

# ELV-Serie Modelleisenbahn-Elektronik



*Mit diesem Artikel startet ELV eine Serie, die in Zusammenarbeit mit einem der kompetentesten Fachleute Deutschlands für Modellbahn-Elektronik, entstanden ist, und die speziell auf die Bedürfnisse der Modellbahner eingeht.*

*Sie können eine Serie erwarten, die eine Fülle interessanter, erprobter und nachbausicherer Schaltungen bringt in einer allgemein leicht verständlichen Form, so daß auch ein weniger geübter Elektroniker seine Modellbahnanlage individuell mit Hilfe der Elektronik perfektionieren kann.*

*Da viele Modellbahner an dieser Stelle zum ersten Mal mit „richtiger“ Elektronik vertraut gemacht werden, bitten wir unsere alteingefleischten ELV-Leser und Profi-Elektroniker um Toleranz, wenn einige Grundlagen und Grundbegriffe in z. T. stark vereinfachter Form dargestellt werden, die für das grundsätzliche Verständnis jedoch ausreichend aber erforderlich sind.*

Friedhelm Schiersching

## An Anfang steht die Stromversorgung

Hallo, liebe Modellbahnfreunde.

Hier beginnt sie, die Serie MODELLBAHNELEKTRONIK der ELV.

Was allen anderen Elektronik-Hobbyisten recht ist, ganze Artikelfolgen nur für einen Hobby-Zweig zu bringen, soll uns Modellbahnern genauso billig sein. Trotz des Sträubens alter eingefleischter Modellbahner, dringt die Elektronik auch in diesen Bereich mehr und mehr vor. Die beiden Fronten, hier notwendige und sinnvolle Elektronik für manche doch bessere Anlagenteile oder Fahrweisen, dort immer noch Ablehnung, führt teilweise immer noch zu Mißverständnissen.

Grundbegriffe, die den Elektronik-Hobbyisten eine Selbstverständlichkeit sind, sind dem Modellbahner noch fremd. Teilweise bietet die Industrie schon Elektronik-Geräte für den Modellbahner an. Doch fehlen dann vielfach die notwendigen Erklärungen zu der Funktion der angebotenen Schaltung.

Der Modellbahner, gewohnt, genau zu wissen was der Strom und die Spannung auf seiner Anlage bewirken, ist mit Recht mißtrauisch und vorsichtig, lehnt die Elektronik jedoch NICHT grundsätzlich ab! Er möchte nur besser informiert werden und Schaltungen finden, die speziell für sein

Hobby entwickelt wurden. Er will wissen, was in der Schaltung geschieht und wie er diese eventuell etwas ändern kann, um sie seiner Anlage anzupassen. Und er möchte allgemein über die Elektronik informiert werden, um Schaltungen zu verstehen, die er nicht nachbauen will oder sich selbst vielleicht an einen Entwurf einer Schaltung zu wagen.

Diese Serie soll dazu beitragen.

## Ein Netzgerät 0—15 Volt und 0—3 Ampere

### Allgemeines

Ein Netzgerät nur für den Modellbahner gibt es das? Diese Frage kann weder rundweg bejaht noch verneint werden. Netzgeräte-Bauanleitungen finden wir in jedem zweiten Heft der Elektronik-Fach-Zeitschriften; in allen Variationen, mit möglichst hoher Spannung oder hoher Strom-Belastbarkeit, mit und ohne digitaler Anzeige, HF-fest, kurzschlußfest und kurzschlußsicher und wie die Merkmale noch heißen mögen. Warum denn nun für den Modellbahner noch ein Netzgerät? Und warum überhaupt ein Netzgerät? Eine Modellbahn läuft doch über einen Trafo gesteuert, und dieser Trafo liefert uns den Strom, den wir für den Betrieb der Weichen, der Birnen, Schranken, Lätewerke, Zeitschalter an den Kopfbahnhöfen, Relais usw. benötigen. Warum verwenden wir diesen nicht?

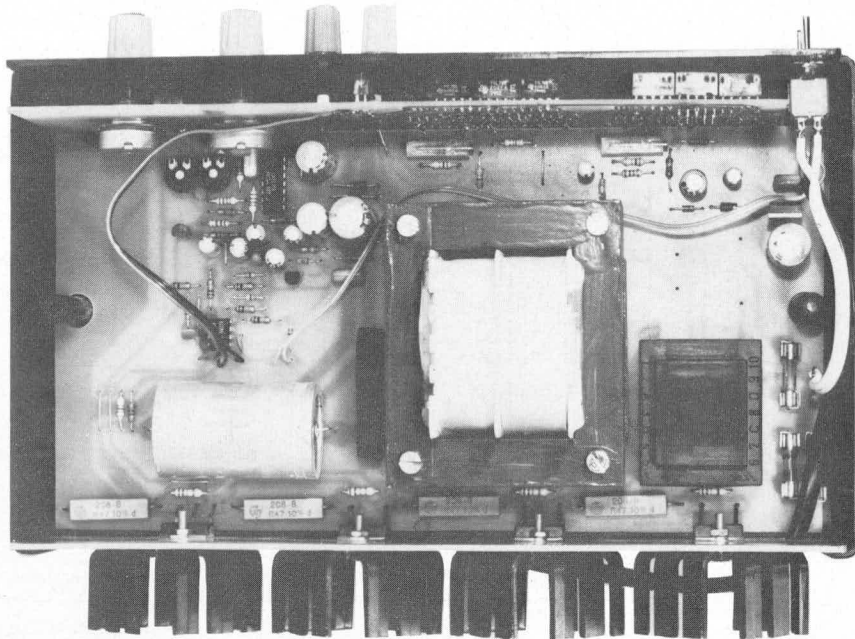
Wir wollen diese Fragen beantworten. Um aber die Antwort zu verstehen und nicht nur zu akzeptieren, wollen wir mit einigen Grundsätzlichkeiten der Elektronik beginnen.

Die Modellbahn herkömmlicher Art hat trotz Weichen und sonstigem Zubehör eigentlich nichts mit Elektronik zu tun. Ein elektrisches Gerät, somit auch unsere Modellbahn, benötigt Spannung und hat je nach Größe und Anspruch einen bestimmten Stromverbrauch, wobei die Belastung in Ampere und der Verbrauch in Watt gemessen wird.

Die Modellbahnen werden mit Gleichstrom oder Wechselstrom betrieben — dabei ist der Anteil nach neuesten Erhebungen je 50 % —, während die anderen elektrischen Geräte unserer Anlage meist nur mit Wechselstrom betrieben werden. Die Spannungen liegen im allgemeinen bei 14 Volt, ältere Trafos bringen auch noch 16 Volt, wobei die normale Belastungsmöglichkeit des Trafos 1 Ampere ist. Spezielle „Leistungs“-Trafos bringen auch 3 Ampere.

Halten wir es fest und merken es uns für alle Anwendungen der hier besprochenen oder sonst gekauften elektronischen Geräte:

Ein elektronisches Gerät kann ohne eine besondere Maßnahme — z. B. ein Netzgerät — nicht aus dem Trafo unserer Modellbahnanlage betrieben werden.!!!



Ansicht des geöffneten ELV-Luxus-Modellbahn-Netzgeräten LMN 7000

In der Rechtsprechung heißt es: Schon der Versuch ist strafbar. Wir wollen dies abwandeln: Schon der Versuch, unsere elektronischen Schaltungen direkt an den Trafo anzuschließen, kann unser mühsam aufgebautes Werk so zerstören, daß es nicht mehr zu reparieren ist und neu aufgebaut werden muß. Alle hier in dieser Serie besprochenen Schaltungen können nur mit einem reinen, sauberen, gesiebten und möglichst stabilisierten Gleichstrom betrieben werden, wenn nicht für besondere Zwecke etwas anderes angegeben wird.

Der Gleichstrom, oder besser gesagt, der pulsierende Strom aus unserem „Modellbahn-Gleichstromtrafo“ ist **nicht** zum Betrieb der Schaltungen geeignet.

Wenn wir hier so dringend darauf hinweisen, dann nur deshalb, weil hier Erfahrungen mehrerer Jahre aus unzähligen Telefonaten, Briefen und zur Reparatur eingesandter Geräte wiedergegeben wird. Vor dem einwandfreien Funktionieren aller noch zu besprechenden Schaltungen ist der Zeit-, Arbeits- und Geldaufwand des Netzgerätes notwendig.

Warum nun ein neues Netzgerät?

Selbstverständlich kann der Modellbahner auf ein eventuell schon vorhandenes Netzgerät zurückgreifen, oder ein anderes bauen, oder eins fertig kaufen. Wenn hier dieses Netzgerät besprochen wird, hat es zwei bestimmte Gründe. Viele Modellbahner haben noch kein Netzgerät. Bevor Sie nun beginnen, nach einer passenden Schaltung zu suchen, bitte, hier ist eine. Zweitens werden bestimmt viele Modellbahner nur die Schaltungen dieser Reihe sammeln, und da gehört diese Schaltung einfach dazu. Und vielleicht noch ein dritter Punkt. Dieses Gerät hier ist in der Leistung auf die Erfordernisse der kommenden Schaltungen abgestimmt. Also doch ein spezielles Netzgerät für den Modellbahner.

Die Theorie soll in den Schaltungsbeschreibungen nur soweit angesprochen werden,

wies zum Verständnis der Vorgänge in den Schaltungen notwendig ist. Dabei werden wir auf Formeln, wie sie der reine Hobby-Elektroniker manchmal unbedingt benötigt, verzichten. Werden aber Formeln angeführt, sollten sie nicht einfach überflogen werden, denn dann sind sie zum Verständnis der angeführten Schaltung wirklich notwendig. Und mit einer kleinen theoretischen Betrachtung wollen wir beginnen, ehe wir den LötKolben hervorholen — über den wir auch noch sprechen müssen.

Bild 1 zeigt uns 3 verschiedene Kurvenformen, wobei 1c keine Kurve, sondern eine Gerade ist.

„a“ ist die Kurvenform des reinen Wechselstroms, wie er unser Wechselstromtrafo und der Lichtstromausgang aller unserer Trafos liefert.

„b“ zeigt uns den Kurvenverlauf der Spannung, den wir aus unserem Gleichstromtrafo erhalten, und

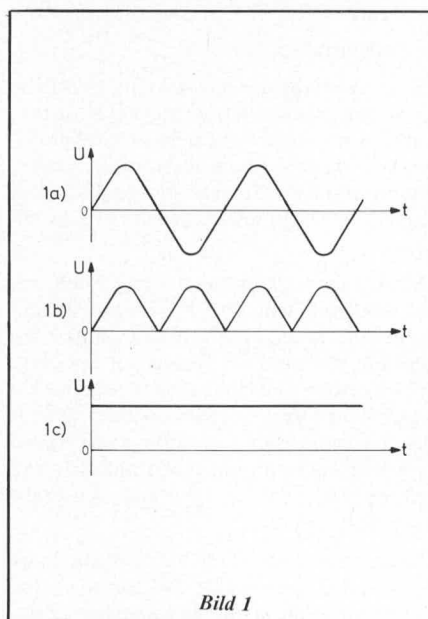


Bild 1

„c“ zeigt uns, wie die Spannung aussehen muß, die wir einzig und allein für unsere elektronischen Schaltungen verwenden können.

Wer schon etwas mehr in die Elektronik hineingerochen hat, wird nun protestieren und sagen, mit einem guten Elko bekomme ich aus diesem pulsierenden Strom auch einen reinen Gleichstrom. Stimmt, doch wie sieht es dann mit der Belastung aus? Und welche Umstände bereitet es, mit solch einer fliegenden Anordnung mehrere Geräte zu betreiben? Bleiben wir bei unserem Netzgerät, das uns die in 1c gezeigte Spannungskurve (gerade) liefert.

Nun noch ein Wort zum Lötzeug.

Ein LötKolben mit 100 Watt Leistung eignet sich dazu, Dachrinnen zu löten, aber nicht elektronische Schaltungen. Ebenso haben Löt fett, Löt wasser und sonstige Hilfsmittel bei unserer Lötarbeit nichts zu suchen.

Wir verwenden einzig und allein einen elektronischen LötKolben mit einer Leistung von 15 bis höchstens 30 Watt mit feiner Bleistiftspitze und Elektroniklöt zinn von 1 mm Ø mit Flußmittelseele.

Wenn wir die Platinen, auf die wir die Schaltungen aufbauen werden, nicht fertig kaufen, sondern selbst herstellen wollen, nehmen wir Kunstharz (Epoxyd o. ä.)-Platinen, aber keine aus Pertinax, wenn diese auch billiger sind. Billiger, auf die Dauer aber nicht preiswerter.

### Zur Schaltung

Bild 2 zeigt das Blockschaltbild einer Schaltung, wie sie schon vielfach in mehreren Variationen veröffentlicht wurde. Das Herz dieser Schaltung besteht aus einer leistungsfähigen Elektronik, die eine Regelung der Spannung von Null an bis zu dem Höchstwert, der von dem Trafo vorgegeben ist, ermöglicht. Mit der Leistung, dem Ampereausgang, hat diese Elektronik nur soviel zu tun, daß sie den Ausgang regelt. Wie hoch

die Belastung sein kann, bestimmen andere Bauteile.

Nicht jedes Netzgerät, auch manch teures nicht, kann bis zu 0 V herunter regeln. Warum, darauf wollen wir hier nicht eingehen, wie wir auch die absolute mögliche Höchstspannung nicht erörtern wollen. Die gewählten Daten sind jedoch speziell auf die Praxis einer Modellbahnanlage ausgerichtet und abgestimmt.

**Selbstverständlich kann dieses Netzgerät auch für andere Zwecke, als dem Betrieb einer Modellbahnanlage, eingesetzt werden,** wobei jedoch darauf zu achten ist, daß die Verlustleistung der Endstufenleistungstristoren nicht zu groß wird.

Dazu muß man wissen, daß bei „normalen“ elektronisch stabilisierten Netzgeräten die Verlustleistung (entspricht der Erhitzung) der Endstufe um so größer wird, je kleiner die Ausgangsspannung und je größer der Ausgangsstrom ist.

Da eine Modellbahnanlage normalerweise nicht mit Spannungen unterhalb 12 V arbeitet, ist die Endstufe des Netzgerätes so ausgelegt, daß der maximale Strom von 3 A lediglich bei Ausgangsspannungen von über 10 V entnommen werden kann.

Wird das Netzgerät für andere Zwecke eingesetzt und soll dafür die Ausgangsspannung im Bereich zwischen 0 und 10 V eingestellt werden, so ist der maximal entnehmbare Strom im Kurzzeitbetrieb ebenfalls 3 A, im Dauerbetrieb jedoch auf 2 A und bei Spannungen von unter 5 V sogar auf ca. 1 A begrenzt.

Diesem kleinen Nachteil, der für den Betrieb an einer Modellbahnanlage ohnehin nicht zum Tragen kommt, steht der große Vorteil entgegen, daß die Kühlkörper für die Endstufe sehr klein ausfallen können — in unserem Falle reicht sogar die Ausführung der Rückwand als Aluminiumplatte mit zusätzlich angeflanschten Fingerkühlkörpern als Kühlkörper aus — also doch ein Netzgerät speziell für Modellbahnanlagen.

## Der Transformator (Trafo)

Sehen wir uns die Abbildungen des Gerätes an, so erkennen wir, daß auf der Basisplatte drei Transformatoren Platz haben, die **nicht** alle drei gleichzeitig erforderlich sind, durch ihren wahlweisen Einsatz jedoch die Möglichkeiten des Gerätes stark erweitern, so daß verschiedene Ausbaustufen möglich sind, angefangen bei einer sehr preiswerten bis hin zur luxuriösen Version.

### 1. Ausbaustufe

Sehen wir uns das Blockschaltbild des Netzgerätes an, erkennen wir, daß der Haupttrafo TR 1 zwei Sekundärwicklungen besitzt, und zwar eine Steuerwicklung mit 15 V und 0,1 A sowie eine Hauptwicklung mit 17 V und 4 A.

In der 1. Ausbaustufe kann dieser Haupttrafo entfallen und der für den Betrieb der Modellbahnanlage erforderliche Strom direkt aus dem Lichtstromausgang unseres Fahrtrafos entnommen und auf der Rückseite des Gerätes (sofern ein Gehäuse verwendet wird) eingeführt und auf den Brückengleichrichter B 1 gegeben werden.

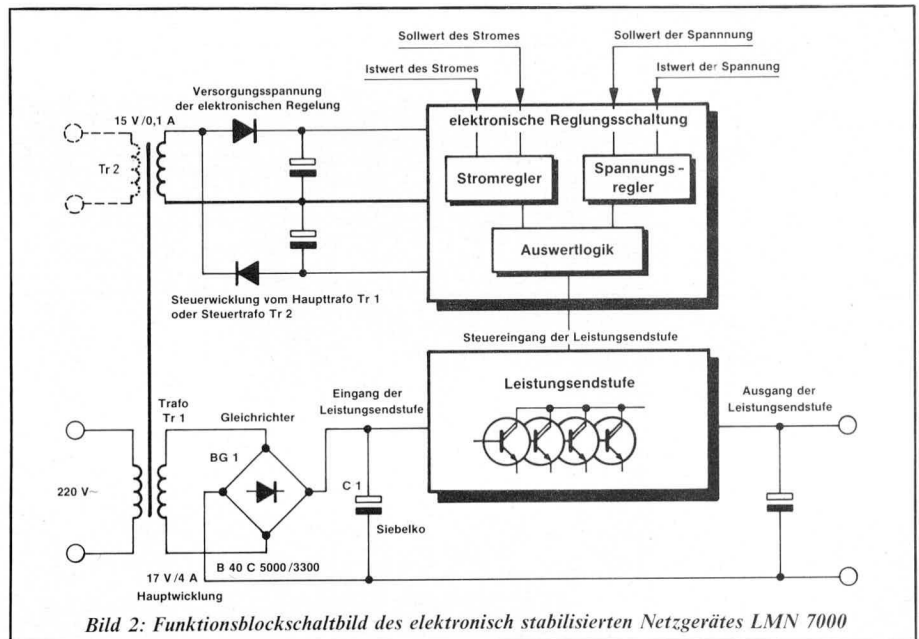


Bild 2: Funktionsblockschaltbild des elektronisch stabilisierten Netzgerätes LMN 7000

Da für den Betrieb der Regelelektronik jedoch eine separate, vollkommen von der Hauptwicklung getrennte Spannung zur Verfügung stehen muß, ist ein kleiner und preiswerter Steuertrafo (TR 2) vorgesehen, der die benötigten 15 V bei geringem Strombedarf liefern kann.

Der maximal von unserem Netzgerät zu liefernde Ausgangsstrom richtet sich nach der Belastbarkeit des Fahrtrafos und ist im Dauerbetrieb ca. 20 % geringer als dessen maximale Strombelastbarkeit, d. h. bei 1 A Fahrtrafostrom können ca. 0,8 A im Dauerbetrieb aus unserem Netzgerät entnommen werden.

### 2. Ausbaustufe

Wird der von uns vorgeschlagene und speziell auf diese Schaltung abgestimmte Haupttrafo TR 1 auf die Platine gelötet, so kann (und muß sogar) der kleine Steuertrafo TR 2 entfallen, da auf dem Haupttrafo bereits die Steuerwicklung mit aufgebracht wurde.

Die Leistung unseres Netzgerätes erhöht sich damit schlagartig auf 15 V und 3 A Dauerleistung, da die Hauptwicklung unseres Trafos TR 1 17 V und 4 A liefern kann.

### 3. Ausbaustufe

Die 3. Ausbaustufe hat auf die eigentliche Funktion unseres Netzgerätes keinen direkten Einfluß, sondern bezieht sich auf die digitale Anzeige des jeweils vorhandenen Spannungs- bzw. Stromwertes und ist somit auch nicht im Blockschaltbild berücksichtigt.

Die Ausgangsspannung unseres Netzgerätes wird mit dem Poti P 1 eingestellt und kann auf der zugehörigen Skala abgelesen werden, während der Strom mit dem Poti P 2 eingestellt und ebenfalls auf der zugehörigen Skala abgelesen werden kann. Was es mit der getrennten Einstellung von Strom und Spannung im einzelnen auf sich hat, darauf gehen wir an einer späteren Stelle noch näher ein.

Eine genauere und damit auch bessere Möglichkeit der Spannungs- bzw. Stromeinstellung ergibt sich, wenn man zwei komforta-

bele digitale Anzeigeelemente — eines für die Spannungsanzeige und eines für die Stromanzeige — einbaut. Die Leiterplatten sind hierfür bereits vorgesehen.

Da digitale Anzeigeelemente im allgemeinen aktive Meßgeräte sind, benötigen Sie allein schon für den Betrieb der 7-Segment-Leuchtdiodenanzeige einen separaten zusätzlichen Strom.

Der Leistungsbedarf, der wahlweise oder auch gemeinsam einsetzbaren Spannungs- und Stromanzeige wird durch den Trafo TR 3 gedeckt, der nur benötigt wird, wenn eine oder beide digitale Anzeigen eingesetzt werden, wobei die Leistung dieses Trafos für den Betrieb von zwei digitalen Anzeigeelementen ausreicht.

## Die Gleichrichtung

Genau wie der Transformator, muß auch der Gleichrichter den Anforderungen der gewünschten Belastung gewachsen sein. Da die Preisunterschiede gering sind, benutzen wir in jedem Fall, auch wenn wir nur 1 A Ausgangsstrom ziehen wollen, den Typ B 40 C 5000/3300. B 40 bedeutet, daß dieser Gleichrichter mit einer Spannung bis zu 40 V betrieben werden kann. C 5000/3300 gibt die mögliche Belastung an, 3300 mA = 3,3 A ungekühlt. Wird der Gleichrichter gekühlt, können 5 A „gezogen“ werden, aber nur dann, wenn auch der Trafo diese Belastung vertragen kann. Bei 17 V/4 A Trafowerten können maximal ca. 3 A entnommen werden, dies aber souverän auch im Dauerbetrieb.

C 1 ist als Ladekondensator mit 4700 µF groß genug bemessen, um eine gute Siebung und Glättung zu erreichen. Diese Glättung ist für den Betrieb unserer elektronischen Schaltungen an unserer Modellbahnanlage keineswegs ausreichend, so daß die nachgeschaltete Elektronik erforderlich ist.

Die ausführliche Beschreibung der Elektronik sowie den praktischen Aufbau unseres Netzgerätes veröffentlichen wir in der kommenden Ausgabe. Einen kleinen Vorgeschmack auf dieses wirklich qualifizierte Netzgerät geben Ihnen, verehrte Leser, die Fotos, die die höchste Ausbaustufe zeigen.