



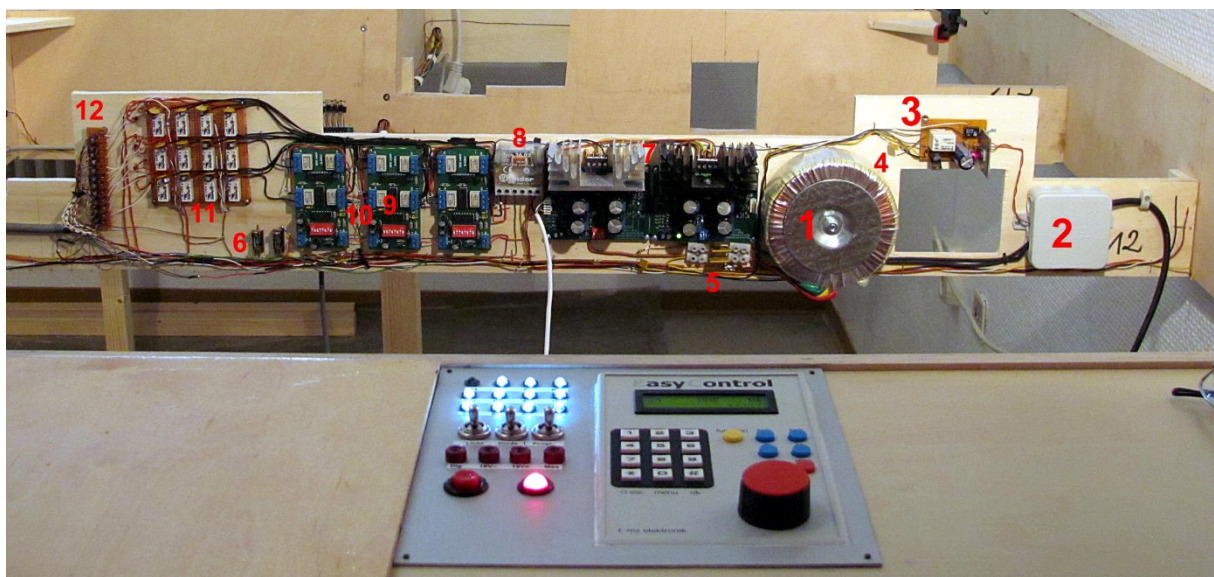
# Modellbahn Tricks & Tipps



[www.moba-tipps.de](http://www.moba-tipps.de)

## Kompakte und komplette Energieversorgung einer Modellbahn Von Friedel Weber

Nachdem ich eine Menge Erfahrungen mit der Spannungsversorgung meiner ersten digitalen Anlage gesammelt hatte, sollte bei der Nachfolganlage natürlich alles sofort optimal aufgebaut werden. Das geschah in einem sehr frühen Baustadium, indem an einer Spante alle Bauteile befestigt und verdrahtet wurde. Die Spante wurde anschließend mit dem kompletten Modul eingebaut. Wenige Wochen nach Baubeginn der Anlage und bevor auch nur eine Gleistrasse eingeleimt war, sah das Ganze dann schon so aus wie auf dem Foto – und das soll hier nun erklärt werden:



Hier sieht man die Energieversorgung in einem frühen Bauzustand, später ist das Spantengerüst durch „Landschaft“ verschlossen.

Um zu verstehen, was ich da so getrieben habe, sollte man die Ausarbeitung über die „Kurzschlussabschaltung“ kennen:

<http://www.moba-tipps.de/steuerung.html#Kurzschluss>

Herzstück der Energieversorgung ist ein Ringkerntransformator (im Bild die Nr.1) von 300VA mit zwei Sekundärwicklungen jeweils 18V/8,33A (RKT 30018 von Reichelt) – ein Riesentrumm mit jeder Menge Leistungsreserven! 18V ist eigentlich mehr als vorgesehen. 15V wären durchaus auch möglich. Wenn man aber Booster verwendet, die ihrerseits eine Spannungsregelung aufweisen, hat man mit 18V natürlich höhere Reserven bei starker Belastung.

Der Ringkerntrafo hat verschiedene Vorteile gegenüber einem solchen mit „traditionellem“ eckigem Eisenpaket. Er ist leichter, Energieeffizienter – was alles völlig egal für eine Modellbahn ist –, aber er ist vor allem leiser. Es hat mich nämlich das beständige Trafobrummen an

meiner Vorgängeranlage schon etwas gestört. Der Ringkerntrafo ist dagegen praktisch unhörbar! Wie angenehm!

Aber er hat auch eine problematische Eigenschaft, die man beherrschen muss:

Er baut sein Magnetfeld beim Einschalten so blitzschnell auf, dass erhebliche Ströme fließen, die den Netzschalter belasten und oft die Haushaltssicherung rauswerfen. Ich wollte den netten Hinweis von Gerd Boll erst nicht glauben, aber mir ist tatsächlich dauernd die 10A-Sicherung rausgeflogen! Deshalb muss eine „Anfahrerschaltung“ her, die nur aus einem NTC-Widerstand in der Netzleitung (z. Bsp. Reichelt VDR-0,6 60) und einem Überbrückungsrelais besteht. Beides ist steckt in der Installationsdose (im Bild Nr. 2). Der Widerstand begrenzt den Netzstrom beim Einschalten. Der Trafo baut sein Magnetfeld auf, an der Sekundärseite wächst die Spannung auf 18V, sie wird gleichgerichtet und versorgt die Spule eines kleinen Relais, das dann den Widerstand überbrückt. Statt des NTC-Widerstandes können Sie auch einen normalen großen Widerstand von 10 Ohm/10Watt verwenden, wie ich es später gemacht habe.

In der Praxis läuft die Anfahrerschaltung in Sekundenbruchteilen ab: Mit dem Einschalten höre ich fast zeitgleich das Klicken des Relais, und der Trafo ist „voll da“.

Durch das schnelle Schalten des Relais bleibt der NTC-Widerstand kalt. Er hat aber sowieso die Eigenschaft, seinen Widerstandswert dramatisch zu verringern, wenn er heiß wird. Insofern passiert auch nichts, wenn durch einen denkbaren Ausfall der Elektronik mal das Relais nicht ziehen würde. Auch ein Widerstand von 10 Ohm/10W würde das aushalten.

**Achtung / Warnung:**

**Ich weiß natürlich auch, dass ich kein VDE-zertifizierter Elektriker bin und an Netzleitungen eigentlich nichts zu suchen habe.**

**Also entscheiden Sie selbst, ob Sie sich diese „Bastelei“ zutrauen!!!**

**Wer es sich nicht zutraut, möge doch einfach einen Standardtrafo ähnlicher Größe nehmen. Der braucht keine „Anfahrerschaltung“.**

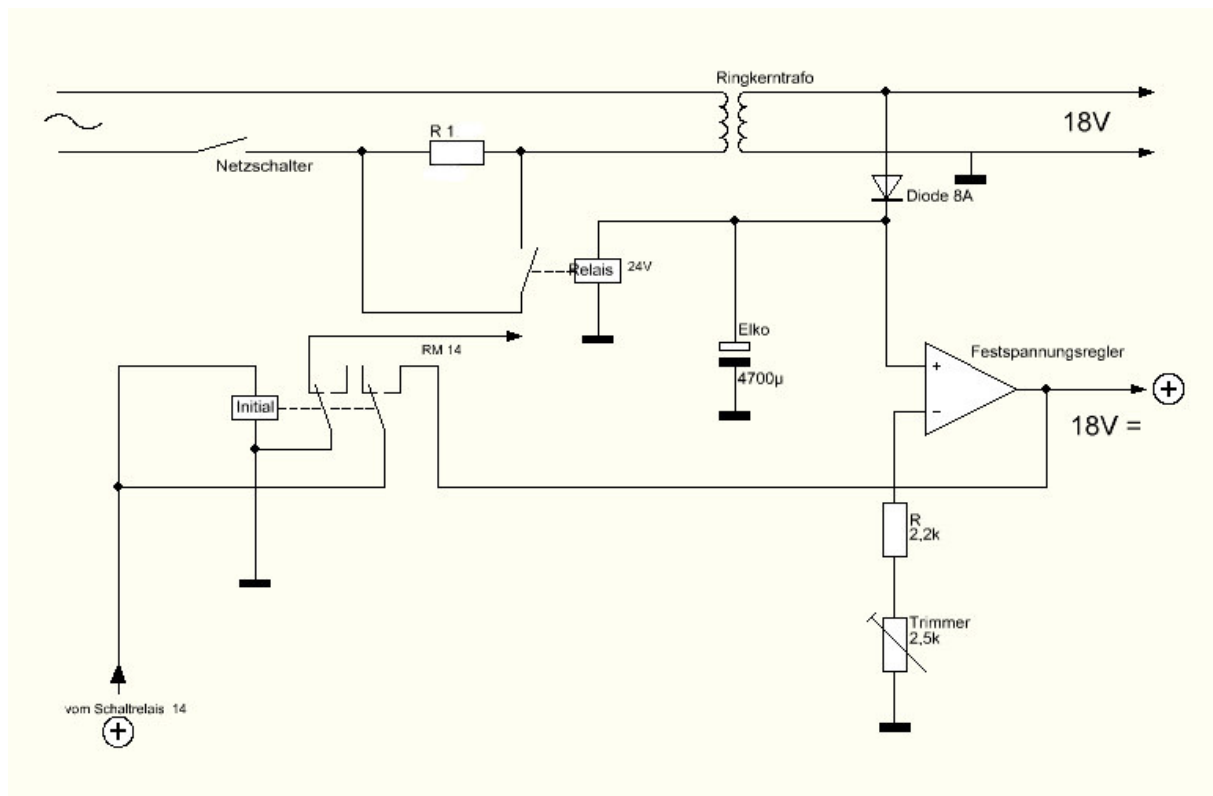
Die Erzeugung einer Gleichspannung von 18V geschieht auf der kleinen Platine (3). Normalerweise würde dort ein Brückengleichrichter eingesetzt werden. Ich habe nur eine dicke Leistungsdiode von 8A genommen und glätte die pulsierende Spannung mit einem Elko von 4.700 µF. So entsteht eine Gleichspannung von etwa 25V, die das Überbrückungsrelais in der Installationsdose über das braun-rote Kabel versorgt.

Der Vorteil, dass ich nur eine Diode und keinen Brückengleichrichter genommen habe, liegt in der gemeinsamen Masse:

So kann ich mit einem Trafo und gleichem Massepotenzial sowohl Wechselspannung also auch Gleichspannung als auch Digitalspannung erzeugen. Mit einem Brückengleichrichter hätte ich mindestens einen zweiten Trafo gebraucht, sonst gäbe es einen Kurzschluss!

Vor allem aber hängt an der pulsierenden Gleichspannung ein Festspannungsregler (LM1085) mit 3A Leistung und einem Kühlblech. Über einen Widerstand und ein Trimpoti kann ich genau 18V hochreine Gleichspannung einstellen, wie ich sie auf der Anlage z. Bsp. zur Versorgung der IR-LED's für Lichtschranken oder für LED's zu Beleuchtungszwecken benötige.

In der abgehenden Leitung sitzt natürlich noch eine Polymer-Sicherung von 1,6 A (im Bild die Nr. 4) und damit geht diese Gleichspannungs-Versorgungsleitung durch die ganze Anlage. Hier sehen Sie das Schaltbild für die kleinen Platine (3), die Anfahrerschaltung und das Initialisierungsrelais:



Links oben die Anfahrtschaltung des Ringkerntrafos bestehend aus dem NTC-Widerstand oder einem starken normalen Widerstand R1 und dem Relais. Rechts sieht man die Gleichspannungserzeugung mit Festspannungsregler.

Ich verwende eine zentrale Masseleitung durch die ganze Anlage:

Ein „Erdungskabel“ von 25qmm Querschnitt, das mir mein Elektriker geschenkt hat!

Ob das wohl dick genug ist? ☺ .

Zurück zum Ringkerntrafo:

Beide Sekundärwicklungen laufen zuerst über je eine Polymersicherung von 6A (im Bild die Nr. 5) – man kann ja nie wissen!

Die Wechselspannung – z. Bsp. für Beleuchtung und zur Energieversorgung der Magnetartikel-Decoder – ist wieder über eine weitere Polymersicherung von 1,6 A abgesichert (Nr. 6) und geht damit in die Anlage. Ein Abzweig über einen Schalter in der Zentrale versorgt die verschiedenen Beleuchtungen, die damit also abschaltbar sind. Man könnte hier auch schön einen Lichtcomputer anschließen.

Achtung:

Die 18V Dauerspannungsversorgung mit einem zentralen (gelben) Draht, der durch die ganze Anlage läuft, dient hauptsächlich der Versorgung der Magnetartikeldecoder. Diese dürfen nicht „unbegrenzte“ Leistung eines dicken Trafos bekommen. Für den denkbaren Fall eines Kurzschlusses – wenn z. Bsp. durch eine defekte Weiche Digitalspannung auf den Ausgang des Decoders kommt – muss sofort die Spannung entweder zusammenbrechen oder abgeschaltet werden. Dazu dient eine Feinsicherung (3,0 A flink) (im Bild die Nr. 6). Sie löst nur bei einem schweren Fehler aus, rettet damit aber womöglich einen Decoderausgang.

Die beiden Sekundärleitungen laufen zu den Eingängen der beiden 5A Booster (Nr. 7). Diese beiden Booster sind mit Sicherheit ausreichend dimensioniert für die ganze Anlage, bei der am Ende mehr als 60 Züge auf den Gleisen stehen und bis zu 10 gleichzeitig fahren sollen.

Die Ausgänge der beiden Booster gehen an die Eingänge des Stromstoßschalters („SSS“ Nr. 8). Aber schon vor dem SSS geht eine rote Leitung in die Anlage. Es ist die zentrale Steuerleitung für die Magnetartikeldecoder, die also unter Spannung bleibt, auch wenn der Notastaster gedrückt ist und der SSS öffnet. (Wenn Sie das Foto auf Seite 1 maximal vergrößern, können Sie die Farben der Drähte und kleine Bauteile besser erkennen!)

Nach meiner Erfahrung ist es nicht notwendig, der Magnetartikel-Steuerleitung einen eigenen Booster zu spendieren, damit keine Schaltbefehle verloren gehen. Aufgrund der nachfolgenden feinen Segmentierung der Anlage und dem schnellen Abschalten „kranker“ Abschnitte wird der starke 5A Booster immer so viel Power abgeben, dass es zum Weiterleiten der Steuerbefehle der Magnetartikel reicht.

Voraussetzung ist nur, dass konsequent Magnetartikeldecoder mit eigener Spannungs-Einspeisung verwendet werden, dass also die Weichen nicht mit „teurem“ Digitalstrom sondern mit „billigem“ Wechselstrom (gelb, s.o.!) geschaltet werden.

Am Ausgang des Stromstoßschalters liegen nun zwei Leitungen mit Digitalspannung und je 5A Leistung.

Diese gehen als roter und schwarzer Draht in die Eingänge von je 3 4-fach-Schaltdecodern (Nr. 9 im Bild auf Seite 1). Die Anlage bekommt also 12 Segmente, in denen sich separat der Strom abschalten lässt - bei Kurzschluss, bei einer Unfallgefahr oder einfach manuell.

Der jeweils „grüne“ Ausgang der Schaltdecoder läuft anschließend zur Steuerplatine für die 12-fache Kurzschlussabschaltung. Der „rote“ Ausgang enthält je eine Diode (also 12 Stück), die alle mit dem grünen Kabel verbunden sind und über einen Widerstand von 560 Ohm (Nr. 10 – dazu müssen Sie das Bild aber stark vergrößern!) eine „dicke“ LED in der Schalttafel mit parallel geschaltetem Elko von 4,7 µF ansteuern.

Wenn diese zentrale LED leuchtet, ist also mindestens ein Schaltdecoder-Ausgang bzw. ein Segment abgeschaltet. Noch einmal: Die Diode ist 12x vorhanden – Widerstand, Elko und LED aber dann nur einmal!

Jetzt kommt die eigentlich Steuerplatine als Streifenrasterplatte (im Bild Nr.11). Sie sieht viel schlimmer aus, als sie ist, denn es ist eben eine einfache Schaltung nur eben 12x kopiert worden:

Die Platine sitzt vor einem quadratischen Loch gleicher Größe. So kommt man auch nach Fertigstellung noch an alle Bauteile von beiden Seiten heran, um zur Not einen Defekt zu beheben. Nach Anschluss von 37 Leitungen (12x3 + Masse) lässt sich die Platine schließlich nicht mehr bewegen. Befestigungsschrauben kann man sich ersparen!

Es handelt sich also um jeweils

- Eine Zuleitung (schwarz)
- eine Polymer-Sicherung von 750 bzw. 900 mA Größe (abhängig von der zu erwartenden Belastung durch die Züge)
- ein Relais, welches anzieht, wenn diese Sicherung ausgelöst hat
- eine Diode davor, weil es sich um ein 12V Gleichspannungsrelais handelt
- ein Elko von 22 µF (2-100 µF – das ist egal!) parallel zum Relais zur Glättung
- eine Leitung zum Rückmelde-Decoder, um diesen Zustand sichtbar zu machen
- eine Ableitung (rot), die rückseitig an dicke Kabel angeschlossen ist und in die Anlage zu den jeweiligen Segmenten geht – s.u.!

Für sich gesehen eine ganz einfache Schaltung – aber eben 12 Mal auf einer Platine. Fröhliches Löten!

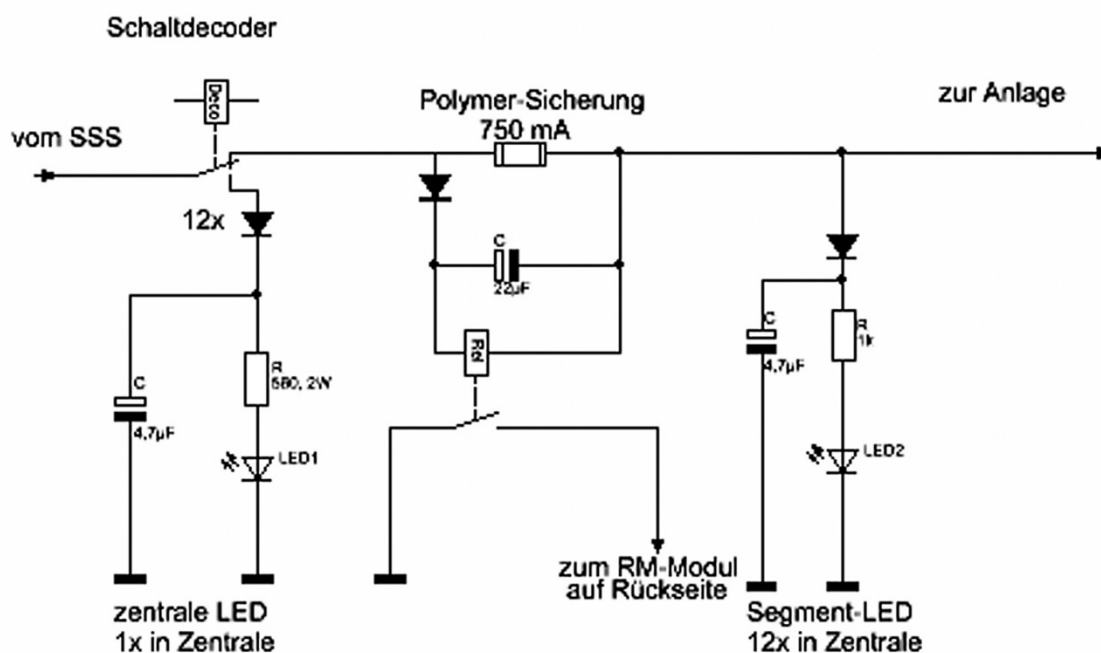
Und links sitzt eine weitere Platine (die Nr.12) ausschließlich für die Anzeige der 12 Segment-LED's in der Schalttafel. Sie sieht wieder „wild“ aus, besteht aber auch nur aus:

- Der Zuleitung – jeweils mit der Abgangsleitung der ersten Hauptplatine verbunden
- einer Diode
- einem Elko von 4,7  $\mu$ F o.ä.
- einem Vorwiderstand von 1 K Ohm
- und einer Vielfach-Leitung (altes Druckerkabel mit 25 Adern) zu den 12 LED's in der Schalttafel/Schaltzentrale.

Sollte also z. Bsp. durch einen „schleichenden Kurzschluss“ es erst verspätet zu einer Segmentabschaltung kommen, sieht man das an der Schalttafel schon vorher durch die geringer werdende Helligkeit der LED's. Auch bei Minikurzschlüssen z. Bsp. an Weichen flackert die Kontroll-LED des Segments und zeigt somit, dass etwas nicht in Ordnung ist.

Im Bild auf Seite 1 sieht man an der Schalttafel, dass die LED von Segment 1 abgeschaltet hat, während alle anderen weißen LED's leuchten. Wegen des Ausfalls nur eines Segmentes leuchtet folgerichtig die große rote LED als Warnung.

Die komplette Schaltung, wie sie auf den Platinen (im Bild die Nr.11+12) 12x gebaut wurde, sieht zusammen so aus:



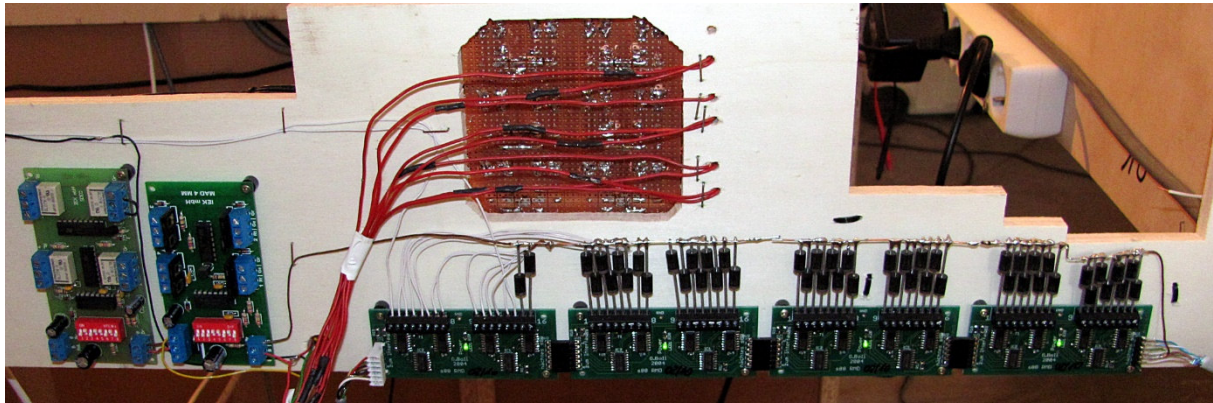
Die 12 Schaltdecoder direkt hinter dem Stromstoßschalter werden ausschließlich vom Programm WDP bedient. Wenn der zugehörige Rückmeldekontakt auslöst, schaltet ein Stellwerkswärter den Schaltdecoder ab. Daraufhin ist das Segment tot, bis die Ursache für den Kurzschluss behoben ist. Und bis dahin hat sich längst die Polymersicherung zurückgestellt.

Im Grunde ganz einfach – nur eben 12x zu bauen!

Die weißen Rückmeldeleitungen wie auch die roten Versorgungsleitungen der Segmente verschwinden zur Rückseite der Spante. Dort geht „es“ nämlich weiter:

Von den roten Versorgungsleitungen sind im Bild erst 9 Stück angeschlossen und laufen als dicke Kabel von 2,5 mm<sup>2</sup> weiter durch die Anlage.

Außerdem sind auf der Rückseite 4 Rückmeldedecoder mit je 16 Eingängen aneinander gereiht aufgeschraubt – untere Reihe rechts:



Von diesen 64 Decoder-Eingängen nutze ich für die Energieversorgung die ersten 14, die haben deshalb keine Diode für den "Diodentrick", wie alle anderen:

1 = (ganz links) Auslösung des Notausschalters durch ein Hilfsrelais (weiß) welches mit auf der Platine (Nr.3 im ersten Foto) sitzt und abfällt, wenn der SSS abgeschaltet hat.

2-13 = 12 Segmente – zur Anzeige, ob eines abgeschaltet hat

14 = (der letzte weiße Draht vor den beiden Dioden auf dem ersten Decoder):  
Initialisierung am Anfang – dazu sitzt auf der Rückseite der Spante noch ein vierter Schaltdecoder (ganz links!) mit den Ausgängen 13-16, von denen die Nr. 14 verwendet wird.

Die anderen drei werden später noch sinnvollen Nutzen bringen.

Die weiteren 50 Rückmelde-Anschlüsse bekamen bereits eine dicke Diode verpasst, wie sie für den „Diodentrick“ benötigt wird, sind auf dem Foto aber noch nicht angeschlossen.

<http://www.moba-tipps.de/steuerung.html#Diode>

Die Rückmeldekabel werden später jeweils an den Drähten der Diode angelötet, da der Schraubkontakt wegen des dicken Drahtes schon besetzt ist.

Außerdem sitzen auf der Rückseite der „Energieversorgungsspante“ noch ein Magnetartikeldecoder und der erwähnte vierte Schaltdecoder.

Nachdem das Versorgungsmodul an der Spante komplett verdrahtet war und auch die ersten 14 von 26 Rückmeldedecodern angeschlossen waren, habe ich alles getestet und dann wieder mit den Holzarbeiten weiter gemacht.

Alles funktionierte wie vorgesehen!

Friedel Weber

[www.moba-tipps.de](http://www.moba-tipps.de)  
[friedel@moba-tipps.de](mailto:friedel@moba-tipps.de)

erstellt März 2010  
zuletzt geändert März 2018

## Gemeinsame Masse und Schutzleiter

Normalerweise sind alle am Netz hängenden Teile einer Anlage schutzisoliert und im Inneren nicht mit dem grün-gelben Schutzleiter verbunden. Dennoch stellte ich fest, dass es am LötKolben einen Funken gab, wenn ich an einem Draht lötete, bei dem ich vergessen hatte, die Spannung abzuschalten. Beim kompletten Durchmessen aller angeschlossenen Stromverbraucher kam ich dann auf eine kuriose Situation:

Der zweite Bildschirm an meinem Notebook war nicht schutzisoliert sondern über den Schutzleiter geerdet. Diese interne Verbindung mit dem Schutzleiter übertrug sich über das Bildschirmkabel auf das Notebook. Dieses gab die Verbindung über das serielle Schnittstellenkabel weiter an die Tams MC und die wiederum über das Buskabel der S-88 Rückmelder auf die Masse in der Anlage.

„Bumm!“ – als ich einen neuen Servodecoder anschloss und mit dem LötKolben dran kam, gab es den „schönsten“ Kurzschluss.

Die Abhilfe erfolgte wieder auf einen Ratschlag von Gerd Boll hin:

Der Schutzleiterdraht des „Übeltäters“ Bildschirm wurde im Stecker abgekniffen.

Stattdessen wurde die zentrale Masseleitung (braun) der Bahn über einen Widerstand von 100 Ohm/5W und parallel dazu einen kleinen Kondensator von 4,7 nF mit dem Schutzleiter des Netzes (oder dem nächsten Heizkörper oder der nächsten Wasserleitung) verbunden.

Der Widerstand begrenzt den Strom beim versehentlichen Löten unter Spannung. Er würde aber im Falle eines Installationsfehlers - wenn die Anlage unter Netzspannung käme – nicht verhindern, dass der Fehlerstromschalter (FI-Schalter in der Haus-Schalttafel) auslöst.

Der kleine Kondensator schließt evt. vorkommenden hochfrequenten Datenmüll kurz.

Jetzt habe ich eine aus Sicherheitsgründen wünschenswerte Erdung der ganzen Anlage, ohne dass ein Schaden entsteht, wenn man mit einem geerdeten Gerät (LötKolben, Bohrmaschine etc.) an ein spannungführendes Kabel kommt.

Friedel Weber

Erstellt 20.03.2010  
Zuletzt geändert: Juli 2010

[www.moba-tipps.de](http://www.moba-tipps.de)  
[friedel@moba-tipps.de](mailto:friedel@moba-tipps.de)