



# Blei-Gel-Ladegerät BGL 7000

**Zum vollautomatischen Laden speziell  
von Blei-Gel-Akkus (6 V und 12 V) ist dieses  
Ladegerät konzipiert.**

## Allgemeines

Die maximale Lebensdauer von Blei-Gel-Akkus ist nur unter optimalen Ladebedingungen erreichbar, wobei für die teuren Energiespeicher das Überladen besonders schädlich ist. Wird der Blei-Gel-Akku hingegen ohne Ausgleichs- bzw. Erhaltungsladung über einen längeren Zeitraum gelagert, so entsteht ein erheblicher Kapazitätsverlust durch Selbstentladung. Bei jahrelanger Lagerung kann das sogar zur Zerstörung des Akkus führen.

Mit dem BGL 7000 wird der angeschlossene Akku immer im voll geladenen Zustand gehalten und steht dann, wenn er benötigt wird, mit der vollen Leistung zur Verfügung.

Entladene Blei-Gel-Akkus werden aufgrund der extrem steilen Stromspannungskurve zunächst mit einem Konstantstrom geladen. Ab Erreichen der Erhaltungsladespannung von 2,23 V je Zelle erfolgt die Konstantspannungsladung. Sobald die Erhaltungsladespannung von 2,23 V je Zelle

erreicht ist, tritt dann der charakteristische Stromabfall auf.

Solange der zu ladende Akku während des Ladevorgangs noch eine relativ hohe Stromaufnahme aufweist, d. h. noch genügend Energie speichern kann, ist die beschleunigte Ladung mit bis zu 2,35 V je Zelle zulässig.

Das BGL 7000 arbeitet nach dem zuvor beschriebenen Ladeprinzip, d. h. es wird zuerst mit einem in 12 Stufen von 0,1 A bis 1,4 A einstellbaren Konstantstrom geladen. Alsdann erfolgt die Ausgleichsladung mit erhöhter Zellenspannung, und zuletzt wird der angeschlossene Akku durch Er-

haltungsladung ständig im Voll-Zustand gehalten.

Mit Hilfe der Leuchtdioden „Laden“, „Ausgleichsladung“ und „Voll“ erfolgt die Anzeige des aktuellen Ladestatus. Des Weiteren wird eine Verpolung des Akkus sowie das Ansprechen der elektronischen Temperatursicherungen für die Endstufe und den Netztransformator auf der Frontplatte des BGL 7000 angezeigt.

Dank der übersichtlich gestalteten Frontplatte ist die Bedienung des Ladegerätes sehr einfach. Es sind lediglich der Akku polaritätsrichtig an die zugehörigen Anschlußbuchsen (Polklemmen) anzuschließen und die Nennspannung (6 V oder 12 V) sowie der gewünschte Ladestrom einzustellen. Der komplette Ladezyklus läuft dann vollautomatisch ab.

Das Ladegerät verfügt über einen integrierten Verpolungsschutz mit Leuchtdiodenanzeige, wobei eine Verpolung weder den Akku noch das Ladegerät beschädigen kann.

## Schaltung

In Abbildung 1 ist das komplette Schaltbild des vollautomatisch nach dem Prinzip eines linear geregelten Netzteils arbeitenden Blei-Gel-Ladegerätes zu sehen.

Die an der 2poligen Netz-Anschlußklemme KL 1 zugeführte 230V-Netz-Wechselspannung gelangt über den 2poligen Schalter S 1 und die Schmelzsicherung SI 1 auf die Primärwicklung des Leistungs-Transformators TR 1. Während die mit T 2 aufgebaute Lade-Endstufe aus der 8,5V/3,5A-Sekundärwicklung versorgt wird, dient eine weitere Sekundärwicklung mit Mittelanzapfung zur Versorgung der Regелеlektronik.

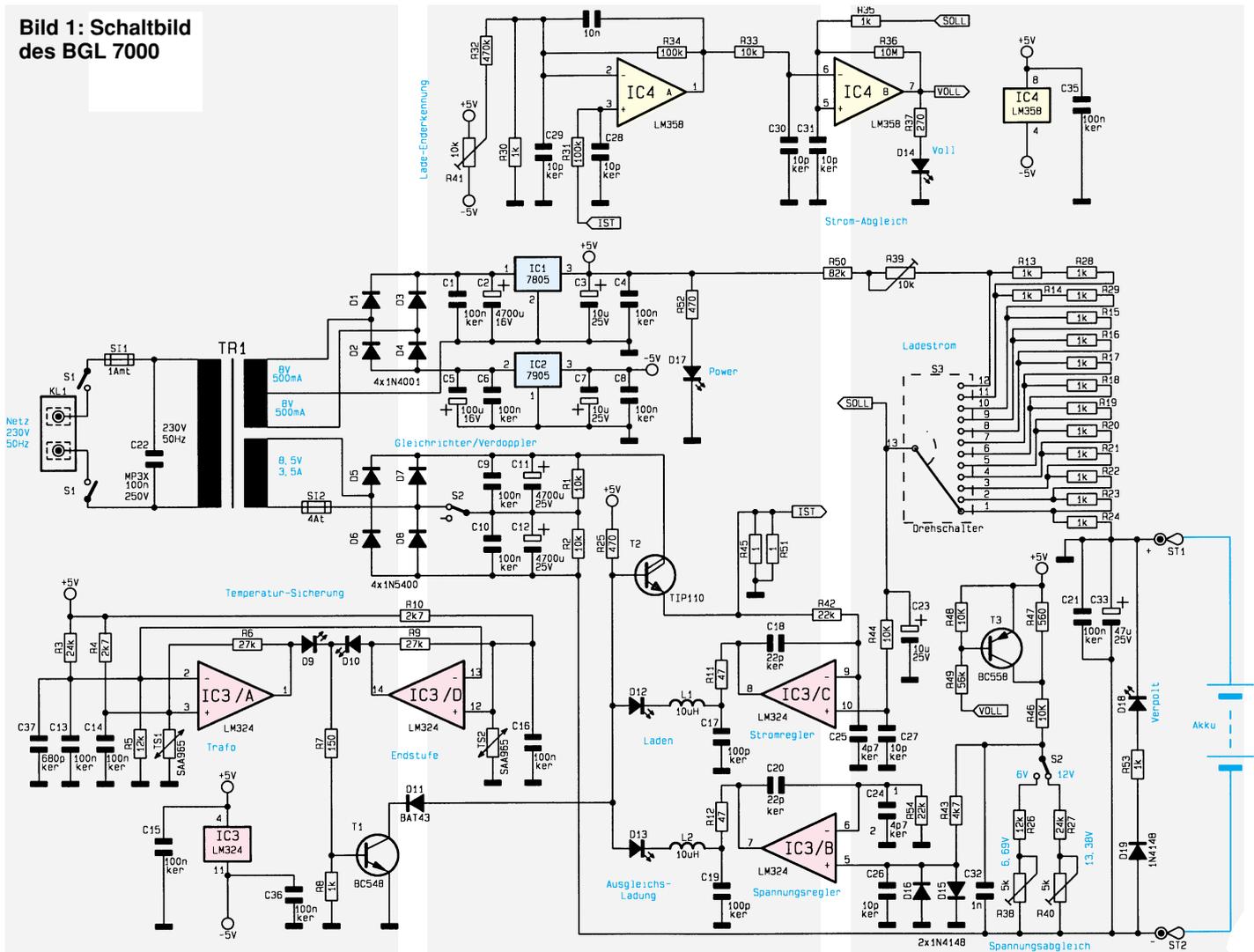
Betrachten wir zuerst die obere Wicklung (2 x 8 V/0,5 A), wo mit den Dioden D 1 bis D 4 sowohl für den positiven als auch für den negativen Zweig eine Zweiweg-Gleichrichtung realisiert ist. Die un-stabilisierten Spannungen gelangen dann auf die Ladeelkos C 2, C 5 sowie die Eingänge der Festspannungsregler IC 1 und IC 2.

Am Ausgang des Reglers IC 1 steht eine stabilisierte Spannung von +5 V und am Ausgang des IC 2 eine negative Spannung in der gleichen Höhe zur Versorgung der

## Technische Daten: Blei-Gel-Ladegerät BGL 7000

Akku-Nennspannung:	..... wahlweise 6 V oder 12 V
Ladestrom:	..... einstellbar in 12 Stufen von 0,1 A bis 1,4 A
Ladeverfahren:	..... Konstantstrom/Konstantspannung
Ladespannung:	..... 7,05 V/14,1 V
Erhaltungsladespannung:	..... 6,69 V/13,38 V
Anzeigefunktion:	..... Voll, Ausgleichsladung, Laden, Temp. Trafo, Temp. Endstufe, Verpolt
Abmessungen (BxHxT):	..... 272 x 92 x 150 mm

**Bild 1: Schaltbild des BGL 7000**



Regelelektronik zur Verfügung. An den Ausgängen der Spannungsregler dienen die Kondensatoren C3, C4, C7 und C8 zur Stabilisierung und Schwingneigungsunterdrückung.

Die über R 52 mit Spannung versorgte Leuchtdiode D 17 übernimmt die Betriebsanzeige des BGL 7000.

Die zweite Wicklung des Netztransformators (8,5 V / 3,5 A) versorgt die Leistungsstufe des BGL 7000, wobei die Spannung über die Sicherung SI 2 auf die Dioden D 5 bis D 8 gelangt.

Bei geöffnetem Schalter S 2 arbeiten die Dioden als Brückengleichrichter, und die Schaltung liefert eine Gleichspannung, die in etwa der halben Maximalspannung entspricht. In dieser Schalterstellung sind die Ladeelkos C 11 und C 12 in Reihe geschaltet.

Bei geschlossenem Schalter S 2 (12 V) arbeitet die Schaltung als Spannungsverdoppler, und die Leerlaufspannung steigt dann ungefähr auf den doppelten Wert an.

Die Ladespannung gelangt direkt auf den Kollektor des Darlington-Endstufentransistors T 2. In der Emitter-Leitung der als Längsregler ausgeführten Endstufe sind die Widerstände R 45 und R 51 eingefügt,

um eine stromproportionale Meßspannung für den I-Regler zu gewinnen.

Die auf Schaltungsmasse bezogene positive Meßspannung gelangt über R 42 auf den invertierenden Eingang (Pin 9) des für die Stromregelung zuständigen Operationsverstärkers IC 3 C. Eventuelle Schwingneigungen des Reglers werden mit C 18 unterdrückt.

Über R 44 erfolgt die Sollwertvorgabe für den maximal zulässigen Ausgangsstrom am nicht-invertierenden (+)-Eingang (Pin 10) des OPs. Hochfrequente Störeinkopplungen auf die OP-Eingänge werden mit C 25 und C 27 verhindert.

Mit Hilfe des auf der Frontplatte befindlichen 12stufigen Drehschalters S 3 kann in Verbindung mit der Widerstands-Teilerkette R 13 bis R 24, R 28, R 29, R 50 und dem Trimmer R 39 der Sollwert exakt vorgegeben werden. Solange der Stromregler aktiv ist, leuchtet die LED D 12 (Laden).

Die Funktion des Stromreglers ist einfach und am besten anhand eines kompletten Regelzyklus zu verdeutlichen.

Dazu nehmen wir an, daß der an die Anschlußklemmen des BGL 7000 angeschlossene Akku weitestgehend entladen

ist und daher den Ausgang niederohmig belastet. In unserem Beispiel nehmen wir weiter an, daß mit S 3 der Sollwert des Stromes auf 1 A eingestellt ist.

Erreicht nun der Ausgangsstrom den eingestellten Maximalwert, entspricht dies einem Spannungsabfall von 500 mV an den Emitter-Widerständen (R 45/R 51). Sobald der Spannungsabfall den Sollwert geringfügig übersteigt, strebt der Ausgang des Stromreglers in Richtung negativer Spannung. D 12 wird leitend und ein Teil des über R 25 in die Basis von T 2 hineinfließenden Stromes fließt über D 12, L 1, R 11 und den Ausgang des Operationsverstärkers IC 3 C ab.

Der Ausgang von IC 3 C (Pin 8) wird aber nur so weit negativ, daß der Ausgangsstrom der Endstufe an R 45, R 51 gerade einen Spannungsabfall von 500 mV hervorruft. An den beiden OP-Eingängen erhalten wir dann ein Spannungsgleichgewicht. Der Stromregler arbeitet, solange der angeschlossene Akku den maximal zur Verfügung gestellten Strom aufnehmen kann.

Wird der maximal zulässige Ladestrom nicht mehr erreicht, arbeitet das Ladegerät als Spannungskonstanter. Dem Akku wird

dann bei maximaler Ladespannung (2,35 V je Zelle) eine Ausgleichsladung zugeführt. Die Leuchtdiode D 12 erlischt und die LED D 13 (Ausgleichsladung) leuchtet auf.

Für die Spannungsregelung ist der Operationsverstärker IC 3 B zuständig, dessen nicht-invertierender Eingang (Pin 6) an Schaltungsmasse (entsprechend der positiven Ausgangsklemme) liegt.

Solange der angeschlossene Akku nicht vollständig geladen ist, d. h. mehr als 1/100 des eingestellten Maximalstromes aufnimmt, wird der Widerstand R 47 mit dem durchgesteuerten Transistor T 3 überbrückt. Die eingezeichnete Schalterstellung von S 2 ist die 12V-Stellung.

Es gelangt die negative Ausgangsspannung über R 40, R 27, S 2 und die stabilisierte Spannung von 5 V über T 3, R 46 auf den gemeinsamen Summationspunkt (Verbindung S 2, R 46). Die aufsummierte Spannung wird über R 43 dem nicht-invertierenden Eingang des Spannungsreglers zugeführt.

Solange an IC 3 B, Pin 5 eine positive Spannung gegenüber Schaltungsmasse anliegt, strebt der Ausgang (Pin 7) in positive Richtung, und die Ausgangsspannung des BGL 7000 erhöht sich, während bei negativer Spannung an Pin 5 die Ausgangsspannung sinkt. Bei Erreichen der mit R 40 bzw. R 38 einstellbaren Akku-

Nennspannung stellt sich an den OP-Eingängen ein Spannungsgleichgewicht ein.

Für die Lade-Enderkennung des BGL 7000 ist die mit IC 4 aufgebaute Schaltung zuständig. Zunächst nimmt IC 4 A eine 101fache Verstärkung der an R 45, R 51 abfallenden ladestrom-proportionalen Spannung vor. Die verstärkte Spannung wird über R 33 dem Minuseingang des Komparators IC 4 B zugeführt und mit der am Plus-Eingang (Pin 5) anliegenden Sollwert-Vorgabe verglichen.

Der Ausgang des Komparators nimmt High-Pegel an, wenn der aktuell fließende Ladestrom unter 1 % des eingestellten Maximalstromes sinkt. Die LED D 14 leuchtet, und der Transistor T 3 wird gesperrt.

Dadurch verringert sich die Ausgangsspannung des Ladegerätes von 2,35 V je Zelle auf 2,23 V je Zelle (Erhaltungsladung). Bei dieser Ladespannung darf der Akku unbegrenzt am Ladegerät angeschlossen bleiben.

Mit Hilfe der Leuchtdiode D 18 wird eine Verpolung des angeschlossenen Akkus angezeigt.

Die Temperaturüberwachung des Netztransformators und der Ladeendstufe wird mit IC 3 A, IC 3 D und externer Beschaltung vorgenommen.

Über den Spannungsteiler R 3, R 5 liegen die invertierenden Eingänge auf ca.

1,67 V. Die jeweils am nicht-invertierenden Eingang angeschlossenen Temperatursensoren werden über R 4 und R 10 mit Spannung versorgt.

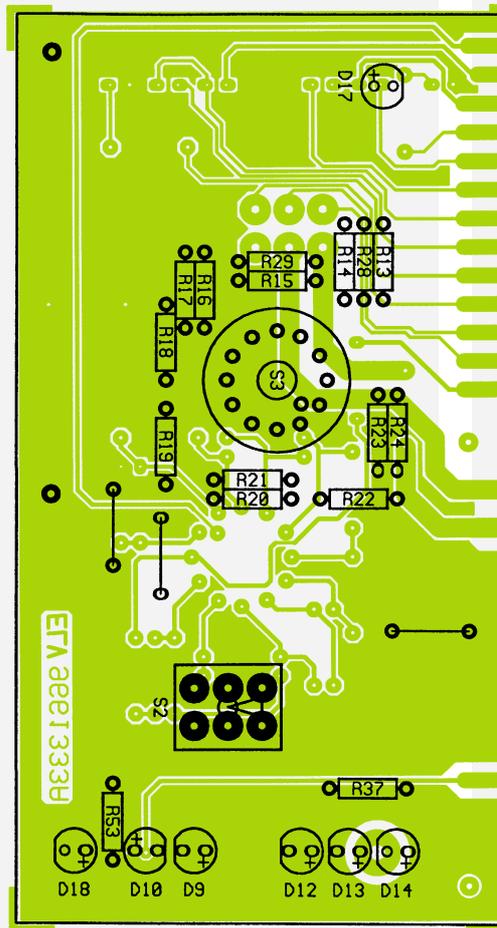
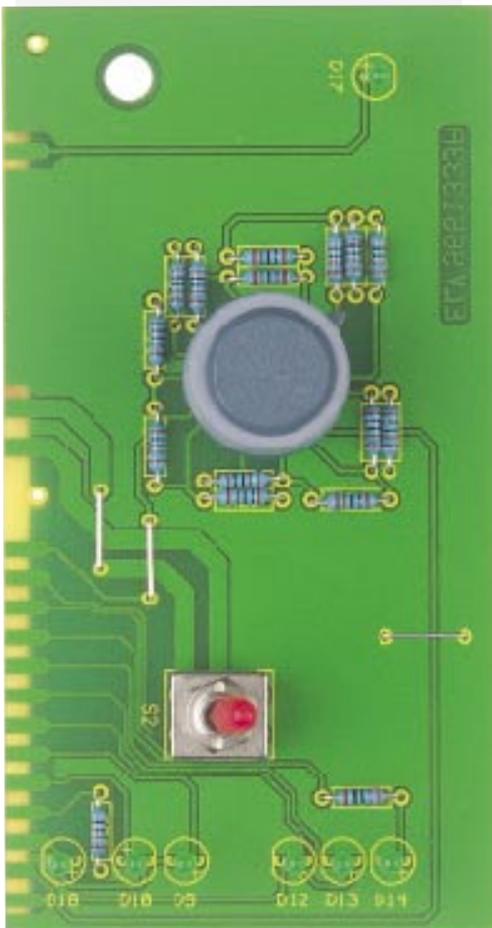
Mit steigender Temperatur werden die Sensoren hochohmiger, und die Spannung an den nicht-invertierenden Eingängen steigt proportional zur Temperatur an. Sobald die Spannung an Pin 3 oder an Pin 12 die Schwelle von 1,67 V übersteigt, wechselt der betreffende Komparatorausgang von „Low“ nach „High“, und die zugehörige Leuchtdiode (D 9, D 10) leuchtet. Die beiden Widerstände R 6, R 9 sorgen für eine ausreichend großen Schalthysterese (ca. 20 °C).

Bei Übertemperatur (Trafo oder Endstufe) wird dann über R 7 der Transistor T 1 durchgesteuert, der wiederum über D 11 dem Endstufentransistor T 2 den Basisstrom entzieht und somit die Lade-Endstufe abschaltet.

### Nachbau

Zum praktischen Aufbau des Blei-Gel-Ladegerätes BGL 7000 stehen eine große Basisplatine und eine kleinere Frontplatine zur Aufnahme der Bedien- und Anzeigeelemente zur Verfügung. Die Bestückung ist einfach, und abgesehen von der Netzzuleitung und den beiden Ausgangspolklemmen ist keine Verdrahtung erforderlich. Der Aufbau erfolgt genau anhand der beiliegenden Stückliste und dem Bestückungsplan bzw. dem Bestückungsaufdruck auf der Leiterplatte.

**Achtung:** Aufbau und Inbetriebnahme des BGL 7000 dürfen aufgrund der darin frei geführten lebensgefährlichen Netzspannung ausschließlich von Fachleuten durchgeführt werden, die hierzu aufgrund ihrer Ausbildung befugt sind. Die geltenden VDE- und Sicherheitsvorschriften sind unbedingt zu beachten.



Frontplatine des BGL 7000 mit zugehörigem Bestückungsplan



Basisplatine des BGL 7000

Wir beginnen die Bestückung der Basisplatine mit dem Einlöten der Brücken aus versilbertem Schaltdraht. Danach folgen die 1%igen Metallfilmwiderstände, die vor dem Einsetzen auf Rastermaß abzuwinkeln sind. Nach dem Verlöten der Anschlußbeinchen werden die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstelle abgeschnitten.

Als dann sind die Folien- und Keramik-kondensatoren einzulöten. Bei den Keramik-kondensatoren ist dabei auf möglichst kurze Anschlußbeinchen zu achten.

Die beiden Festinduktivitäten L 1 und L 2 sehen von der Bauform wie bedrahtete Widerstände aus (sind leicht zu verwechseln) und müssen daher sorgfältig identifiziert werden, was letztendlich für alle Komponenten gilt.

Es folgen die an der Katodenseite gekennzeichneten Dioden, wobei D 5 bis D 8 mit ca. 5 mm Platinenabstand einzusetzen sind.

Die beiden Spannungsregler (IC 1, IC 2) sind vor dem Verlöten der Anschlußbeinchen in liegender Position auf die Platine zu montieren.

Danach werden die Kleinleistungs-Transistoren und die Trimmer eingelötet.

Die durch eine Gehäusekerbe gekennzeichneten integrierten Schaltkreise werden entsprechend dem Symbol im Bestückungsdruck eingesetzt.

Ebenfalls ist beim Bestücken der am Minuspol gekennzeichneten Elkos auf die korrekte Polarität zu achten.

Unter Zugabe von reichlich Lötzinn erfolgt die Montage der beiden Platinensicherungshalter, des Netzschalters und der Netzschraubklemme.

Nach Einsetzen der beiden Sicherungen erhält die Netzsicherung (SI 1) eine Kunststoffabdeckung.

Nun wird der Leistungsnetztransformator montiert. Dazu sind 4 Schrauben M4x45 mm von der Platinenunterseite einzustecken und auf der Oberseite je mit einer 15 mm langen, vernickelten Messing-Distanzhülse zu bestücken. Darauf folgt der Trafo, dessen Anschlußpins gerade in die zugehörigen Bohrungen ragen müssen. Erst nach Anziehen der zugehörigen Muttern auf der Trafooberseite erfolgt das Verlöten der Anschlußpins unter Zugabe von reichlich Lötzinn.

Kommen wir nun zur Montage des Leistungskühlkörpers, wo zuerst der Endstufentransistor T 2 und der Temperatursensor TS 2 anzuschrauben sind. Der Transistor wird zur elektrischen Isolation mit Glimmerscheibe und Isoliernippel montiert, wobei die Glimmerscheibe zur besseren thermischen Kopplung auf beiden Seiten dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen ist. Ebenfalls wird der mit einer Schelle und einer gewindeschneidenden Schraube zu befestigende Temperatursensor an der

abgeflachten Seite dünn mit Wärmeleitpaste bestrichen.

Mit 2 gewindeschneidenden Schrauben erfolgt dann die Befestigung des Kühlkörpers auf der Leiterplatte. Nach der mechanischen Befestigung sind nun die Anschlußpins des Sensors und des Transistors zu verlöten.

Bei der Bestückung der in gleicher Weise zu bearbeitenden Frontplatte ist darauf zu achten, daß der Drehschalter beim Lötvorgang nicht zu heiß wird und die Leuchtdioden einen Abstand von 13 mm, gemessen von der Platinenoberfläche bis zur LED-Spitze, benötigen.

Nach exakter seitlicher Ausrichtung werden die zusammengehörenden Leiterbahnpaare der Basisplatte und der Frontplatte miteinander verlötet. Zur Höhenausrichtung dienen dabei 2 Lötstifte, die mit dem langen Ende voran durch die entsprechenden Bohrungen der Frontplatte zu stecken sind. Beim Verlöten ist darauf zu achten, daß beide Platinen einen rechten Winkel zueinander aufweisen.

Besondere Sorgfalt ist beim Anschluß der 230V-Netzzuleitung geboten. Zuerst ist eine Gummidurchführungsstülpe in die zugehörige Bohrung der Gehäuserückwand zu drücken. Danach wird die 2adrige Netzzuleitung von außen durchgeführt und die äußere Ummantlung entfernt. Die Innendern sind auf 5 mm Länge abzuisolieren und Aderendhülsen aufzuquetschen.

Danach sind die Leitungsenden in die 2polige Schraubklemmleiste zu führen und sorgfältig festzuschrauben.

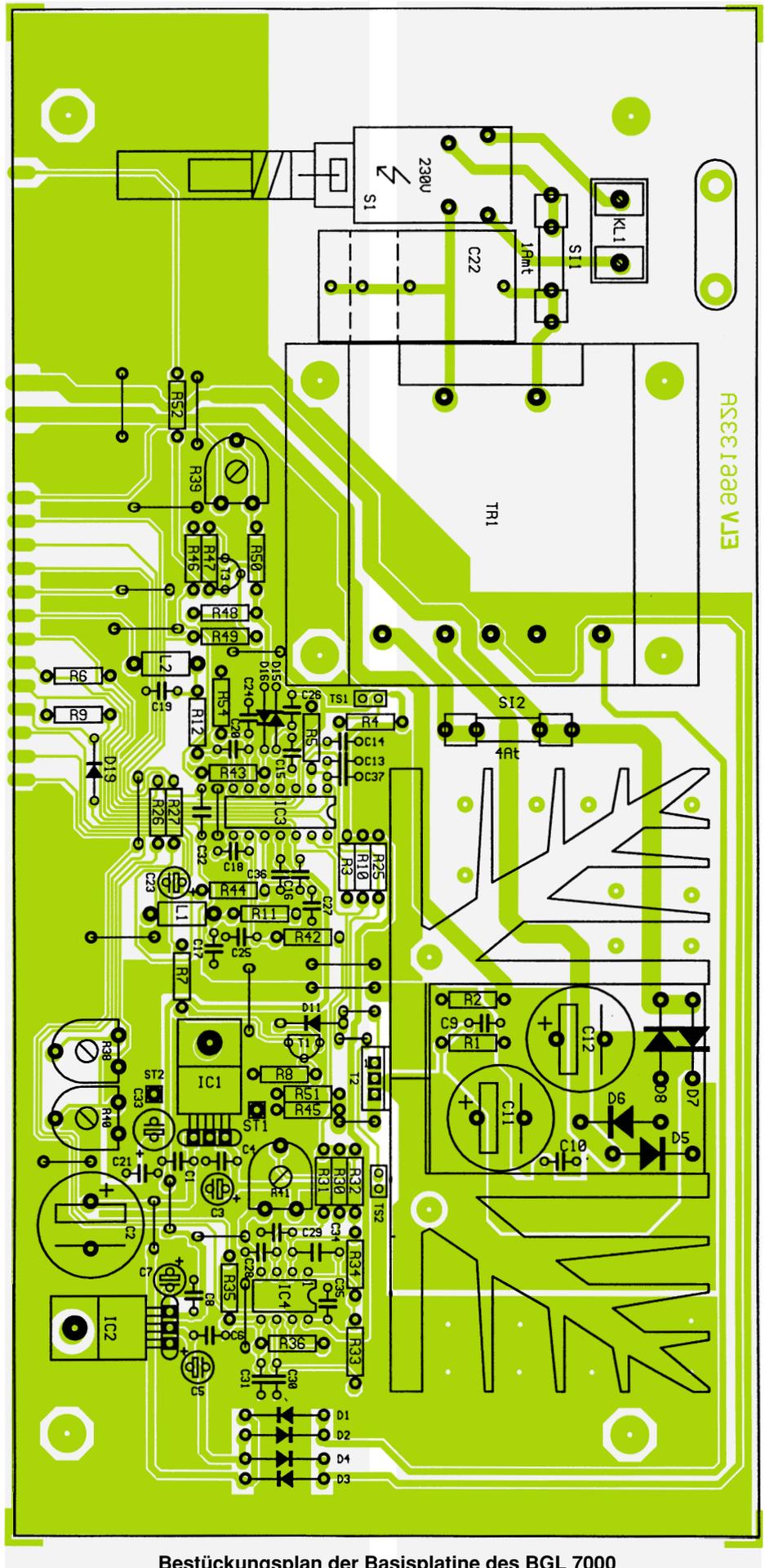
Mit einer Zugentlastungsschelle, 2 Gewindeschrauben M3 x 12 mm und den zugehörigen Muttern wird die äußere Ummantlung der Netzzuleitung auf die Platine festgesetzt.

Die Schubstange des Netzschalters ist entsprechend Abbildung 2 zu biegen und mit einem Kunststoff-Druckknopf und einem Kunststoff-Verbindungsstück zu versehen. Das Verbindungsstück wird dann bis zum Einrasten stramm auf den Netzschalter gedrückt.

Vor der ersten Inbetriebnahme ist eine Überprüfung der so weit fertiggestellten Konstruktion hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler sinnvoll.

Die Polklemmen sind direkt in die bedruckte Frontplatte des BGL 7000 zu schrauben und über 9 cm lange 1adrig isolierte Leitungen mit ST 1 (rote Polklemme) und ST 2 (schwarze Polklemme) der Basisplatte zu verbinden. Der Leitungsquerschnitt sollte mindestens 0,75 mm<sup>2</sup> betragen.

Nun erfolgt der Einbau des Chassis in die Gehäuseunterhalbschale. Dazu sind 4 Schrauben M4 x 70 mm von unten durch die Montagesockel der Unterhalbschale zu führen, und auf der Innenseite folgt je eine



Bestückungsplan der Basisplatte des BGL 7000

## Stückliste: BGL7000

### Widerstände:

1Ω	R45, R51
47Ω	R11, R12
150Ω	R7
270Ω	R37
470Ω	R25, R52
560Ω	R47
1kΩ	R8, R13-R24, R28, R29, R30, R35, R53
2,7kΩ	R4, R10
4,7kΩ	R43
10kΩ	R1, R2, R33, R44, R46, R48
12kΩ	R5, R26
22kΩ	R42, R54
24kΩ	R3, R27
27kΩ	R6, R9
56kΩ	R49
82kΩ	R50
100kΩ	R31, R34
470kΩ	R32
10MΩ	R36
PT10, liegend, 5kΩ	R38, R40
PT10, liegend, 10kΩ	R39, R41

### Kondensatoren:

4,7pF/ker	C24, C25
10pF/ker	C26-C31
22pF/ker	C18, C20
100pF/ker	C17, C19
1nF	C32
10nF	C34
100nF/ker	C1, C4, C6, C8, C9, C10, C13-C16, C21, C35

100nF/250V~/MP3X	C22
10μF/25V	C3, C7, C23
47μF/25V	C33
100μF/16V	C5
4700μF/16V	C2, C11, C12

### Halbleiter:

7805	IC1
7905	IC2
LM324	IC3
LM358	IC4
BC548	T1
TIP110	T2
BC558	T3
1N4001	D1-D4
1N5400	D5-D8
BAT43	D11
1N4148	D15, D16
LED, 3mm, grün	D9, D10, D12-D14, D17, D18

### Sonstiges:

2 Festinduktivitäten, 10μH	L1, L2
SAA965	TS1, TS2
Netzschraubklemme, 2polig	KL1
Polklemmen, 10A, rot	ST1
Polklemmen, 10A, schwarz	ST2
Trafo, 1 x 8,5V/3,5A, 2 x 8V/500mA	TR1
Shadow-Netzschalter	S1
Miniatur-Kippschalter, 2 x um	S2
Miniatur-Präzisionsdrehschalter, 1 x 12	S3

Sicherung, 1A, mittelträge	SI1
Sicherung, 4A, träge	SI2
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse	
1 Druckknopf, 7,2mm ø	
2 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 Sicherungs-Abdeckhaube	
1 Kunststoff-Drehknopf, 21mm, grau	
1 Knopfkappe, 21mm, grau	
1 Gewindestift für Drehknopf	
1 Pfeilscheibe, 21mm, grau	
2 Zylinderkopfschrauben, M 3 x 6 mm	
3 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm	
3 Zylinderkopfschrauben, M 3 x 6 mm, selbstschneidend	
4 Zylinderkopfschrauben, M 4 x 45 mm	
5 Muttern, M3	
4 Muttern, M4	
4 Distanzrollen, Metall, 15mm	
1 Sensorschelle	
1 Isolierbuchse	
1 Glimmerscheibe, TOP66	
2 Lötstifte mit Lötöse	
2 Lötstifte 1,3mm	
1 Kühlkörper, SK88, bearbeitet	
1 Zugentlastungsbügel	
1 Kabeldurchführungsstülpe	
1 Netzkabel, 2 adrig	
9cm Schaltdraht, ST1 x 1,5mm <sup>2</sup> , rot	
9cm Schaltdraht, ST1 x 1,5mm <sup>2</sup> , schwarz	
55cm Silberdraht, blank, versilbert	

1,5 mm dicke Polyamidscheibe. Darauf wird das Chassis des BGL 7000 gesetzt. Die Front- und Rückplatte müssen sicher in die zugehörigen Führungsnuten einrasten.

### Abgleich

Zum Abgleich des BGL 7000 sind ein entladener 6V-Blei-Gel-Akku und ein Multimeter mit 2A-Strommeßbereich und 20V-Spannungsmeßbereich erforderlich. Der eigentliche Abgleich ist einfach und in wenigen Minuten durchführbar.

Im ersten Schritt werden der Akku mit in Reihe geschaltetem Amperemeter ans Ladegerät angeschlossen, der Spannungswahlschalter in Stellung 12V und der

Stromschalter zum Einstellen des Ladestromes in die 1A-Schalterstellung gebracht. Nach Einschalten des BGL 7000 muß dann die LED „Laden“ aufleuchten.

Mit Hilfe des Trimmers R 39 ist nun der Ladestrom auf 1,00 A ( $\pm 10$  mA) einzustellen.

Im zweiten Abgleichschritt ist der Ausgang des BGL 7000 mit 1/100 des eingestellten Maximalstromes zu belasten, d. h. in der 1A-Schalterstellung dürfen noch 10 mA fließen. Zum Abgleich ist der Ausgang des BGL 7000 dann mit einer Reihenschaltung, bestehend aus Amperemeter (200mA-Meßbereich), 1kΩ-Widerstand und 1kΩ-Trimmer zu beschalten. Der Trimmer wird nun so eingestellt, daß genau 10 mA fließen. Danach ist R 41 so abzugleichen, daß die LED „Voll“ gerade zu leuchten beginnt.

Anschließend wird bei offenem BGL-Ausgang in der 12V-Schalterstellung die Ausgangsspannung mit R 40 auf 13,38 V ( $\pm 0,04$  V) eingestellt. Nach Umschalten auf 6 V ist der Ausgangsspannungsabgleich mit R 38 auf 6,69 V ( $\pm 0,02$  V) vorzunehmen. Der Abgleich ist damit bereits vollständig abgeschlossen, und nach Ziehen des Netzsteckers kann die Gehäuseendmontage erfolgen.

### Endmontage

Auf die 4 im Chassis hochstehenden Gehäuseschrauben wird jeweils ein 60 mm langes Distanzrollchen gesetzt. Danach ist die Gehäuseoberhalbschale mit nach hinten weisendem Lüftungsgitter aufzusetzen und in jeden Montagesockel eine M4-Mutter einzulegen. Die Gehäuseschrauben sind mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers nacheinander auszurichten und von unten fest zu verschrauben.

In die nicht genutzten Mittel-Montageöffnungen des Oberteils ist je ein Abdeckzylinder flächenbündig einzupressen.

Die Gummifüße sind in die Bohrungen der Fußmodule zu führen und auf der Innenseite bis zum Einrasten mit einer Zange anzuziehen.

Nach Einsetzen der Abdeck- und Fußmodule bleibt nur noch der Bedienknopf des 12stufigen Drehschalters zu montieren. Die Schalterachse ist zuvor auf die erforderliche Länge von 13 mm zu kürzen, entsprechend 10 mm aus der Frontplatte vorstehend. Der praktische Aufbau ist damit abgeschlossen, und dem Einsatz dieses hochwertigen Ladegerätes steht nichts mehr entgegen.

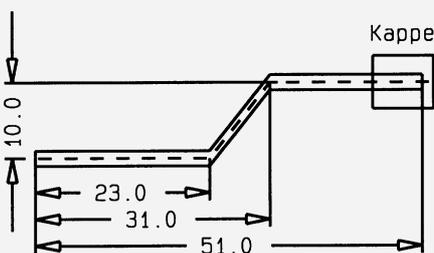


Bild 2: Schubstange des Netzteils