



## 3-Kanal-Lichtorgel LO 200

*Wir haben uns einem der klassischen Elektronikprojekte gewidmet und stellen an dieser Stelle eine mit relativ wenig Aufwand zu realisierende und dennoch technisch interessante 3-Kanal-Lichtorgel mit 200W-Ausgangsleistung je Kanal vor. Besonderer Wert wurde auf den sicheren Nachbau und die Einhaltung geltender VDE-Vorschriften gelegt. Die NF-Steuerung erfolgt wahlweise über das eingebaute Mikrofon oder über einen externen NF-Eingang, so daß ein universeller Einsatz in Heim und Discothek möglich ist.*

### Immergrünes Thema - noch besser gemacht

Kennen Sie auch den Satz der Verkäuferin: „Wird immer wieder gern genommen“? So ähnlich ist es wohl auch mit dem Thema Lichtorgel.

Obwohl es nahezu unendlich viele Fertigergeräte gibt, reizt der Selbstbau sowohl Einsteiger als auch den „alten Hasen“ immer wieder (letztere bauen wohl jetzt die dritte Generation Lichtorgeln für den Einzel).

Diesen Tenor entnahmen wir der letzten Leserumfrage und haben uns daran gemacht, das immergrüne Thema mit modernen Mitteln, so unaufwendig und gleich-

zeitig so sicher wie möglich, neu aufzuleben.

Und wenn schon Klassiker, dann richtig. Wir entscheiden uns für die bewährte Kanalaufteilungsvariante in 3 Kanäle für Tiefen, Mitten und Höhen, denen man meist die Lampenfarben Rot, Gelb und für die Höhen Blau oder Grün zuordnet.

Oberste Priorität genießt dabei heute die Netztrennung von Steuer- und Leistungs- teil, um jegliche Gefährdung des späteren Benutzers auszuschließen. Gerade um diese Hürde machen viele käufliche Fertigergeräte einen Bogen und bieten ihre Geräte nur vollisoliert mit eingebautem Mikrofon an. Dessen Frequenzgangcharakteristik kann den ambitionierten Musikfreund jedoch nicht immer befriedigen, bei Kopfhö-

rerbetrieb der Musikanlage ist so eine Lichtorgel gar nicht nutzbar.

Durch die hier realisierte konsequente Netztrennung ist es aber möglich, der neuen ELV-Lichtorgel einen NF-Eingang zu spendieren, der den problemlosen Anschluß an Lautsprecher- und Kopfhörerausgänge wie auch an Line-Ausgänge möglich macht.

#### Technische Daten:

Spannungsversorgung: ..... 230 V AC /  
max. 2,6 A  
Ausgänge: ..... 3 x 230 V AC / 200 W  
Ansteuerung: ...eingebautes Mikrofon,  
externer NF-Eingang  
Abmessungen (Gehäuse):  
225 x 40 x 165 mm

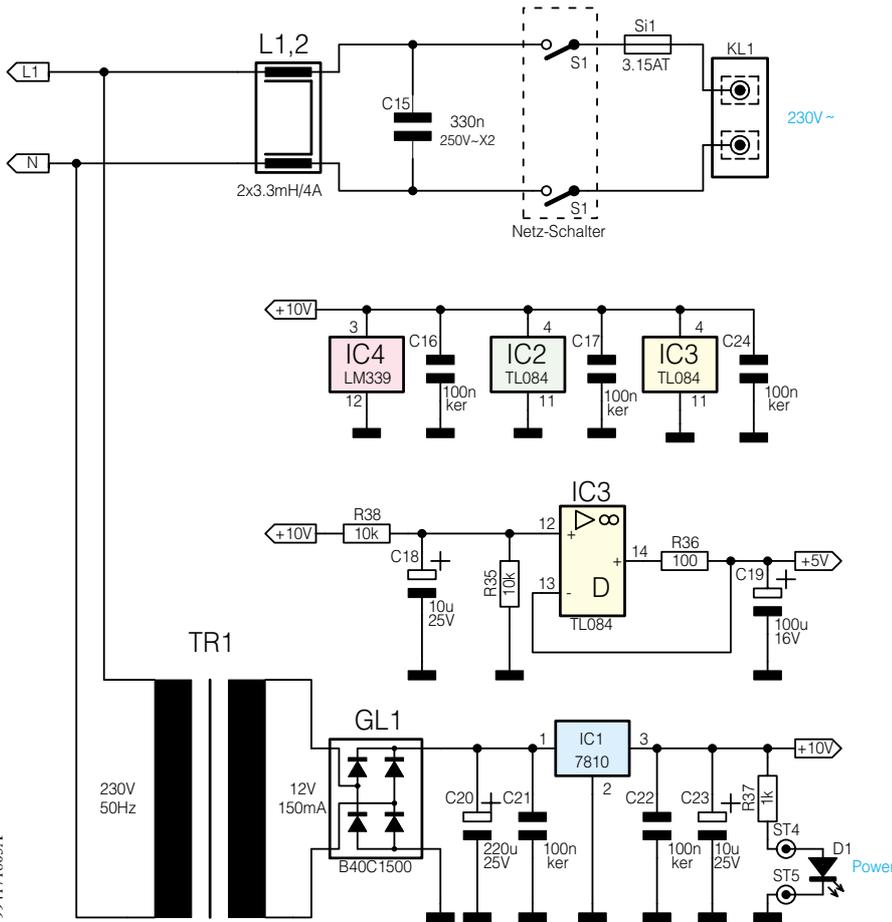


Bild 1: Netzteil der Lichtorgel LO 200

Signal gelangt direkt über den Koppelkondensator C 4 auf den Pegelregler R 9. Die vom Eingang BU 2 kommenden Signale passieren zuvor einen Spannungsteiler mit R 6 und R 7, so daß dieser Eingang auch für den Anschluß an den Lautsprecherausgang eines Verstärkers geeignet ist. Dem Pegelregler R 9 ist ein Pufferverstärker (Impedanzwandler) IC 2 B nachgeschaltet.

Das eingebaute Elektret-Mikrofon MIC 1 wird über den Widerstand R 1 mit seiner Betriebsspannung versorgt. Die Ausgangssignale (ST 1) des Mikrofons gelangen über C 2 auf den nicht invertierenden Eingang (+) des Operationsverstärkers IC 2 A, der eine Verstärkung des Mikrofonsignals um ca. 40 dB vornimmt. Das verstärkte Signal erreicht dann über C 25 den Pegelregler R 8. Über R 10 bzw. R 11 gelangen sowohl das interne wie auch das externe verstärkte NF-Signal auf den Summiervverstärker IC 2 C, der nochmals eine Verstärkung um 20 dB vornimmt.

Der dritte und umfangreichste Schaltungsteil schließlich ist in Abbildung 3 gezeigt. Für die verschiedenen Frequenzbereiche steht jeweils ein aktives Filter zur Verfügung. Der Operationsverstärker IC 2 D und die Zusatzbeschaltung (C 12, C 6, R 14 und C 15) bilden ein Tiefpaß-Filter mit einer Grenzfrequenz von 200 Hz. Das Filter für die mittleren Frequenzen (400 Hz - 2,6 kHz) besteht aus der Reihenschaltung eines Hochpasses (IC 3 A, C 7, C 8, R 16 und R 18) und eines Tiefpasses (IC 3 B, C 9, C 13, R 19 und R 21). Für das Hochpaß-Filter, welches nur Frequenzen über 2,2 kHz passieren läßt, sind IC 3 C, C 10, C 11, R 17 und R 20 zuständig.

Die Ausgangssignale dieser drei Filter-

## Schaltung

Die Schaltung (siehe Schaltbild Abbildungen 1, 2 und 3) der Lichtorgel ist aus Sicherheitsgründen in ein Nieder- und ein Netzspannungsteil unterteilt, die galvanisch durch Optokoppler (IC 5 bis IC 7) getrennt sind. Hierdurch führt nur ein kleiner Teil der Schaltung die gefährliche 230V-Netzspannung und ein sonst üblicher, aufgrund der hohen Anforderungen an die Spannungsfestigkeit auch teurer, NF-Übertrager kann entfallen.

Die Spannungsversorgung der Schaltung ist in Abbildung 1 dargestellt.

Über den Anschluß KL 1 wird die 230V-Netzspannung zugeführt. Die Doppelspule L 1, L 2 und der Kondensator C 15 bilden einen Filter, das eventuell auftretende Störspannungen unterdrückt. Der Trafo TR 1 liefert eine Wechselspannung in Höhe von 12 V. Nach der Gleichrichtung durch GL 1 und anschließender Siebung mit C 20 und C 21 erfolgt eine Spannungsstabilisierung durch IC 1 auf 10 V. Die Leuchtdiode D 1 signalisiert den Betriebszustand (Power).

Die benötigte virtuelle Masse (5 V) für die Operationsverstärker wird von IC 3 D erzeugt, der als Spannungsfolger arbeitet.

Die Ansteuerung durch Musik (NF-Signal) kann wahlweise durch das eingebaute

te Mikrofon oder über den externen NF-Eingang (Line-In) erfolgen. Wie im Schaltbild (Abbildung 2) gezeigt, stehen zwei Eingänge zur Verfügung, die wahlweise für niedrige NF-Spannungen (BU 1, Low) oder für hohe NF-Spannungen (BU 2, High) ausgelegt sind. Das von BU 1 kommende

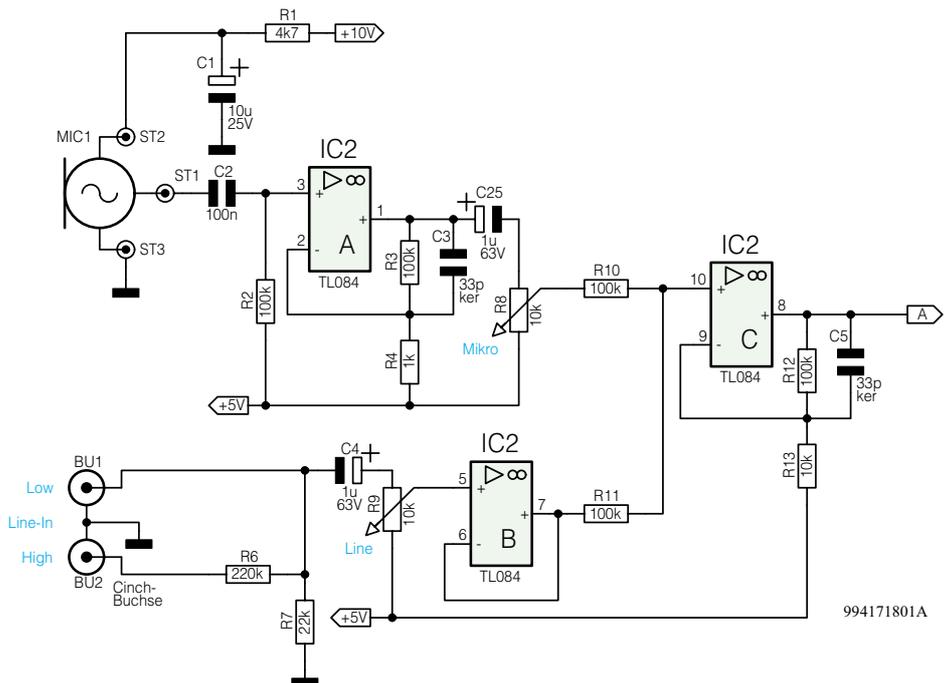
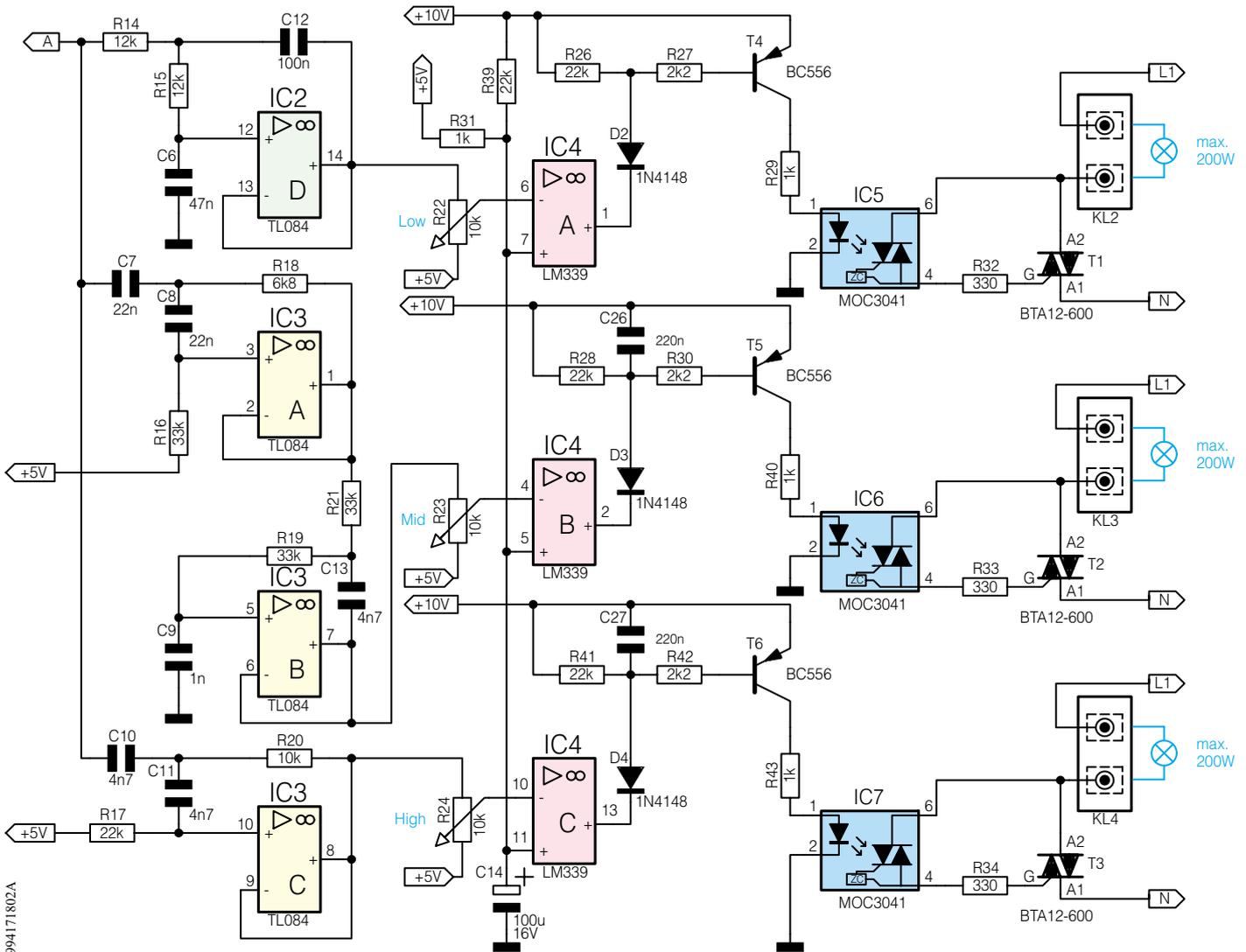


Bild 2: NF-Eingangstufe der Lichtorgel LO 200



**Bild 3: Frequenzweiche und Ansteuerlogik der Lichtorgel LO 200**

stufen gelangen über je ein Poti (R 22, R 23 und R 24), die zur Einstellung der Kanal- bzw. Ansprech-Empfindlichkeit dienen, auf die invertierenden (-) Eingänge der Komparatoren (IC 4 A, IC 4 B und IC 4 C). Die nachfolgenden Stufen sind für alle drei Kanäle identisch aufgebaut, weshalb wir uns nur auf die Beschreibung eines Kanals beschränken wollen. Steigt z. B. die positive Wechselspannung an Pin 6 (IC 4 A) über den fest eingestellten Spannungswert an Pin 7, der mit R 31 und R 39 bestimmt wird, dann schaltet der Komparatorausgang Pin 1 (IC 4 A) auf Low (Open-Kollektor-Ausgang). Infolgedessen kann ein Strom durch die Emitter-Basis-Strecke von T 4, den Widerstand R 27 und die Diode D 2 fließen, und der Transistor T 4 schaltet durch. Dieser wiederum steuert über R 29 die Sendodiode des Optokopplers IC 5 an. Auf der Empfängerseite des Optokopplers befindet sich ein Foto-Triac, der über R 32 den Triac T 1 zündet und so über den an KL2 angeschlossenen Verbraucher (Lampe) an die Netzspannung (230V) schaltet. Das „Innenleben“ des Optokopplers IC 5 ist in Wirklichkeit etwas umfangreicher,

als es im Schaltbild dargestellt ist. Eine spezielle Schaltung (Nullpunktschalter) im Optokoppler sorgt dafür, daß der angeschlossene Triac tatsächlich nur im Nulldurchgang der Wechselspannung gezündet wird. Dies hat gegenüber einer Phasenanschnittsteuerung den Vorteil, daß weniger Störungen entstehen. Somit kann man auf eine sonst nötige Entstörung (Drosselspule) am Ausgang verzichten.

Die beiden Ausgangsstufen für die mittleren und die hohen Frequenzen besitzen zusätzlich zwei Kondensatoren (C 26 und C 27), die die Ansteuerimpulse für die Optokoppler „verlängern“. Hierdurch zünden die Triacs auch bei sehr kurzen Impulsen vollständig, da der Nullpunktschalter erst bei einem Nulldurchgang schaltet. Auch das Gesamtbild des Lichterspiels der Lichtorgel wirkt so homogener.

**Achtung!** Da die gesamte Schaltung lebensgefährliche 230V-Netzwechselspannung führt, darf sie nur von Personen aufgebaut und in Betrieb genommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind!

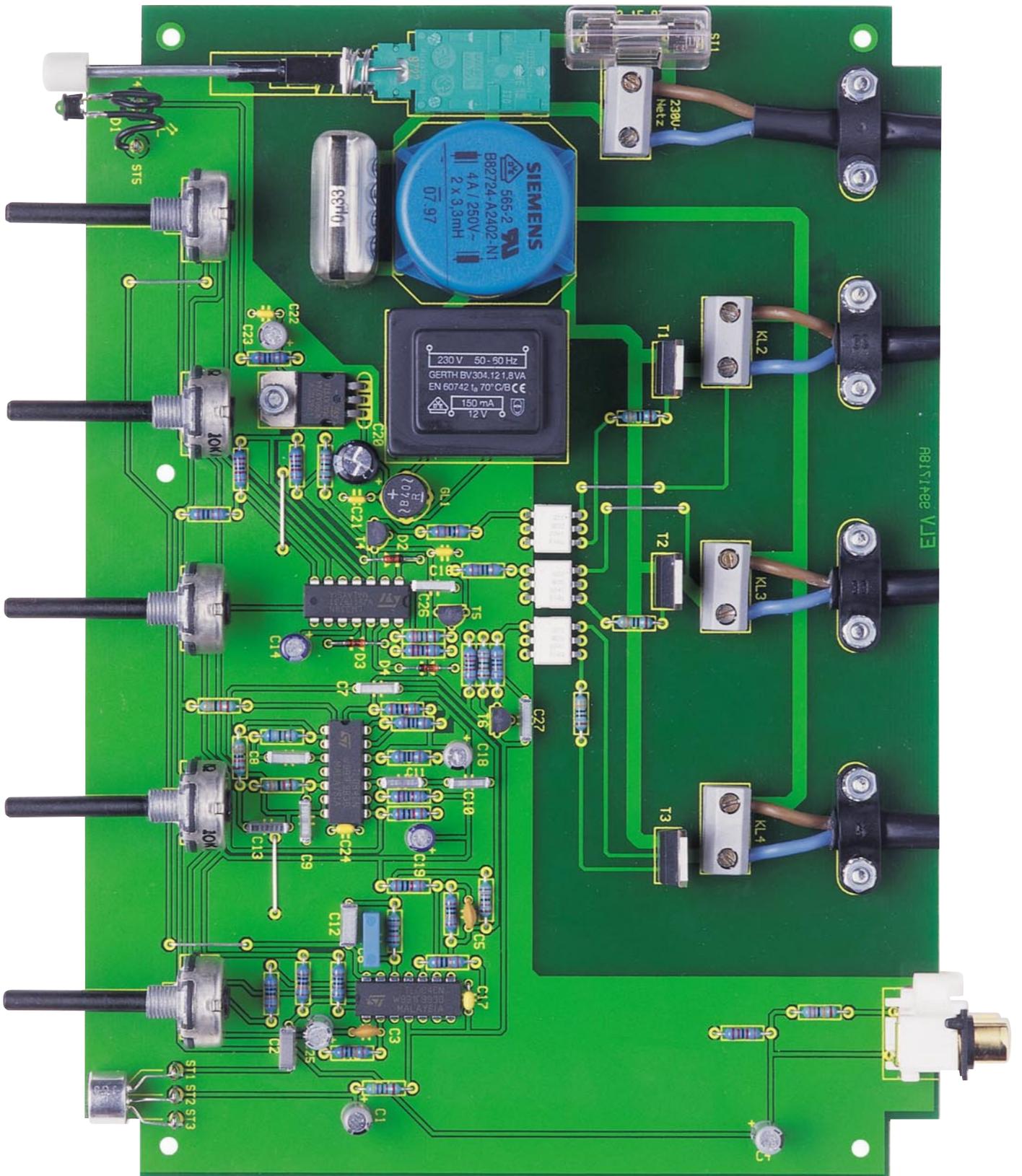
## Nachbau

Die Schaltung der Lichtorgel ist auf einer 215 x 155 mm messenden, einseitigen Platine untergebracht. Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen.

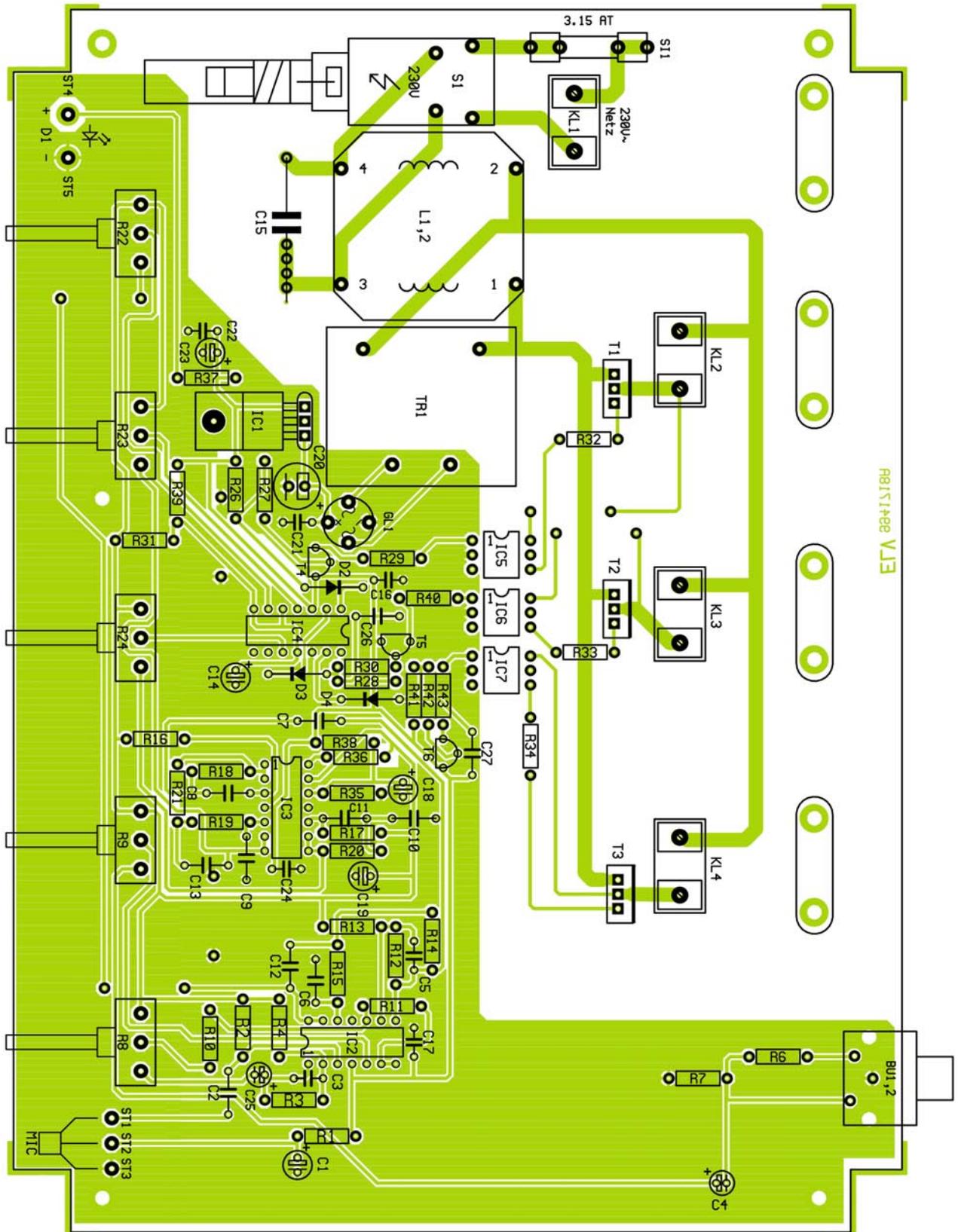
Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der Drahtbrücken, gefolgt von den Widerständen und den Kondensatoren und den Halbleitern. Nach dem Verlöten der Anschlußbeine auf der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden vorsichtig mit einem Seitenschneider abgeschnitten.

Wie immer muß man natürlich auf die richtige Polung der Elkos bzw. Einbaulage der Halbleiter achten. Das Platinenfoto gibt hierzu eine gute Orientierungshilfe.

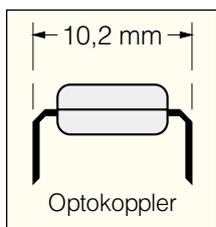
Der Spannungsregler IC 1 wird liegend montiert und zunächst mit einer M3x6mm-Schraube, Fächerscheibe und Mutter auf der Platine festgeschraubt. Zuvor sind die Anschlüsse entsprechend abzuwinkeln und durch die entsprechenden Bohrlöcher zu führen. Erst nach dem Festschrauben des



Ansicht der fertig bestückten Platine der 3-Kanal-Lichtorgel LO 200



Ansicht des Bestückungsplans der 3-Kanal-Lichtorgel LO 200



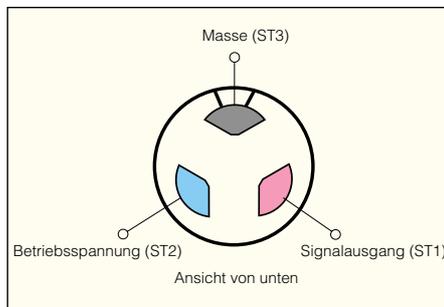
**Bild 4:**  
Seitenansicht des  
Optokopplers

Spannungsreglers erfolgt das Verlöten der Anschlüsse. Eine Besonderheit ist bei der Bestückung der Optokoppler IC 5 bis IC 7 zu beachten. Deren Anschlußbeine sind vor dem Bestücken leicht nach außen aufzubiegen (siehe Abbildung 4), um den vorgeschriebenen Schutzabstand von 8 mm (Netztrennung) zu erreichen. Pin 1 des Optokopplers ist auf dem Gehäuse durch einen Punkt gekennzeichnet.

Das Elektret-Mikrofon ist mit den Anschlußpunkten ST 1 bis ST 3 zu verbinden, in die zuvor Lötstifte mit Lötösen einzusetzen sind. Dabei ist darauf zu achten, daß

das Mikrofon sich später genau hinter der Bohrung in der Frontplatte befindet, ohne dabei jedoch die Frontplatte zu berühren, um Körperschall zu vermeiden (siehe Platinenfoto). Die Anschlußbelegung des Mikrofons ist in Abbildung 5 dargestellt.

Für die Anschlußpunkte ST 4 und ST 5 sind ebenfalls Lötstifte einzusetzen, die zur Verbindung mit der LED dienen.



**Bild 5:** Anschlußbelegung des Elektret-Mikrofons

### Stückliste: 3-Kanal-Lichtorgel LO 200

#### Widerstände:

100Ω	.....	R36
330Ω	.....	R32-R34
1kΩ	.....	R4, R29, R31, R37, R40, R43
2,2kΩ	.....	R27, R30, R42
4,7kΩ	.....	R1
6,8kΩ	.....	R18
10kΩ	.....	R13, R20, R35, R38
12kΩ	.....	R14, R15
22kΩ	.....	R7, R17, R26, R28, R39, R41
33kΩ	.....	R16, R19, R21
100kΩ	.....	R2, R3, R10-R12
220kΩ	.....	R6
Poti, 4 mm, 10kΩ	.....	R8, R9, R22-R24

#### Kondensatoren:

33pF/ker	.....	C3, C5
1nF	.....	C9
4,7nF	.....	C10, C11, C13
22nF	.....	C7, C8
47nF	.....	C6
100nF	.....	C2, C12
100nF/ker	.....	C16, C17, C21, C22, C24
220nF	.....	C26, C27
330nF/X2/250V~	.....	C15
1µF/63V	.....	C4, C25
10µF/25V	.....	C1, C18, C23
100µF/16V	.....	C14, C19
220µF/25V	.....	C20

#### Halbleiter:

7810	.....	IC1
TL084	.....	IC2, IC3
LM339	.....	IC4
MOC3041	.....	IC5-IC7
BTA12-600	.....	T1-T3
BC556	.....	T4-T6
B40C1500	.....	GL1

1N4148	.....	D2-D4
LED, 3 mm, grün	.....	D1
<b>Sonstiges:</b>		
Stromkompensierte Ringkerndrossel, liegend, 2 x 3,3mH/4A		
.....	.....	L1, L2
Elektret-Einbaukapsel		
.....	.....	MIC1
Cinch-Anschlußplatte, 2polig		
.....	.....	BU1, BU2
Netzschraubklemme, 2polig		
.....	.....	KL1-KL4
Trafo, 1 x 12V/150 mA		
.....	.....	TR1
5 Lötstifte mit Lötöse		
.....	.....	ST1-ST5
Sicherung, 3,15A, träge		
.....	.....	SI1
Shadow-Netzschalter		
.....	.....	S1
1 Adapterstück		
1 Verlängerungsachse		
1 Druckknopf, 7,2 mm ø		
1 Platinsicherungshalter (2 Hälften)		
1 Sicherungsabdeckhaube		
5 Drehknöpfe, 12 mm, für 4mm-Achsen, grau		
5 Knopfkapfen, 12 mm, grau		
5 Pfeilscheiben, 12 mm, grau		
5 Gewindestifte, M3 x 4 mm, mit Spitze		
1 LED-Montageclip, einteilig, 3 mm		
4 Zugentlastungsschellen		
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5 mm		
8 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14 mm		
1 Knippingschraube, 2,9 x 9 mm		
5 Knippingschrauben, 2,9 x 6 mm		
9 Muttern, M3		
9 Fächerscheiben, M3		
1 Labor-Gehäuse, Typ G747, bearbeitet und bedruckt		
1 Netzkabel, 2adrig, schwarz,		
3 Netzkupplung, 2adrig, vorkonfektioniert		
2 Aderendhülsen		
1 Schutzkappe für Sicherungen		
18 cm Schaltdraht, blank, versilbert		
8 cm Schaltlitze, 0,22mm <sup>2</sup> , schwarz		

Im nächsten Arbeitsschritt werden die mechanischen Bauteile (Netzschalter, Klemmleisten usw.) bestückt und verlötet. Zur Zugentlastung der Netzleitungen sind vier Halteschellen mit jeweils zwei M3x12mm-Schrauben, zwei Fächerscheiben und zwei Muttern auf der Platine zu befestigen, die später die Leitungen gegen Herausziehen sichern.

### Gehäuseeinbau

Der letzte Schritt ist der Einbau der Platine in das Gehäuse. In die Gehäuserückwand sind zuvor vier Gummi-Durchführungen für die Netzzuleitung bzw. die Lampenanschlüsse einzusetzen. Die Platine wird gleichzeitig zusammen mit der Front- und Rückplatte in das Gehäuse gesetzt und anschließend mit fünf Knippingschrauben festgeschraubt. Nun kann man die rückwärtige Cinchbuchse mit einer 2,9x9mm-Knippingschraube an der Gehäuserückwand befestigen.

Die LED ist mit einem Montageclip in der Frontplatte zu befestigen, nachdem ihre Anschlußdrähte auf ca. 10 mm gekürzt und der Anodenanschluß (+ durch den etwas längeren Anschluß zu erkennen) markiert sind. Zur elektrischen Verbindung der LED mit den Anschlüssen ST 4 und ST 5 sind zwei Anschlußleitungen von ca. 30 mm Länge anzufertigen. Auf den Netzschalter wird nun ein Kunststoff-Verbindungsstück bis zum Einrasten fest aufgedrückt. Die Schubstange (42 mm) ist mit dem Druckkopf zu versehen und in das Verbindungsstück des Netzschalters einzusetzen. Auf die fünf Potiachsen ist anschließend jeweils ein 12mm-Drehknopf festzuschrauben.

Zum Schluß werden die Netzleitung und die drei Lampenleitungen durch die Gummi-Durchführungen in der Rückplatte gesteckt und an den entsprechenden Klemmen (KL 1 bis KL 4) angeschlossen.

Die äußere Isolierung des Netzkabels ist zuvor auf einer Länge von 25 mm zu entfernen. Anschließend werden beide Innendern auf einer Länge von 6 mm abisoliert und jeweils eine Aderendhülse aufgesetzt.

Nachdem alle Leitungen angeschlossen sind, müssen die Halteschellen (Zugentlastung) so weit angeschraubt werden, daß sich die Kabel von außen nicht mehr herausziehen lassen. Nach dem Verschrauben des Gehäuseoberteils ist der Nachbau beendet.

Beim Betrieb der Lichtorgel ist zu beachten, daß die Leistungsaufnahme der Last (Lampe, nur ohmsche Verbraucher!) 200 W je Kanal nicht übersteigen darf.

Für die Nutzung des Line-In-Eingangs verbindet man die Tonquelle und die Lichtorgel mit einem handelsüblichen Cinch-Kabel, gegebenenfalls mit einem Cinch-Klinken-Adapter, falls man z. B. einen Kopfhörerausgang nutzt.

