus 4 x booster 60175 (= 5 x 60061 van 60 VA)	2 (120 VA – 300 VA)
CS 3 op spoor 1 installatie met 60101 van 100 VA	1 (< 120 VA)
CS 3 op spoor 1 installatie + 2 x booster 60175 (= 3 x 60101 van 100 VA)	2 (120 VA – 300 VA)
CS 3 plus 4 x booster 60175 (= 5 x 60061 van 60 VA) + L88 (= 1 x 66360 van 36 VA)	3 (300 VA – 600 VA)
2 x CS 3+ en 4 x booster (= 6 x 60061 van 60 VA) en 2 x 60822 (= 2 x 66360 van 36 VA)	3 (300 VA – 600 VA)
3 x CS 3+ en 7 x booster (= 10 x 60061 van 60 VA) en 3 x L88 (= 5 x 66360 van 36 VA)	4 (> 600 VA)
2 x CS 3+ en 5 x booster 60175 op spoor 1-installatie (= 7 x 60101 van 100 VA)	4 (> 600 VA)

Aanvulling: een CS 2 moet qua vermogen als een CS 3 worden beschouwd. Vanaf hardwareversie 4.x kunnen de versies van de CS 2 naar keuze bij het gebruik van een spoor 1-installatie ook door 60101 worden aangedreven. Parallel gebruik van een CS 3+ en een CS 2 is mogelijk. Een combinatie van CS 3 en CS2 is pas mogelijk vanaf hardwareversie 4.x van de CS 2.

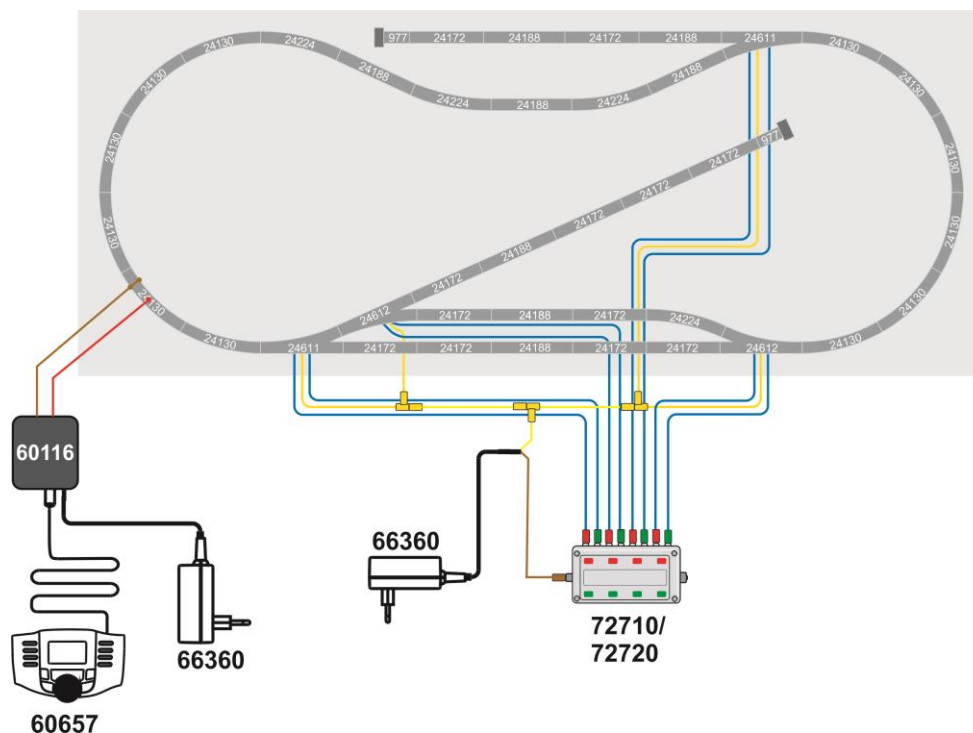
Belangrijke aanwijzing: deze richtlijnen zijn geldig sinds 1 november 2018. Gegevens in oudere handleidingen, boeken of overige documenten van Märklin zijn alleen nog van toepassing op installaties van de categorieën 1 en 2. Voor grotere installaties zijn de hierna in de hoofdstukken 3 en 4 vermelde bijzonderheden bindend.

Voor vragen over de elektrische veiligheid kunt u terecht bij de klantendienst van Märklin. Die is bereikbaar op

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

1. Opbouw en gebruik van een installatie van de categorie 1 (voeding tot 120 VA)

Tot deze categorie behoren alle instapsets, die alleen telkens door een voedingsapparaat worden gevoed, maar ook compacte installaties waarin een ander voedingsapparaat wordt gebruikt.



Voorbeeld: instapinstallatie met digitale sturing en analoge schakeling van wissels met 2 schakelvoedingen.

Volgende punten vormen de basis voor veel toepassingen in de modelspoorwegtechniek, waarmee men bij de opbouw en het gebruik rekening dient te houden:

- **Gemeenschappelijke terugleiding:** bij de modeltrein doet men voor meerdere toepassingen een beroep op een gemeenschappelijk referentiepotentiaal, de zogenaamde aardterugleiding. Bij het digitale systeem bijvoorbeeld dient de railaarding tegelijkertijd als terugleider voor de sturing en ook als referentiepotentiaal voor contactsporen of schakelvoedingen.

Belangrijk: de uitgangen van de voedingsapparaten (zoals schakelvoedingen of transformator indien toegestaan), die een Central Station, een booster of een spoorbox voor een mobiel station voeden, mogen nooit met de spooraarding verbonden zijn. Een

voedingsapparaat dat voor de voeding van een van deze apparaten wordt gebruikt, mag daarnaast niet nog als voedingsapparaat voor een andere toepassing worden gebruikt.

- Wijs alle medespelers erop dat de gemeenschappelijke aardterugleiding nooit met de aardleiding in contact mag komen. Elke medespeler moet er altijd op letten dat hij de spanningsgeleidende rails niet aanraakt. Wanneer nieuwe locomotieven of wagons worden herspoord, moet altijd eerst de spoorvoeding (bijv. stopfunctie) worden uitgeschakeld.
- Schakel bij de opbouw of bij aanpassingen de installatievoeding altijd uit, voor zover u die niet nodig hebt. Hiertoe worden altijd alle netstekkers van het huishoudnet uitgetrokken.
- Voedingsapparaten mogen nooit parallel worden geschakeld.
- Neem de in hoofdstuk 5 extra vermelde principiële gedragsregels voor de omgang met elektrische stroom in acht.

Tip: het wordt ten sterkste aangeraden om alleen een huishoudnet te gebruiken dat beveiligd is met een FI-schakelaar. Indien dit niet het geval is, wordt - om de veiligheid te verhogen - aangeraden om een verloopstekker voor persoonlijke bescherming te gebruiken, die eerst in het netstopcontact wordt gestoken. Op deze verloopstekker wordt de netstekker van het voedingsapparaat of van de verdeellijst aangesloten. Hierover vindt u meer in hoofdstuk 5 van dit document.



Grafiek: neem de volgorde in acht: FI-verloopstekker voor persoonlijke bescherming in het netstopcontact. Voedingsapparaat in de aansluiting van de FI-verloopstekker voor persoonlijke bescherming.

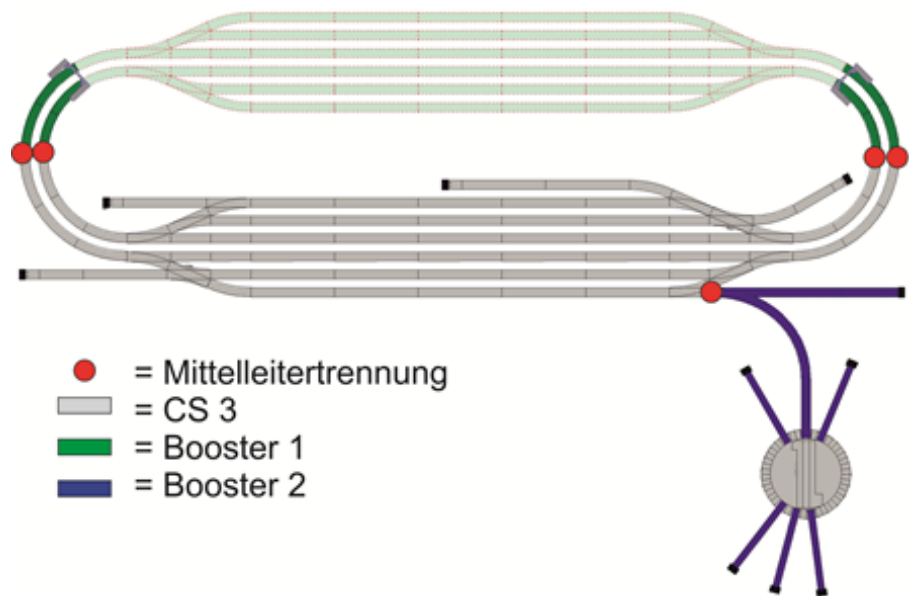
2. Opbouw en gebruik van een installatie van de categorie 2 (voeding meer dan 120 VA tot 300 VA)

Bij deze installaties gaat het over de maximaal toelaatbare grootte van een zogenaamde **bedrijfseenheid**. Een bedrijfseenheid wordt gekenmerkt door de maximale som van de uitgangsspanning van alle voedingsapparaten van 300 VA. Er mogen per bedrijfseenheid maximaal 5 voedingseenheden aanwezig zijn.

Veiligheidsrichtlijnen

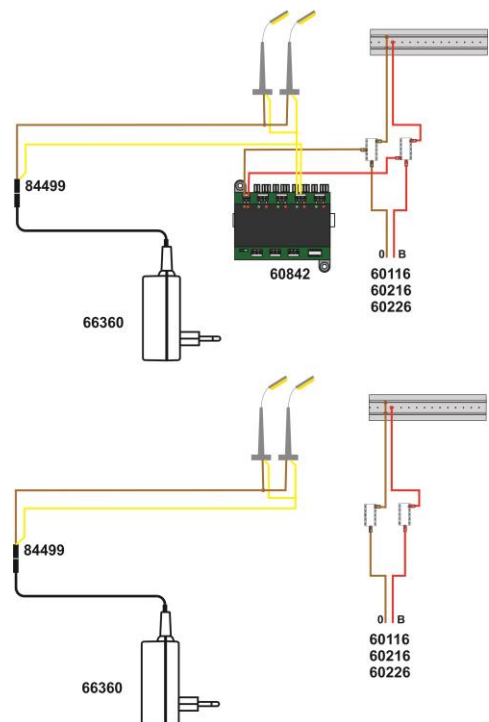
- Binnen deze bedrijfseenheid mag een gemeenschappelijke terugleider voor de verschillende deelbereiken worden gebruikt. Voorbeeld: een CS 3 en twee boosters kunnen de railaarding als gemeenschappelijk e terugleider gebruiken.

Voorbeeld: deze installatie gebruikt als voeding in totaal 3 schakelvoedingen 60061 voor de CS 3 en de beide boosters. Dit levert samen een mogelijk totaalvermogen op van $3 \times 60 \text{ VA} = 180 \text{ VA}$. Bij alle overgangspunten is hier de isolering van de middenleiding voldoende. Bij installaties met twee sporen zoals spoor 1 worden hier heen- en terugleider altijd gescheiden.



- Delen van de installatie die ook zonder gemeenschappelijke terugleider functioneren, moet men als apart systeem zonder elektrisch geleidende verbinding met een ander deel op de modeltrein opbouwen. Deze voedingseenheid moet dan ook niet in de grootte van de bedrijfseenheid worden in acht genomen. Voorbeeld: een huis- of straatverlichting heeft geen verbinding nodig met de terugleider van de sturing om te werken. Die kan dus als autonoom systeem worden uitgevoerd. Wanneer deze verbruikers digitaal moeten worden geschakeld, dan kan dit via een decoder m84 (nr. 60842) gebeuren. Hier is dan geen elektrisch geleidende verbinding tussen de digitale besturing en de verlichting. Ook de moderne wisselverlichtingen hebben een aparte aansluiting voor heen- en terugleider en kunnen dus als autonoom systeem worden uitgevoerd.

Voorbeeld rechtsboven: verlichting digitaal geschakeld via m84,



maar zonder massaverbinding met de rest van de installatie van de verlichting.
Rechtsonder: verlichting als compleet apart systeem.

Belangrijk voor spoor 1-installaties: bij deze installaties moeten zoals bij elk tweesporensysteem aan elke overgang van een voedingsbereik naar een ander (bijvoorbeeld van CS 3 naar booster of van het ene boostercircuit naar het volgende) altijd heen- (B = spoorstroom) en terugleider (0 = nulleider) worden gescheiden. Binnen een installatie van de categorie 2 kan echter een gemeenschappelijk feedbacksysteem worden gebruikt.

- Wijs alle medespelers erop dat de gemeenschappelijke massaterugleider nooit met de aardleiding mag worden verbonden. Elke medespeler moet er altijd op letten dat hij de spanningsgeleidende rails niet aanraakt. Wanneer nieuwe locomotieven of wagons worden herspoord, moet altijd eerst de spoorvoeding (bijv. stopfunctie) worden uitgeschakeld.
- Schakel bij de opbouw of bij aanpassingen de installatievoeding altijd uit, voor zover u die niet nodig hebt. Hiertoe altijd alle netstekkers van het huishoudnet uittrekken.
- Voedingsapparaten mogen nooit permanent parallel dezelfde verbruiker voeden.
- Het is absoluut noodzakelijk dat alleen via FI-schakelaar beveiligde contactdozen voor de voeding van de installatie worden gebruikt. Wanneer de huisinstallatie geen FI-schakelaar heeft, moet voor de verhoging van de veiligheid een verloopstekker voor persoonlijke bescherming worden gebruikt, die eerst in het stopcontact wordt aangesloten. Op deze verloopstekker wordt dan de netstekker van het voedingsapparaat of de verdeellijst voor meerdere voedingsapparaten aangesloten. In plaats van een netstekker voor persoonlijke bescherming kan ook een verdeellijst met geïntegreerde FI-overstroombeveiliging worden gebruikt. Die moet bij maximaal 10 mA reageren.
- Neem de in hoofdstuk 5 extra vermelde principiële gedragsregels voor de omgang met elektrische stroom in acht.

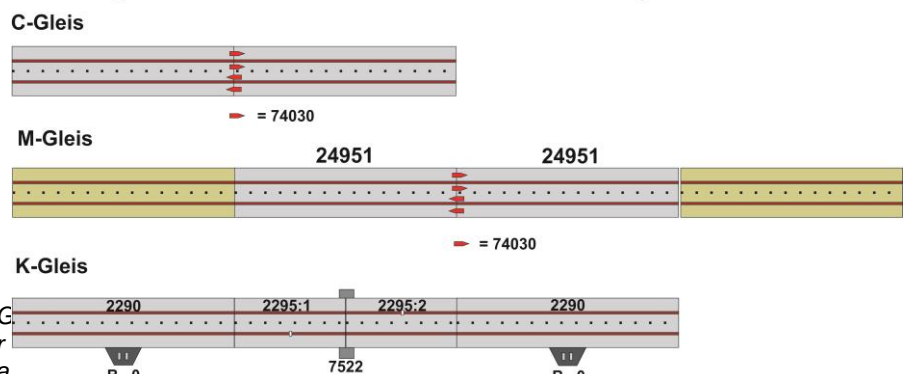
3. Opbouw en gebruik van een installatie van de categorie 3 (voeding tot 600 VA)

In de categorie 3 moet de installatie in twee bedrijfsbereiken worden opgedeeld. Elk van deze bedrijfsbereiken moet de grenzen van een bedrijfsbereik in de categorie 2 bevatten.

- Op elk overgangspunt tussen deze beide bedrijfsbereiken moet ook bij Märklin H0 buiten de heenleider (B = rode kabel, bij Märklin H0 van de middenleider) ook de terugleider (0 = bruine kabel, bij Märklin H0 de nulleider = spoormassa) worden gescheiden. Bij spoor 1-systemen wordt deze scheiding van heen- en terugleider al bij de overgang van het ene naar het andere voedingsbereik absoluut noodzakelijk.

- Bij het C-spoor zijn dus tussen twee bedrijfsbereiken aan elke overgangsplaats 4 railisoleringen 74030 nodig (2 x B en 2 x 0).
- Bij het M-spoor zijn bij de overgang tussen 2 bedrijfsbereiken 2 sporen 24951 nodig. Op de C-spoorzijde van deze beide sporen vervolgens de heen- en de terugleider met 4 spoorisoleringen 74030 scheiden.
- Om de railmassa bij het K-spoor te scheiden, kan het contactspoor 2295 worden gebruikt. De scheiding van het ene spoor bevindt zich op de linkerrail, terwijl de scheiding van het andere spoor zich op de rechter rail bevindt.

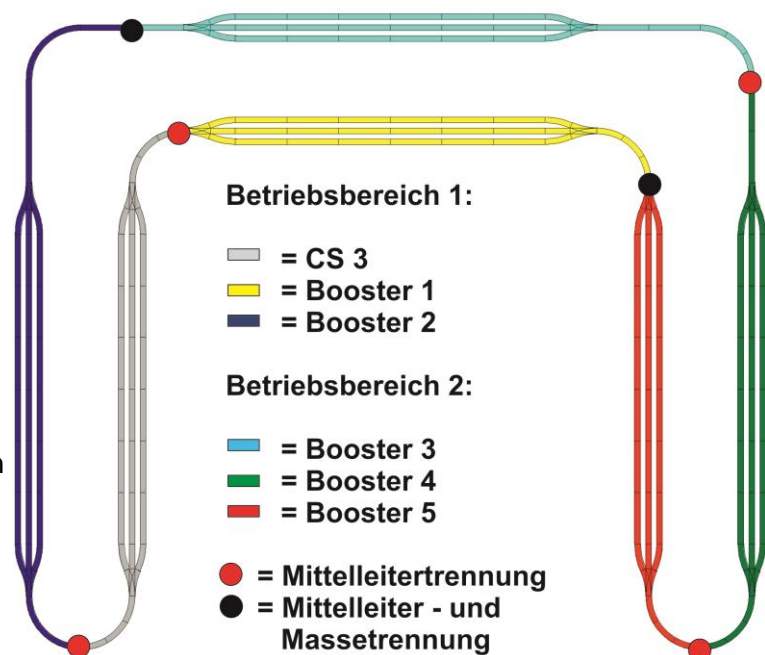
Trennung von Mittelleiter- und Schienenverbindung



Grafiek boven: scheiding van heen- en terugleider bij het C-spoor met 74030
 Grafiek midden: scheiding bij het M-spoor door gebruik van 2 x 24951 en 74030
 Grafiek beneden: scheiding bij het K-spoor met 7522 en contactspoorset 2295

- Houd er rekening mee dat ook feedbacksystemen, die de nulleider als referentiemassa gebruiken, niet meerdere bedrijfsbereiken mogen verbinden. Voor elk bedrijfsbereik hebt u daarom ofwel een eigen decoder L88 (nr. 60883) nodig of de aansluiting voor decoder s88 op een CS 3 of CS 2.
- De noodzakelijke massaverbinding van de L88 mag altijd alleen met een booster of een CS 3 in het bijbehorende bedrijfsbereik tot stand worden gebracht. Een verbinding met een ander apparaat leidt tot een gemeenschappelijke verbinding binnen de bedrijfsbereiken, die niet is toegestaan.

Aufteilung der Anlage in Betriebsbereiche

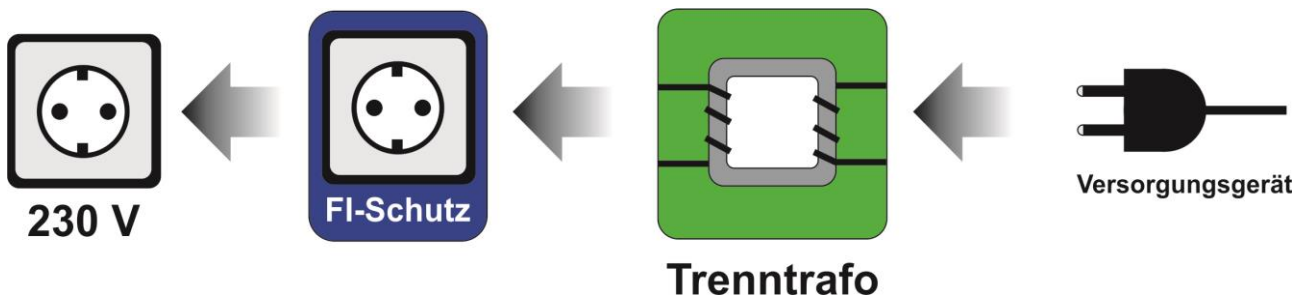


- Ook hier geldt dat delen van de installatie die ook zonder gemeenschappelijke terugleider functioneren, ook als apart systeem zonder elektrisch geleidende verbinding met een ander deel op de modeltrein moeten worden opgebouwd. Deze voedingseenheid moet dan ook niet in de grootte van de

bedrijfseenheid worden in acht genomen.

Grafiek: installatie met 2 bedrijfsbereiken

- Bij het opdelen van de beide bedrijfsbereiken moeten die indien mogelijk even groot zijn. Voorbeeld: een installatie met een totale vermogensbehoefte van 400 VA wordt in 2 even grote bedrijfsbereiken van elk ongeveer 200 VA opgedeeld en niet in een bedrijfsbereik van 300 VA en een ander van 100 VA.
- Wijs alle medespelers erop dat de gemeenschappelijke aardterugleiding nooit met de aardleiding in contact mag komen. Elke medespeler moet er altijd op letten dat hij de spanningsgeleidende rails niet aanraakt. Wanneer nieuwe locomotieven of wagons worden herspoord, moet altijd eerst de spoorvoeding (bijv. stopfunctie) worden uitgeschakeld.
- Koppel bij de opbouw of bij wijzigingen de installatievoeding altijd los van het net, voor zover die niet nodig is. Hiertoe worden altijd alle netstekkers van het huishoudnet uitgetrokken.
- Voedingsapparaten mogen nooit parallel worden geschakeld.
- Het is absoluut noodzakelijk dat alleen via FI-schakelaar beveiligde huishoudnetten worden gebruikt. Wanneer de huisinstallatie geen FI-schakelaar heeft, moet voor de verhoging van de veiligheid een verloopstekker voor persoonlijke bescherming worden gebruikt, die eerst in het stopcontact wordt aangesloten. Op deze verloopstekker wordt dan de netstekker van het voedingsapparaat of de verdeellijst voor meerdere voedingsapparaten aangesloten. In plaats van een netstekker voor persoonlijke bescherming kan ook een verdeellijst met geïntegreerde FI-overstroombeveiliging worden gebruikt. Die moet bij maximaal 10 mA reageren.
- Een andere verbetering van de veiligheid wordt bereikt door het gebruik van een scheidingstransformator. Een scheidingstransformator verandert niet de hoogte van de aangrenzende huishoudspanning. Hij zorgt echter voor een galvanische scheiding van het huishoudnet, zodat hier een extra bescherming tegen ongewenste lekstromen aanwezig is.



Grafiek: het aanvullende gebruik van een scheidingstransfo verhoogt de elektrische veiligheid.

- Neem de in hoofdstuk 5 extra vermelde principiële gedragsregels voor de omgang met elektrische stroom in acht.

4. Installatie van de categorie 4 (voeding meer dan 600 VA)

Ook bij extreem grote installaties moet het principe van de opdeling in bedrijfsbereiken, zoals ze in hoofdstuk 3 zijn voorgesteld, worden gebruikt. Er zijn echter nog andere beveiligingsmaatregelen nodig. Hiertoe behoort de scheiding van de voedingsapparaten van het huishoudnet door gebruik van een scheidingstransfo.

- Let erop dat geen enkele bezoeker aan deze installatie de stroomgeleidende sporen kan aanraken. Dit geldt vooral in de bereiken waarin een apparaat, dat met de aardleiding wordt aangedreven, of geaarde voorwerpen tegelijkertijd kunnen worden aangeraakt.
- Voorzichtig bij voorstellingen waarbij verschillende deelinstallaties meestal in de vorm van modules tijdelijk samen worden gebruikt. Verduidelijk vooraf welke voedingssystemen met welk uitgangsvermogen hier worden gebruikt. Ook deze installaties moeten de grenzen voor de beschreven bedrijfsbereiken respecteren. Let er bij openbare voorstellingen extra op dat geen enkele bezoeker de stroomgeleidende rails kan aanraken.
- Wie zo een grote installatie plant, is welkom om de installatie-elektriciteit aan de klantendienst van Märklin voor te stellen. Daar controleert men de risico's en geeft men extra aanwijzingen bij de opbouw van een dergelijke installatie. Bij een installatie van deze dimensie is het nodig dat de opbouw van de installatie door een gekwalificeerde elektricien wordt bewaakt en gecontroleerd.

Die is bereikbaar op

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

5. Basisgedragsregels

De volgende veiligheidsregels zijn ongetwijfeld bekend van veel componenten uit het dagelijkse gebruik. Het niet respecteren ervan is echter tot op vandaag een van de belangrijkste oorzaken

voor elektrische schokken in het huishouden of tijdens de vrije tijd. Volg deze maatregelen daarom altijd op zonder beperkingen:

- De schakelvoeding of de transformator mag uitsluitend worden aangesloten op een netstopcontact met de netspanning vermeld op het typeplaatje van de schakelvoeding.
- De schakelvoeding of de transformator is uitsluitend bedoeld voor gebruik in droge ruimtes.
- De schakelvoeding is geen speelgoed. Ze dient voor de stroomvoorziening van de modeltreininstallatie.
- Bij het transport van de schakelvoeding mag deze nooit tegen de voedingskabel of tegen de aansluitkabel worden gehouden.
- **De voedingskabel en de aansluitkabel naar de installatie mogen niet worden gewijzigd, vervangen of verlengd.**
- Controleer de toestand van de kabel en de behuizing regelmatig op beschadigingen. Deze visuele controle mag alleen worden uitgevoerd, wanneer de schakelvoeding uit het stopcontact van het huishoudnet is verwijderd. Bij het geringste vermoeden van een beschadiging mag de schakelvoeding pas na een grondige controle en reparatie door een gespecialiseerd bedrijf (bijv. reparatiedienst van Märklin) weer worden gebruikt. Zorg in dit geval voor een vakkundige afvoer of stuur de schakelvoeding voor vervanging naar de reparatiedienst van Märklin.
- Wanneer een nieuwe component bij de modeltrein wordt gemonteerd of gedemonteerd of wanneer aan de bekabeling van de installatie een wijziging wordt uitgevoerd, moeten altijd alle aanwezige voedingsapparaten van de modeltrein van het huishoudnet worden gescheiden.
- Wanneer de speelmodus wordt beëindigd, moeten alle voedingsapparaten uiterlijk na het omlaag laten van de elektronische componenten, van de netaansluiting worden gescheiden.
- Raak nooit spanningvoerende sporen of draden van de bovenleidingen op de modeltrein aan, wanneer de voeding van de installatie is ingeschakeld. Tip: met de stopfunctie bij de digitale systemen kan de complete stroomvoorziening op het spoor worden uitgeschakeld. Voordat sporen desgevallend kunnen worden aangeraakt, moet daarom voor de veiligheid eerst deze stopfunctie worden gebruikt.
- Het gebruik van een stekkerdoos om de voedingsapparaten gezamenlijk in bedrijf te nemen, is raadzaam. Stekkerdozen mogen niet achter elkaar worden geschakeld. Neem de maximale belastbaarheid van elke stekkerdoos in acht, die door de fabrikant in kwestie op de stekkerdoos wordt vermeld. Ook nooit stekkerdozen zelf ombouwen of repareren. Dergelijke componenten moeten in geval van schade worden vervangen.
- Vanaf installaties van de categorie 2 moeten de voedingseenheden zoals schakelvoedingen of transformatoren altijd alleen op het huishoudnet worden aangesloten, dat beveiligd is met een FI-overstroombeveiliging. Deze beveiliging moet al reageren vanaf een stroom van $10 \text{ mA} = 0,01 \text{ A}$. Wanneer het huishoudnet door een hogere stroom is

beveiligd (heel vaak reageren FI-overstroombeveiligingen in de huishoudinstallatie pas op 30 mA) of u niet zeker bent of het huishoudnet een overeenkomstige beveiliging heeft, dan dient u tussen het huishoudnet en de voorziening van de installatie absoluut een verloopstekker voor persoonlijke bescherming te plaatsen of een stekkerdoos met ingebouwde FI-overstroombeveiliging met een activeringsdrempel van maximaal 10 mA.



Grafiek: neem de volgorde in acht: FI-verloopstekker voor persoonlijke bescherming in het netstopcontact. Voedingsapparaat in de aansluiting van de FI-verloopstekker voor persoonlijke bescherming.

- Wanneer meerdere personen met de installatie bezig zijn, moeten voor het inschakelen van de bedrijfsstroom op de installatie alle aanwezige personen daarover worden ingelicht. Pas wanneer alle aanwezigen hun vrijgave hebben gegeven, mag de bedrijfsspanning worden ingeschakeld.
- **Gebruik geen transformatoren of schakelvoedingen, die niet door de firma Märklin voor gebruik met een modeltrein zijn vrijgegeven. Omdat we de naleving van de technische normen door producten van andere leveranciers niet kunnen inschatten, is uitsluitend het gebruik van apparaten van Märklin toegestaan.**
- Bouw ook andere elektrische verbruikers alleen dan in wanneer deze uitdrukkelijk voor het gebruik op modeltreininstallaties zijn vrijgegeven.
- Trek nooit alleen de stekker van een voedingsapparaat uit het netstopcontact, wanneer meerdere voedingsapparaten worden gebruikt. Zorg er ook voor dat u de metalen delen van een netstopcontact niet aanraakt.
- Voer geen enkele meting op het huishoudnet uit. Deze taak is alleen voor daartoe opgeleide deskundigen. Denk er ook aan dat de gebruikelijke multimeters, die in de hobbykamer worden gebruikt, voor veel meetmethoden helemaal niet geschikt zijn.
- **Tip:** documenteer nauwkeurig hoe uw installatie is opgebouwd. Dit kan niet alleen een hulp zijn bij een storing. Ook bij een latere uitbreiding is dit de basis om deze zonder gevaar te kunnen realiseren.
- Wanneer een installatie door kinderen wordt bestuurd, dan gelden volgende bijzondere gedragsmaatregelen:
 - Schakelvoedingen voor speelgoed zijn niet geschikt om als speelgoed te worden

gebruikt. Het gebruik dient onder permanent toezicht van de ouders te gebeuren. Ouders moeten hun kinderen er absoluut op wijzen dat een schakelvoeding alleen mag worden gebruikt waarvoor ze bedoeld is. Maak uw kinderen ook absoluut attent op de gevaren van het huishoudstroomnet.

- Controleer visueel in regelmatige intervallen (naargelang de frequentie van de speelmodus) minstens 1 x per week de schakelvoeding en haar aansluitkabel in de van het huishoudstroomnet gescheiden toestand op beschadiging. Bij het geringste vermoeden van een beschadiging mag de schakelvoeding pas na reparatie door de reparatiedienst van Märklin verder worden gebruikt.

Welke gevaren houdt elektrische schok in?

Stroom stroomt alleen wanneer heen- en terugleider van een elektrische voedingsbron via een geleidend materiaal met elkaar verbonden zijn. Het menselijk lichaam is in staat om precies dit mogelijk te maken. Men spreekt dan over een elektrische schok die de betrokkene krijgt.

Welke schade hierbij kan ontstaan, hangt van veel factoren af:

- de hoogte van de aanwezige spanning
- het type stroom en de frequentie ervan
- welke hoeveelheid stroom stroomt
- de inwerkingsduur
- de weg door het lichaam
- eventueel aanwezige componenten zoals pacemakers

Bij spanningen boven 60 volt kan het al tot levensbedreigende letsels bij een elektrische schok komen. De voedingsspanning bij de modeltrein is daarom tot maximaal 24 V beperkt. Er mogen geen verbruikers met een hogere voedingsspanning op de modeltrein worden gebruikt.

De stroomhoeveelheid, vanaf wanneer een stroom wordt waargenomen, ligt naargelang de situatie tussen 0,01 mA en 4 mA. Stromen tot 0,5 mA worden als ongevaarlijk geklasseerd. Stromen tot ongeveer 5 mA veroorzaken bij een gezonde volwassene weliswaar geen letsels, maar zijn wel een onaangename gewaarwording van de stroom. Wanneer u de maatregelen van dit document naleeft, kunt u zeker zijn dat volgens de momenteel beschikbare kennis bij uw systeem geen risico op gevaarlijke lekstromen bestaat.

Zoals reeds aangegeven kan de stroomhoeveelheid, die bij een elektrische schok maximaal kan stromen, via een FI-overstroombeveiliging worden beperkt. Bij huishoudnetten is hier een beperking tot 0,03 A = 30 mA een in de praktijk gangbare waarde, die onder de levensbedreigende grens ligt. Uit veiligheidsoverwegingen moet bij de modeltrein een beroep worden gedaan op een overstroombeveiliging, die uiterlijk bij een stroomlek van 10 mA al uitschakelt.

Bij een elektrische schok moet de verbinding zo snel als mogelijk worden verbroken, voor zover geen beveiligingsmaatregelen in werking treden. Mensen die hulp bieden moeten echter absoluut voor hun eigen beveiliging zorgen.

Veiligheidsrichtlijnen



Bijzondere voorzichtigheid is geboden voor mensen met pacemakers, opdat deze apparaten niet kunnen worden beschadigd.

Let op: voer nooit zelf experimenten uit met een elektrische schok die bewust tot stand werd gebracht. Ook een elektrische schok onder de dodelijke gevarengrens is niet alleen een onaangename ervaring, maar kan alleszins tijdelijke gevolgen hebben, zoals zenuwtrekken enz.