

# Power-Indikator für Lautsprecherboxen

**Mit einer aus 7 LEDs bestehenden Leuchtdiodenkette wird die Leistung einer Lautsprecherbox direkt angezeigt. Der Anschluß erfolgt parallel zur Lautsprecherbox über 2 Leitungen ohne separate Stromversorgung.**

## Allgemeines

Eine Peak-Anzeige, wie sie im ELV journal 3/89 vorgestellt wurde, ist eine preiswerte Lautsprecher-Zubehörschaltung, die den Hörer optisch informiert, daß die Grenzbelastbarkeit einer Lautsprecherbox erreicht bzw. überschritten wurde. Mit dem in diesem Artikel vorgestellten Power-Indikator wird nun nicht allein die Leistungsgrenze signalisiert, sondern der Anwender ist stets über die ganze Bandbreite des Leistungsspektrums informiert.

Neben dem rein technischen Nutzen, nämlich der rechtzeitigen Erkennung einer Überlastung bietet diese Schaltung den visuellen Nutzen einer in die Lautsprecherbox integrierten Miniatur-Lichtorgel. Durch den optischen Effekt des sich mit der Lautstärke ändernden Leuchtdiodenbandes wirkt die Lautsprecherbox „lebendiger“.

## Anschluß und Funktion

Die Schaltung ist für Lautsprecherboxen mit einem Eingangswiderstand von 4 bis 16  $\Omega$  (typ. 8  $\Omega$ ) geeignet. Sie wird mit 2 flexiblen isolierten Zuleitungen direkt parallel zu den Lautsprecherboxen-Anschlußklemmen geschaltet. Eine separate Stromversorgung ist nicht erforderlich. Die Schaltung selbst besitzt 3 Eingänge, von denen je nach Leistung entweder ST 1 und ST 3 (40 W) oder ST 2 und ST 3 (150 W) benutzt werden. Die Frontblende ist hierzu auf beiden Seiten bedruckt, so daß je nach Anwendungsfall entweder die eine oder die andere Frontbedruckung einsetzbar ist.

Um nun zu beurteilen, welche der beiden Leistungsstufen eingesetzt werden sollte, ist es interessant zu wissen, wie die Belast-

barkeitsangaben von Lautsprecherboxen zu bewerten sind. In unserem Fall ist einzig die Angabe der Sinus-Dauerbelastbarkeit einer Lautsprecherbox und nicht die Musik- oder gar Impulsbelastbarkeit von Interesse. Nach den von ELV gemachten Erfahrungen und Untersuchungen kann der Anwender den Daten, die von renommierten Boxenherstellern angegeben werden, im allgemeinen Vertrauen schenken. Bei No-name-Boxen im unteren Preisgefüge sind hingegen zum Teil erhebliche Abstriche von den Herstellerangaben zu den tatsächlichen Leistungsdaten zu machen (zum Teil minus 50 % und mehr).

Der Low-Eingang für die kleinere Leistungsstufe empfiehlt sich für Lautsprecherboxen mit einer realistischen Dauer-Belastbarkeit von bis zu 80 W. Selbstverständlich kann der ELV-Power-Indikator auch an Boxen mit niedrigeren Belastbarkeiten angeschlossen werden (sinnvoll ab 20 W), wobei dann die oberen LEDs nur kurzzeitig bei Impulsspitzen aufleuchten dürfen, um die Boxen nicht zu gefährden.

Der High-Eingang empfiehlt sich für Boxen-Belastbarkeiten zwischen 80 W und maximal 300 W. An dieser Stelle soll nochmals angemerkt werden, daß eine Lautsprecherbox, die realistisch eine Belastbarkeit von 300 W sinus verarbeiten kann, eine Musikbelastbarkeit von ca. 500 W und eine Impulsbelastbarkeit von in der Regel über 1000 W verträgt.

Bei festen Verstärker/Lautsprecherkombinationen ist darüber hinaus zu überlegen, den ELV Power-Indikator an die Verstärkerleistung anzupassen. Werden z. B. 200 W-Boxen an einen 80 W-Verstärker angeschlossen, empfiehlt es sich, die niedrigere Power-Indikator-Einstellung zu wählen, da im größeren Bereich die oberen

Leuchtdioden ohnehin niemals leuchten könnten (aufgrund der geringeren Verstärkerleistung). Werden die Boxen hingegen an wechselnden Verstärkern betrieben, so ist die Lautsprecher-Belastbarkeit einziges Kriterium zur Entscheidung, ob Low- oder High-Eingang verwendet werden sollte.

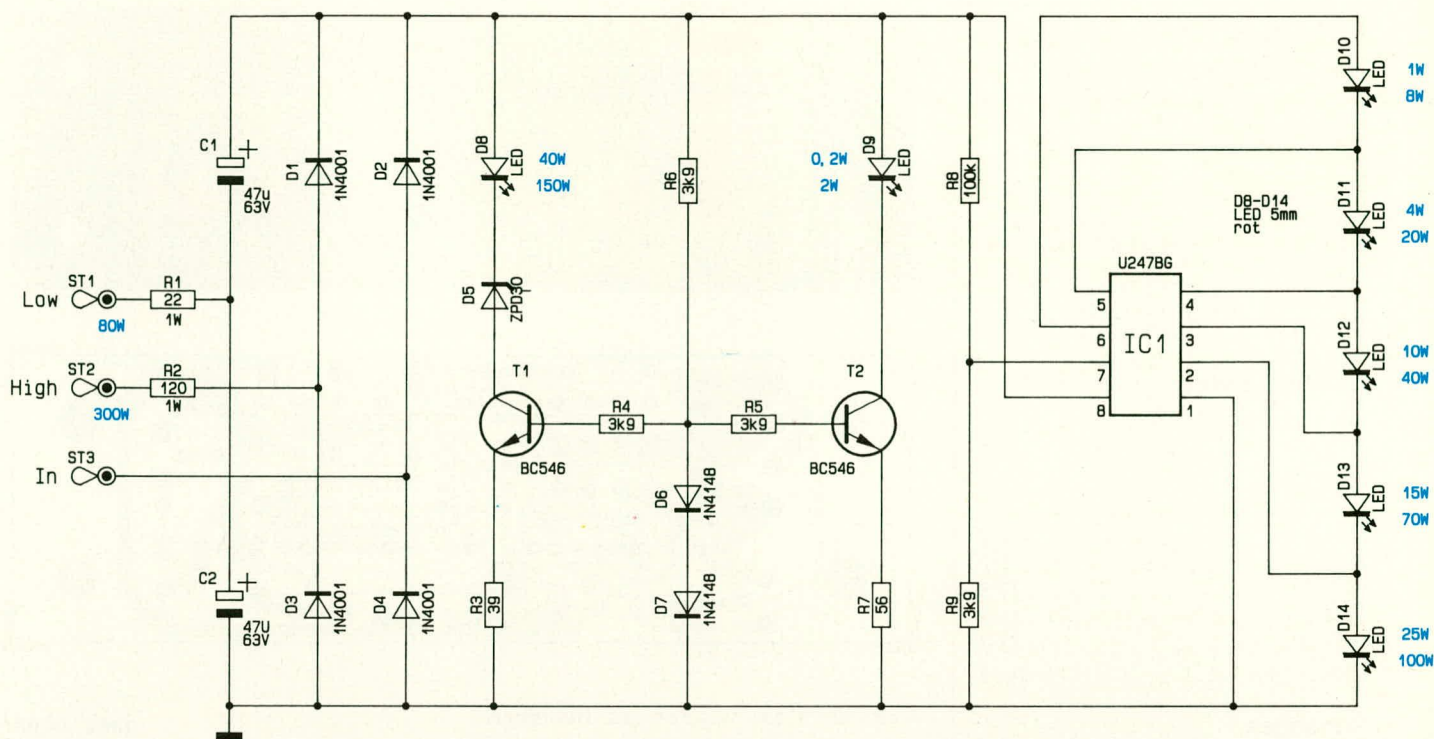
Die auf den beiden Skalen aufgedruckten Leistungswerte der einzelnen Leuchtdiodenstufen sind die Cirka-Werte, bei denen die Leuchtdiodenkette bis zu diesem Wert aufzuleuchten beginnt, und zwar bezogen auf eine Impedanz von 8  $\Omega$ . Beim Einsatz des Low-Eingangs leuchtet die 0,2 W LED ab einer dem Lautsprecher zugeführten Leistung von 0,2 W auf. Überschreitet die Leistung 1 W, leuchtet die 0,2 W und die 1 W LED auf. Werden 4 W überschritten, leuchten 3 LEDs, ab 10 W 4 LEDs ... bis hin zu 40 W, wo alle 7 LEDs aktiviert sind. Insgesamt verträgt die Schaltung in diesem Betriebsbereich Eingangsspannungen bis zu 45 V<sub>eff</sub> entsprechend Eingangsleistungen von 200 W bei 4  $\Omega$ , 100 W bei 8  $\Omega$  und 50 W bei 16  $\Omega$ .

Bei Benutzung des High-Eingangs werden Eingangsspannungen bis zu 90 V<sub>eff</sub> verarbeitet entsprechend Leistungen von 800 W bei 4  $\Omega$ , 400 W bei 8  $\Omega$  bzw. 200 W bei 16  $\Omega$ .

Da die Leistungsangaben auf der Frontseite des ELV Power-Indikators auf eine Lautsprecherimpedanz von 8  $\Omega$  bezogen sind, ist es wichtig zu wissen, daß die aufgedruckten Angaben auf der Frontplatte mal 2 zu nehmen sind, sofern 4  $\Omega$ -Boxen angeschlossen werden bzw. durch 2 zu teilen sind bei Boxen mit 16  $\Omega$  Innenwiderstand.

## Zur Schaltung

Eine Besonderheit der Schaltung des ELV Power-Indikators stellt die Tatsache dar, daß die Meßspannung gleichzeitig die Versorgungsspannung darstellt. Dies ist im vorliegenden Anwendungsfall ohne weiteres möglich, da Lautsprecherboxen eine vergleichsweise hohe Leistung aufnehmen und die ansteuernden Verstärker deshalb hinreichend niederohmig sind. Die zusätzliche Belastung durch den Power-Indikator ist deshalb vernachlässigbar. Bei Benutzung der High-Eingänge (ST 2, 3) wird die an der Lautsprecherbox abfallende Spannung von ST 2 kommend über den Vorwiderstand R 2 dem Brückengleichrichter, bestehend aus D 1 bis D 4 zugeführt und zu ST 3 zurückgeleitet. Der Brückengleichrichter speist die beiden in Reihe geschalteten Kondensatoren C 1 und C 2. Durch die Reihenschaltung halbiert sich zwar die Kapazität (von 47  $\mu$ F auf 23,5  $\mu$ F) jedoch erhöht sich die Spannungsfestigkeit auf den doppelten Wert des Einzelkondensators. Die Versorgungs- und damit gleichzeitig Meßspannung steht somit



zwischen dem Pluspol von C 1 und dem Minuspol von C 2 an.

Wird der Low-Eingang (ST 1, 3) verwendet, arbeitet die Gleichrichterschaltung als Spannungsverdoppler. Die positiven Halbwellen (ST 1 positiv und ST 3 negativ) bewirken einen Stromfluß von ST 1 kommend über R 1, C 2, D 4 zu ST 3 und laden somit C 2 auf den Spitzenwert einer Halbwellen auf. Die negativen Halbwellen bewirken einen Stromfluß von ST 3 über D 2, C 1, R 1 zurück zu ST 1. Hierdurch wird C 1 ebenfalls auf den Halbwellen-Spitzenwert aufgeladen. Da die Ladevorgänge sehr schnell hintereinander im Wechsel mit der NF-Frequenz erfolgen, wird jeder der beiden Kondensatoren C 1 und C 2 auf den Spitzenwert  $V_{OS}$  aufgeladen, d. h. über der Reihenschaltung C 1, 2 steht die doppelte Spannung wie bei Verwendung der Eingänge ST 2, 3 an (d. h.  $V_{SS}$ ).

Die so erzeugte Versorgungs- und Meßspannung wird von der weiteren Schaltung in folgender Weise verarbeitet:

Die Funktion der Schaltung setzt bereits ab einer Betriebsspannung von rund 1,5 V an C 1, 2 ein, entsprechend einer Lautsprecheransteuerleistung von ca. 0,1 W an 8  $\Omega$ . Über R 6 wird den Referenzdioden D 6, 7

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

ein Strom zugeführt, der die Basen von T 1 und T 2 über R 4 bzw. R 5 auf 1,4 V vorspannt. In Verbindung mit den Emitterwiderständen R 3, R 7 sind damit 2 Konstantstromquellen realisiert. Die erste LED des Leuchtdiodenbandes (D 9) leuchtet bereits bei sehr geringen Lautstärken auf, während die 7. (letzte) Leuchtdiode D 8 die obere Begrenzung des Leuchtdiodenbandes vornimmt. Dies wird bewirkt durch die Reihenschaltung der 30 V Z-Diode D 5.

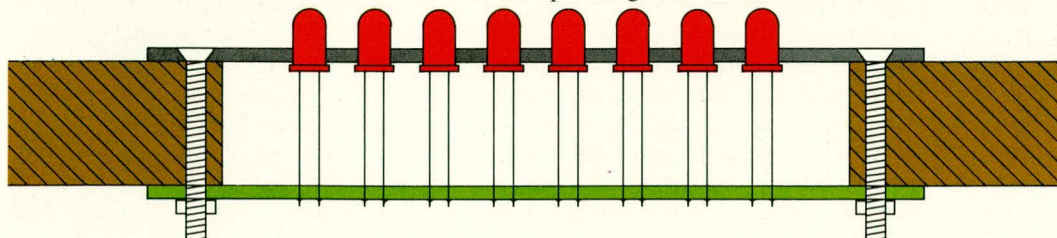
Die mittleren 5 Leuchtdioden (2. bis 6. LED des Leuchtdiodenbandes), die im Schaltplan mit den Nummern D 10 bis D 14 bezeichnet sind, werden über den integrierten Schaltkreis IC 1 des Typs U 247 angesteuert. In diesem IC sind sowohl die LED-Treiber als auch die Komparatoren für die einzelnen Schaltschwellen enthalten. Die Betriebsspannung wird dem IC 1 über Pin 8 (+ UB) und Pin 1 (Masse) zugeführt, während Pin 7 den Meßspannungseingang (bezogen auf Pin 1) darstellt. Hier wird die Versorgungsspannung über den Spannungsteiler R 8, 9 diesem Ein-

gang als Meßspannung zugeführt. Die übrigen 5 Anschlußpins stellen die Ausgänge zur Ansteuerung der 5 LEDs dar. Zur Betriebsstromminimierung erfolgt die Verarbeitung innerhalb des ICs so, daß die jeweilige Leuchtende LEDs in Reihenschaltung betrieben werden. Je weiter die Eingangsspannung ansteigt, desto mehr LEDs werden in Form eines Leuchtbandes angesteuert, wobei die separaten LEDs D 9 (für eine zusätzliche sehr kleine, untere Schwelle) und D 8 (für eine zusätzliche obere Schwelle) eine Erweiterung von 5 auf 7 Leuchtdioden vornehmen.

### Nachbau

Zunächst schauen wir uns die in Abbildung 2 dargestellte Einbauskizze für die spätere Befestigung der Schaltung im Lautsprechergehäuse an. Wie daraus zu entnehmen ist, wird die Einbauhöhe der aus 7 LEDs bestehenden Leuchtdiodenkette durch die Wandstärke des Lautsprechergehäuses bestimmt. Zweckmäßigerweise werden daher zunächst einige vorbereitende Arbeiten für den späteren Einbau der Schaltung in das Gehäuse getroffen.

Hierzu wird die Frontplatte des ELV Power-Indikators an die gewünschte Ein-



**Bild 2:**  
Einbauskizze  
des ELV Power-  
Indikators

## Stückliste: Power-Indikator für Lautsprecherboxen

### Widerstände

39Ω	R 3
56Ω	R 7
3,9kΩ	R 4, R 5, R 6, R 9
100kΩ	R 8
22Ω/1W	R 1
120Ω/1W	R 2

### Kondensatoren

47μF/63V	C 1, C 2
----------	----------

### Halbleiter

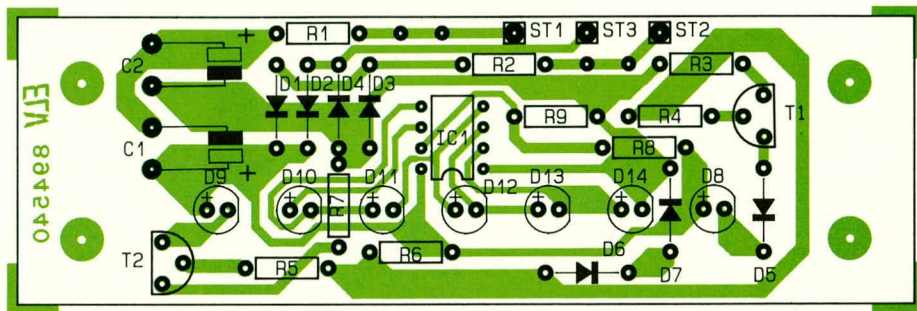
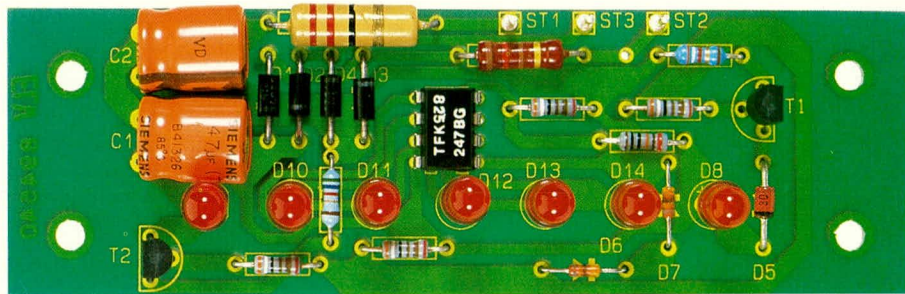
U247BG	IC 1
BC546	T 1, T 2
ZPD30V	D 5
1N4001	D 1-D 4
1N4148	D 6, D 7
LED, 5mm, rot	D 8-D 14

### Sonstiges

Lötstifte	ST 1-ST 3
4 x Senkkopfschraube M3x30	
4 Muttern M3	
30 cm flexible Leitung 0,4 mm <sup>2</sup>	
1 x Frontplatte	

baustelle auf der Boxenfrontseite gehalten und sowohl die Umriss- als auch die 4 Befestigungsbohrungen angezeichnet. Zwischen diese Bohrungen, die mit einem 3 mm Bohrer auszuführen sind, wird anschließend zentral, d. h. genau mittig zwischen den Bohrungen, ein rechteckiger Ausschnitt mit den Abmessungen 85 mm x 31 mm eingebracht. Die Höhe ist mit 31 mm so bemessen, daß sowohl die Frontplatte des Power-Indikators als auch die Leiterplatte oben und unten je 2 mm überstehen. Da 2 mm nicht viel sind, ist es von größter Wichtigkeit, daß die Aussparung sorgfältig und sauber ausgeführt wird. Jetzt wird die Gehäusewandstärke exakt gemessen. Dieses Maß ist für die Einbauhöhe der 7 Leuchtdioden des ELV Power-Indikators von besonderer Wichtigkeit. 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 Leuchtdiengehäuses (Einbauabstand).

Zunächst werden jedoch alle übrigen Bauelemente des ELV Power-Indikators entsprechend dem Bestückungsplan auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Es ist darauf zu achten, daß die beiden Elkos C 1 und C 2 liegend einzubauen sind. Die beiden Transistoren T 1 und T 2 werden mit ihren Beinchen recht



weit durch die zugehörigen Bohrungen gesteckt, damit die Gesamtaufbauhöhe 10 mm nicht überschreitet (dieses Maß stellt somit gleichzeitig die geringste Boxenwandstärke dar, in die die Schaltung eingebaut werden kann).

Die 7 Leuchtdioden werden mit dem errechneten Einbauabstand in die zugehörigen Bohrungen gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Auf die korrekte Einbaulage ist hierbei zu achten. Im allgemeinen besitzen Leuchtdioden an ihrer Gehäuseunterseite einen ca. 1 mm breiten Ring, der auf einer Seite abgeflacht ist (bei manchen Leuchtdioden muß man allerdings schon etwas genauer hinschauen, um die Abflachung zu erkennen). Diese Abflachung markiert die Kathode der LED, d. h. diejenige Seite, zu der die Pfeilspitze des Diodensymbols zeigt. In unserem Fall sind alle 7 Leuchtdioden in derselben Richtung einzubauen.

Ist die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert, wird eine 2adrige, flexible isolierte Zuleitung mit einem Querschnitt von mind. 0,4 mm<sup>2</sup> an 2 der 3 Eingangslötstifte gelötet (ST 1 und ST 3 für Belastbarkeiten bis maximal 80 W an 8 Ω bzw. ST 2 und ST 3 für Belastbarkeiten bis maximal 300 W an 8 Ω). Das andere Ende der möglichst kurz zu haltenden Verbindungsleitung wird in der Lautsprecherbox parallel zu den beiden Versorgungsadern angeschlossen. Die Polarität spielt hierbei keine Rolle.

Entsprechend der Abbildung 2 erfolgt nun das Einsetzen der Frontplatte des ELV Power-Indikators von der Gehäusefrontseite aus und das Einsetzen der Platine von der Gehäuseinnenseite aus. Mit 4 Senkkopfschrauben M 3 x 30 mm, die von außen durch die entsprechenden Bohrungen zu

ganz oben:  
Ansicht der fertig bestückten Platine des ELV Power-Indikators

oben:  
Bestückungsseite der Platine des ELV Power-Indikators (Abmessungen: 110 mm x 35 mm)

stecken sind, erfolgt die Befestigung der Konstruktion. Über je eine Mutter M 3 werden Frontplatte und Platine endgültig festgesetzt. Dem ersten Einsatz steht nun nichts mehr im Wege.

Da das Boxengehäuse durch den Einbau der Schaltung einen zusätzlichen Luftkanal erhalten hat, ist die Belastung in diesem Stadium nicht voll auszufahren. Nach erfolgreichem Test wird die Platine des ELV Power-Indikators nochmals abgeschraubt, um die Frontplatte luftdicht am Lautsprechergehäuse zu verkleben. Dies erfolgt entweder mit Silicon oder auch mit Zweikomponentenkleber. Die Bohrungen für die 7 Leuchtdioden sind verhältnismäßig eng bemessen, so daß hier ein nahezu vernachlässigbarer Druckausgleich erfolgt. Darüber hinaus wird die Leiterplatte in gleicher Weise von der Gehäuseinnenseite aus luftdicht verklebt, und bevor die Anordnung aushärtet, mit den 4 Schrauben M 3 und zugehörigen Muttern fest verschraubt. Durch die doppelwandige Abdichtung des Gehäuseschlitzes wird im allgemeinen eine hinreichende Stabilität erzielt und die ursprüngliche Boxenbelastbarkeit ist wieder hergestellt. Dem Punkt der Abdichtung ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken, damit sich durch den Einbau des ELV Power-Indikators auch tatsächlich ein echter Gewinn ergibt und die Leistungsdaten der Box voll erhalten bleiben. **ELV**