



# Power-Indikator für Lautsprecherboxen

**Nachträglich in Lautsprecherboxen eingebaut, informiert eine aus 10 LEDs bestehende Leuchtdiodenkette über die aktuelle Belastung der betreffenden Lautsprecherbox. Der Anschluß erfolgt direkt parallel zur Lautsprecherbox über 2 Leitungen, ohne daß eine separate Stromversorgung erforderlich ist.**

## Allgemeines

Im Verstärker eingebaute VU-Meter informieren in der Regel zwar über die Aussteuerung des Verstärkers, jedoch nicht unbedingt über die an die Lautsprecherbox tatsächlich abgegebene Leistung. Um eine wertvolle Lautsprecherbox vor Überlastung und somit vor einer eventuellen Zerstörung zu bewahren, ist die aktuelle Belastung von Interesse.

Neben dem rein technischen Nutzen, nämlich der rechtzeitigen Erkennung einer Überlastung, bietet diese Schaltung zusätzlich den optischen Effekt einer in der Lautsprecherbox integrierten Miniatur-Lichtorgel. Die Leistungsanzeige erfolgt in Form eines sich mit der Lautstärke ändernden Leuchtdiodenbandes.

Zur Anpassung an unterschiedliche Lautsprecherboxen kann die Schaltung in 2 Leistungsversionen mit unterschiedlichem Frontplattenaufdruck genutzt werden (0,5 W bis 50 W sowie 2 W bis 200 W).

Die Schaltung ist für Lautsprecherboxen mit einer Eingangsimpedanz von typ. 8  $\Omega$  konzipiert. Wird die Schaltung hingegen in eine Lautsprecherbox mit 4 $\Omega$ -Nenn-

impedanz eingebaut, so muß die Leistungsangabe auf der Frontplatte mit dem Faktor 2 multipliziert werden, während bei einer 16 $\Omega$ -Box die Leistungsangabe durch 2 zu dividieren ist.

## Anschluß und Funktion

Der Anschluß und die Funktion dieser effektvollen kleinen Schaltung sind denkbar einfach. Über 2 flexible, einadrige, isolierte Zuleitungen wird der Power-Indikator direkt parallel zu den Lautsprecherbox-Anschlußklemmen geschaltet, ohne daß eine separate Stromversorgung erforderlich ist. Da Lautsprecherboxen eine vergleichsweise hohe Leistung aufnehmen und die ansteuernden Verstärker deshalb am Ausgang hinreichend niederohmig sind, kann aus der Meßspannung gleichzeitig die Versorgungsspannung der Schaltung gewonnen werden. Die zusätzliche Belastung durch den Power-Indikator ist dabei vernachlässigbar.

Der Power-Indikator besitzt 3 Anschlußpins, von denen je nach Leistung der Box entweder ST 1 und ST 3 (0,5 W bis 50 W) oder ST 2 und ST 3 (2 W bis 200 W) genutzt werden. Die Frontplatte des Po-

wer-Indikators ist, wie bereits erwähnt, auf beiden Seiten bedruckt, so daß je nach Anwendungsfall entweder die eine oder die andere Frontbedruckung einsetzbar ist.

Zur Beurteilung, welche der beiden Leistungsbereiche eingesetzt werden sollte, ist die Belastbarkeitsangabe der Lautsprecherbox von Interesse. Das einzige Entscheidungskriterium ist hierbei die Sinus-Dauerbelastbarkeit und nicht die Musik- oder sogar Impulsbelastbarkeit.

Von renommierten Boxenherstellern wird in der Regel die Sinus-Dauerbelastbarkeit angegeben, während häufig bei No-Name-Boxen die Musikbelastbarkeit, die mit der tatsächlichen Dauerbelastbarkeit nur noch wenig zu tun hat, zu finden ist. So kann z. B. eine Lautsprecherbox mit 100W-Dauerbelastbarkeit durchaus mit 150 W Musik oder sogar mehreren 100 W Impuls belastet werden.

Natürlich ist der Power-Indikator auch bei weniger als 50 W einsetzbar, wobei dann die oberen LEDs nur kurzzeitig bei Impulsspitzen aufleuchten dürfen, um die Box nicht zu gefährden.

Häufig liegt die Belastbarkeit der Lautsprecherboxen erheblich über der Ausgangsleistung des Verstärkers (z. B. Lautsprecherbelastbarkeit 200 W, Verstärkerleistung 50 W). Sofern es sich dabei um eine feste Verstärker-/Lautsprecherkombination handelt, ist es sinnvoll, den Anzeigenbereich des Power-Indikators an die Verstärkerleistung anzupassen, da im größeren Anzeigenbereich die oberen LEDs ohnehin niemals leuchten könnten.

Werden die Boxen an wechselnden Verstärkern betrieben, so ist die Lautsprecherbelastbarkeit einziges Kriterium für den Anzeigenbereich.

Die Leistungsangaben auf der Frontplatte des ELV-Power-Indikators beziehen sich auf 8 $\Omega$ -Lautsprecherimpedanz. Wenn wir uns nun an dem kleinen Leistungsbereich orientieren, leuchtet die erste LED ab einer dem Lautsprecher zugeführten Leistung von 0,5 W auf. Überschreitet die Leistung 2 W, leuchten die 0,5W- und 2W-LEDs. Werden 4,5 W überschritten, leuchten 3 LEDs, bis bei 50 W alle 10 Leuchtdioden aktiviert sind.

Die Schaltung verträgt im kleinen Anzeigenbereich Eingangsspannungen von 25 V<sub>eff</sub> entsprechend 80 W Sinus an 8  $\Omega$  und im großen Anzeigenbereich 50 V<sub>eff</sub>, was über 300W-Sinusdauerbelastbarkeit ebenfalls an 8  $\Omega$ , entspricht.

## Schaltung

Abbildung 1 zeigt die Schaltung des ELV-Power-Indikators. Zentrales Bauelement ist die integrierte Schaltung des Typs LM 3914. Hierbei handelt es sich um einen

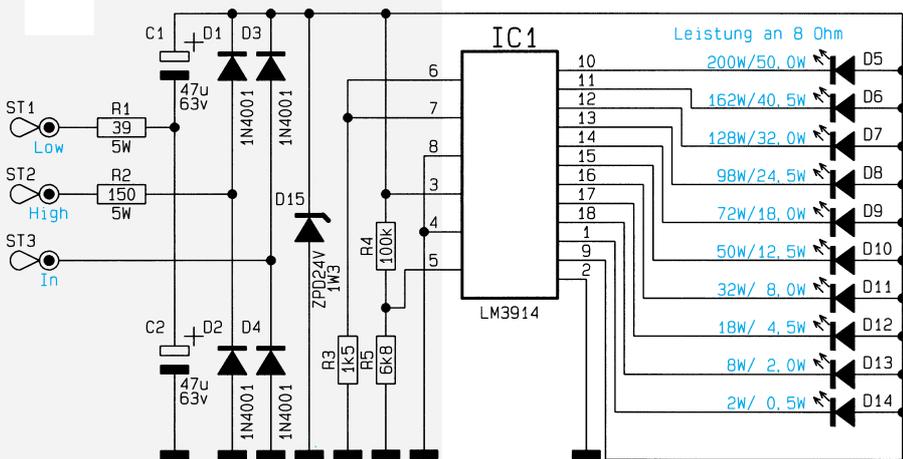
Analog-Digital-Wandler, der die zugeführte Eingangsspannung linear auf einer 10stelligigen Leuchtdiodenskala anzeigt. Die Treiberstufen zur Ansteuerung der Leuchtdioden sind bereits im Chip integriert.

Wie bereits erwähnt, dient zur Spannungsversorgung des Power-Indikators die Meßspannung. Im großen Anzeigenbereich wird die an der Lautsprecherbox abfallende Meßspannung der Schaltung an ST 2 und ST 3 zugeführt. Über den Vorwiderstand R 2 gelangt die Wechselspannung dann auf den mit D 1 bis D 4 aufgebauten Brückengleichrichter, der die beiden in Reihe geschalteten Elektrolytkondensatoren C 1 und C 2 speist. Durch die Reihenschaltung halbiert sich zwar die Kapazität, jedoch erhöht sich die Spannungsfestigkeit auf den doppelten Wert des einzelnen Elkos.

Die Versorgungs- und somit gleichzeitig die Meßspannung steht zwischen dem Pluspol von C 1 und dem Minuspol von C 2 an.

Wird der Low-Eingang (0,5 W bis 50 W) verwendet, dann arbeitet die mit C 1, C 2 sowie D 3 und D 4 aufgebaute Schaltung als Spannungsverdoppler.

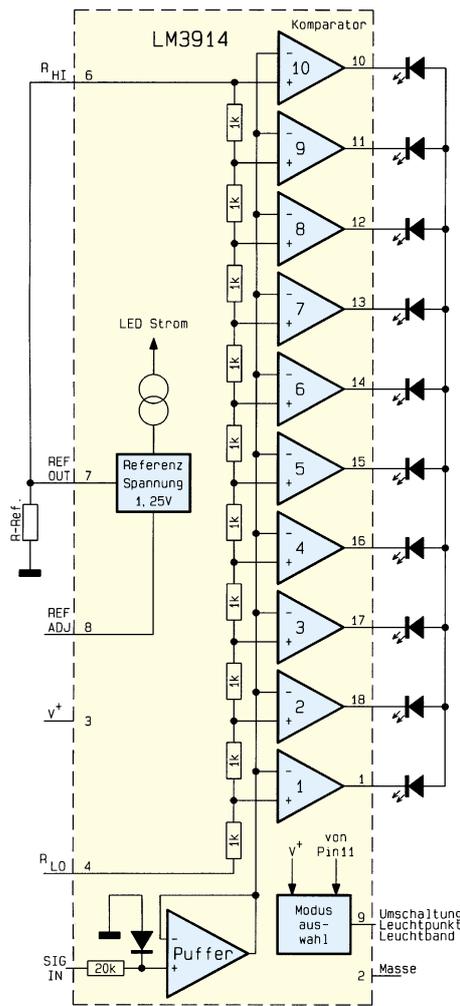
Betrachten wir zunächst die positiven Halbwellen (ST 1 positiv gegenüber ST 3). In diesem Fall ist die Diode D 4 leitend, und der Elko C 2 wird auf den Halbwellenspitzenwert aufgeladen. Bei negativen Halbwellen hingegen ist die Diode D 4 gesperrt und D 3 leitend. Hierdurch wird C 1 ebenfalls auf den Halbwellenspitzenwert aufgeladen.



**Bild 1: Schaltbild des ELV-Power-Indikators für Lautsprecherboxen**

Da die Ladevorgänge sehr schnell hintereinander im Wechsel mit der NF-Frequenz erfolgen, wird jeder der beiden Elektrolytkondensatoren auf den Spitzenwert  $U_s$  der Wechselspannung aufgeladen.

In unserer Schaltung sind nun beide Elkos in Reihe geschaltet, so daß sich die anstehenden Spannungen addieren, d. h. es steht die doppelte Gleichspannung wie bei der Brückengleichrichterschaltung zur



**Bild 2: Interne Struktur des LM 3914**

Verfügung. Die Spannungsverdopplerschaltung stellt eine sichere Funktion des Power-Indikators bereits ab einer Betriebsspannung von rund 2 V an C 1, C 2 sicher.

Der LM 3914 ist für eine maximale Betriebsspannung von 25 V vorgesehen, so daß eine Spannungsbegrenzung erforderlich ist. Diese Aufgabe übernimmt die Z-Diode D 15, wobei die Strombegrenzung je nach verwendetem Eingang entweder durch R 1 oder R 2 vorgenommen wird.

Die mit der Brückengleichrichterschaltung oder der Spannungsverdopplung gewonnene Versorgungsspannung stellt auch gleichzeitig die Meßspannung dar. Das gleichgerichtete NF-Signal (Meßspannung) wird über den mit R 4 und R 5 aufgebauten Spannungsteiler dem Eingang des LM3914 (Abbildung 2) zugeführt und mit den Referenzspannungen des chipinternen linearen Spannungsteilers verglichen.

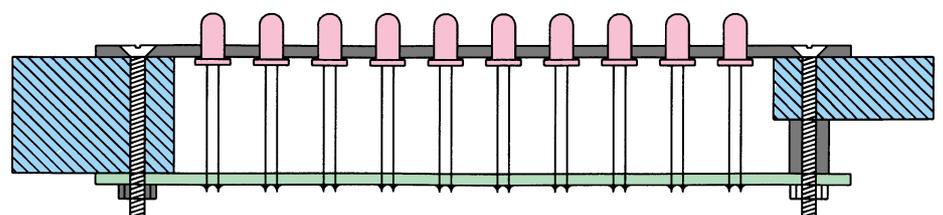
Während der an Pin 4 zugängliche Fußpunkt des integrierten Spannungsteilers direkt mit der Schaltungsmasse verbunden ist, wird dem oberen Anschluß des 10stufigen Spannungsteilers (Pin 6) die an Pin 7 des Bausteins zur Verfügung stehende Referenzspannung von 1,25 V zugeführt.

Die an den Pins 1, 2 sowie 10 bis 18 angeschlossenen Leuchtdioden werden mit einem Konstantstrom betrieben. Der Konstantstrom hängt von der Belastung der chipinternen Referenzspannungsquelle ab und wird durch den Widerstand R 3 programmiert. Durch jede leuchtende LED fließt ca. der 10fache Strom wie durch den an 1,25 V liegenden Referenzwiderstand R 3. Bei einer Dimensionierung wie in der vorliegenden Schaltung mit 1,5 k $\Omega$  beträgt der LED-Strom ca. 8 mA.

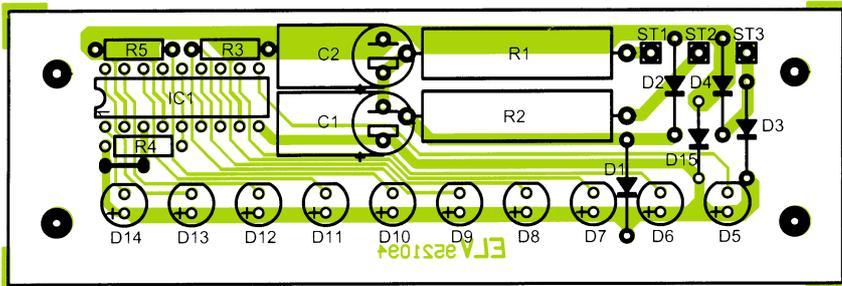
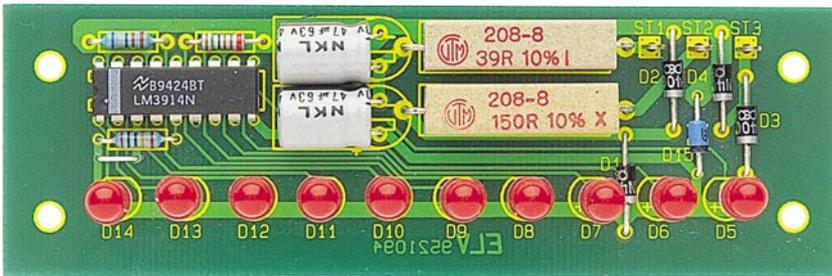
Die Versorgungsspannung wird dem Baustein an Pin 3 zugeführt, während Pin 2 die Schaltungsmasse darstellt. Da der Power-Indikator als Leuchtbandanzeige arbeitet, ist der Mode-Select-Anschluß (Pin 9) mit der Betriebsspannung verbunden.

## Nachbau

Der Nachbau dieser kleinen Schaltung sowie der Einbau in das Lautsprecherboxengehäuse ist einfach. Zweckmäßigerweise werden vor dem Aufbau einige vorbereitende Arbeiten für den späteren Ein-



**Bild 3 zeigt den Einbau des Power-Indikators in die Front einer Lautsprecherbox bei unterschiedlichen Wandstärken**



Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan

bau der Schaltung in das Gehäuse getroffen.

Wenn wir uns dazu die in Abbildung 3 dargestellte Einbauskizze anschauen, ist zu erkennen, daß die Einbauhöhe der aus 10 LEDs bestehenden Leuchtdiodenkette in erster Linie durch die Wandstärke des Lautsprecherboxengehäuses bestimmt wird.

Zuerst sind die Frontplatte des ELV-Power-Indikators an die gewünschte Einbaustelle der Boxenfrontseite zu halten und sowohl die Umrisse als auch die 4 Befestigungsbohrungen anzuzeichnen.

Dann werden die Befestigungsbohrungen mit einem 3mm-Bohrer gebohrt und genau mittig zwischen den Bohrungen ein rechteckiger Ausschnitt mit den Abmessungen 88 mm x 31 mm eingebracht. Die Höhe des Ausschnitts ist so bemessen, daß sowohl die Frontplatte des Power-Indikators als auch die Leiterplatte oben und unten 2 mm überstehen. Da 2 mm nicht viel sind, ist es von größter Wichtigkeit, daß die Aussparung exakt und sauber durchgeführt wird.

Jetzt ist die Wandstärke des Boxengehäuses exakt zu messen, da dieses Maß für den Einbau der 10 Leuchtdioden wichtig ist. Von der gemessenen Wandstärke (z. B. 19 mm) werden 2 mm abgezogen. Das Ergebnis (hier: 17 mm) ergibt den Abstand zwischen Leiterplattenoberseite (Bestückungsseite) und Unterseite des roten Leuchtdiodengehäuses (Einbauabstand).

Vor dem Einlöten der Leuchtdioden in die Leiterplatte ist es sinnvoll, die niedrigen Bauelemente zu bestücken. Wir beginnen daher wie gewohnt entsprechend dem Bestückungsplan und der Stückliste mit einer Drahtbrücke (neben R 4) sowie den 1%-Metallfilmwiderständen R 3 bis R 5.

Danach sind die Gleichrichterdioden D 1

bis D 4 sowie die Z-Diode D 15 einzusetzen und nach dem Umdrehen der Platine festzulöten. Zum polaritätsrichtigen Einbau sind die Dioden an der Katodenseite jeweils mit einem Ring gekennzeichnet.

Es folgen die beiden Elektrolytkondensatoren C 1, C 2, die mit der richtigen Polarität liegend einzulöten sind.

Sämtliche überstehenden Drahtenden der bisher bestückten sowie auch der nachfolgend einzusetzenden Bauelemente sind so kurz wie möglich abzuschneiden, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Der integrierte Schaltkreis LM 3914 ist so einzusetzen, daß die Gehäusekerbe des Bauelementes mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Zum Anschluß der Meßspannung werden 3 Lötstifte mit Öse stramm in die zugehörigen Bohrungen der Platine gepreßt und mit ausreichend Lötzinn festgesetzt.

Die beiden Hochlastwiderstände R 1 und R 2 sind mit 3 bis 5 mm Abstand zur Platinenoberfläche einzulöten. Da diese Bauteile im Betrieb relativ heiß werden können, ist ebenfalls ein Abstand von 5 bis 10 mm zur Frontplatte erforderlich. Bei zu geringer Wandstärke des Lautsprecherboxengehäuses (<16 mm) sind zusätzlich 10mm-Abstandsrollchen zwischen Leiterplatte und Boxenwand einzusetzen. Alternativ können die Widerstände auch von der Lötseite bestückt werden.

Die 10 Leuchtdioden werden mit dem errechneten Einbauabstand in die zugehörigen Bohrungen gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Auch bei den LEDs ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Die Bauelemente besitzen an der Gehäuseunterseite einen ca. 1 mm breiten Ring, der an der Katodenseite (Pfeilspitze

**Stückliste:  
Power-Indikator  
für Lautsprecherboxen**

**Widerstände:**

- 39Ω/5W ..... R1
- 150Ω/5W ..... R2
- 1,5kΩ ..... R3
- 6,8kΩ ..... R5
- 100kΩ ..... R4

**Kondensatoren:**

- 47µF/63V ..... C1, C2

**Halbleiter:**

- LM3914 ..... IC1
- 1 N4001 ..... D1 - D4
- ZPD24V/1,3W ..... D15
- LED, 5mm, rot ..... D5 - D14

**Sonstiges:**

- Lötstifte mit Lötöse ..... ST1 - ST3
- 4 Senkkopfschrauben, M3 x 30 mm
- 4 Muttern M3
- 30 cm flexible Leitung 2 x 0,4 mm
- 3 cm Schaltdraht, blank, versilbert
- 1 Frontplatte (beidseitig bedruckt)
- 4 Abstandsrollchen M3 x 10 mm

des Symbols) abgeflacht ist.

Nachdem die Bestückung der Platine fertiggestellt ist, erfolgt eine sorgfältige Kontrolle hinsichtlich kalter Lötstellen und Bestückungsfehler.

Als dann wird eine 2adrige, isolierte Zuleitung mit einem Mindestquerschnitt von 0,4 mm<sup>2</sup> an 2 der 3 Eingangslötstifte (je nach Anzeigenbereich 0,5 W bis 50 W oder 2 W bis 200 W) angelötet. Das andere Ende der 2adrigen Leitung ist in der Lautsprecherbox parallel zu den beiden Versorgungsadern anzuschließen, wobei die Polarität keine Rolle spielt.

Nun kann ein erster Funktionstest erfolgen, wobei aufgrund der Öffnungen im Gehäuse die Box keinesfalls voll ausgefahren werden darf.

Entsprechend der Einbauskizze in Abbildung 3 wird der Power-Indikator mit den zugehörigen Schrauben und Muttern in die Gehäusefront der Lautsprecherbox eingebaut. Die Frontplatte des Power-Indikators ist beim Einsetzen entweder mit Silikon oder Zweikomponentenkleber luftdicht am Lautsprechergehäuse zu verkleben. Das gleiche gilt auch für die Leiterplatte, die von der Gehäuseinnenseite luftdicht verklebt wird. Dem Punkt der Abdichtung ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken, damit die Leistungsdaten der Box voll erhalten bleiben. Nach Aushärten des Silikons bzw. des Klebers ist die Lautsprecherbox, ausgestattet mit dem Power-Indikator, wieder voll einsatzbereit und um ein interessantes Feature erweitert. **ELV**