



# 300-W-Stereo- Leistungsverstärker DA 300

## Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

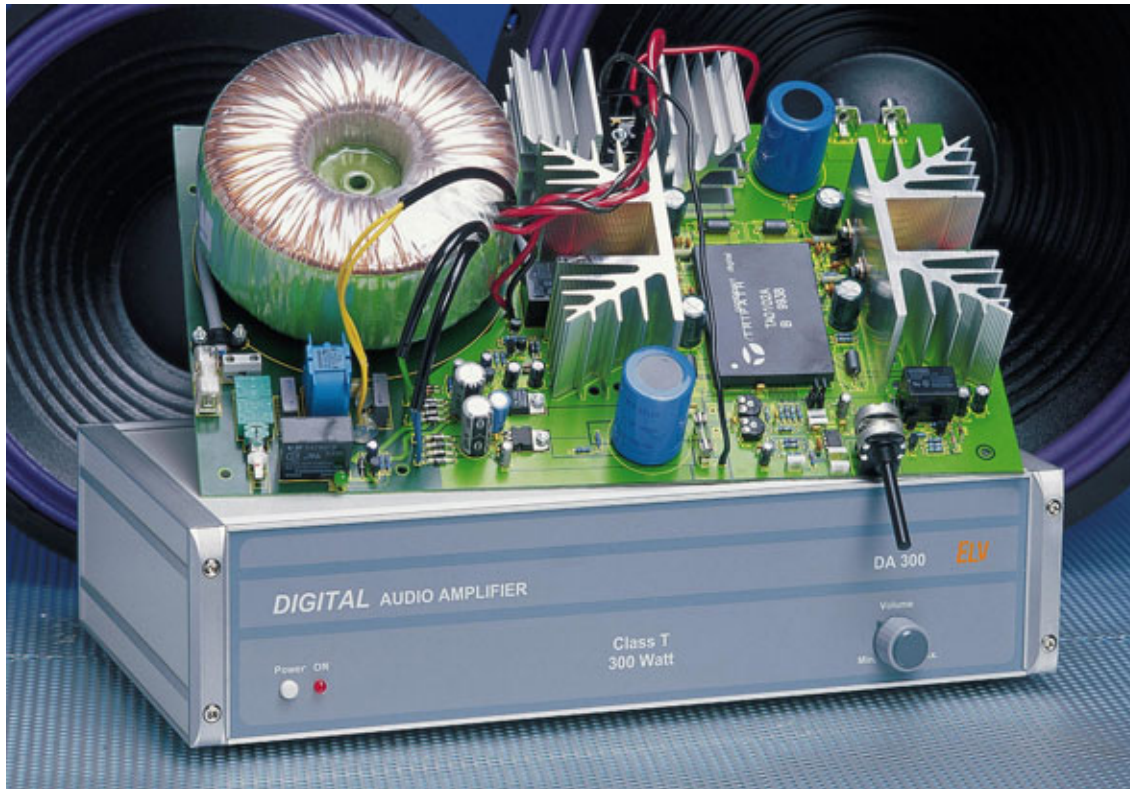
Bitte richten Sie Ihr Schreiben an:

ELV • Herrn Overlander • Postfach 1000 • D - 26787 Leer

## Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV-Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag. Bitte senden Sie Ihr Gerät an:

ELV • Reparaturservice • Postfach 1000 • D - 26787 Leer



# 300-W-Stereo- Leistungsverstärker DA 300

*Die hier eingesetzte digitale Endstufentechnologie von Tripath (Class T) liefert Klangeigenschaften wie ein traditioneller A/B-Verstärker mit der Effizienz eines pulsweitenmodulierten Verstärkers.*

## Allgemeines

Der wesentliche Vorteil eines Digitalverstärkers ist die hohe Effizienz mit bis zu 90 % Wirkungsgrad. Das erforderliche Netzteil muss dadurch erheblich weniger Leistung zur Verfügung stellen und die in der Endstufe benötigten Kühlkörper können aufgrund der geringen Verlustwärme entsprechend kleiner ausfallen.

Herkömmliche Digital-Verstärker in Class-D-Technologie (Pulsweiten-Modulation) haben zwar einen guten Wirkungsgrad, jedoch relativ bescheidene Klangeigenschaften, da die Effizienz mit einem hohen Klirrfaktor und Verzerrungen erkauft werden muss. Aus diesem Grund sind PWM-Verstärker nicht in höherwertigen Hifi-Verstärker-Produkten zu finden.

Im Kleinsignalebereich hingegen erfolgt heute nahezu ausschließlich eine digitale Signalverarbeitung, auch wenn am Anfang jeder Audio-Signalverarbeitung ein Analogsignal steht. Nach der Umsetzung

von einem analogen Signal in einen digitalen Bitstrom erfolgt die Verarbeitung dann meistens mit Hilfe von digitalen Signalprozessoren, wobei auch jederzeit eine verlustfreie Reproduzierbarkeit des Signals möglich ist.

Auch die Signalspeicherung in moderne

Audiogeräte erfolgt heute in der Regel ohne Qualitätseinbußen in digitaler Form.

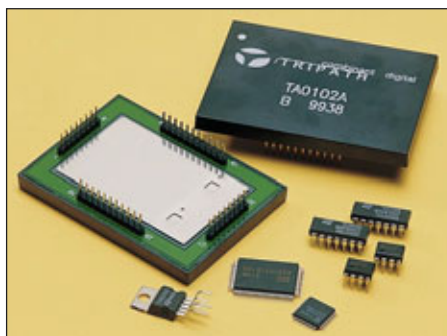
Im Bereich der Leistungsverstärker (Endstufen) konnte sich bisher die Digitaltechnik noch nicht durchsetzen, da die Klangtreue nicht mit konventionellen Linear-Verstärkern vergleichbar war.

**Tabelle 1: Technische Daten TA 0102A**

Ausgangsleistung je Kanal: .....	max. 150 W an 4 $\Omega$	(<10 % THD + N)
Dauer-Ausgangsleistung: .....	120 W an 4 $\Omega$	(<1 % THD + N)
je Kanal	65 W an 8 $\Omega$	(<1 % THD + N)
	80 W an 4 $\Omega$	(<0,1 % THD + N)
	47 W an 8 $\Omega$	(<0,1 % THD + N)
Wirkungsgrad: .....	90 % bei 80 W an 8 $\Omega$	
	88 % bei 150 W an 4 $\Omega$	
Klirrfaktor + Rauschen: .....	0,05 % bei 20 W an 8 $\Omega$	
Signal/Rauschabstand: .....	102 dB bei 150 W an 4 $\Omega$	
Kanal-Trennung: .....	85 dB bei 20 W an 8 $\Omega$	
Betriebsspannung: .....	min. $\pm 26$ V, max. $\pm 50$ V	
Mute-Eingang: .....	Logik-Pegel	
- Kurzschlussfeste Ausgänge		
- Über- und Unterspannungsschutz		
- 38 Pin Quad-Gehäuse		

Die von Tripath entwickelte Digital-Power-Processing™ (DPP™)-Technologie kombiniert nun die hohe Effizienz eines Class-D (PWM)-Verstärkers mit den Klangeigenschaften eines konventionellen Verstärkers in Class-A/B-Technologie. Komplette Stereo-Verstärker-Module (Shielded Amplifier Moduls) unter der Bezeichnung COMBINANT DIGITAL sorgen für eine relativ einfache Realisierung. Mit Ausnahme der Leistungs-Schalttransistoren, sowie wenige passive Bauteile, befinden sich alle Baugruppen innerhalb des Moduls, die auf einer sogenannten Spread-Spectrum-Basis mit Abtastfrequenzen zwischen 200 kHz und 1,5 MHz arbeiten.

Der integrierte digitale Signalprozessor (DSP) lernt dabei die Parameter der Endstufen FETs, um diese dann im exakten Timing steuern zu können. Über den gesamten Audio-Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz liefern die Verstärkermodule ausgezeichnete technische Daten, wie in Tabelle 1 zu sehen ist.



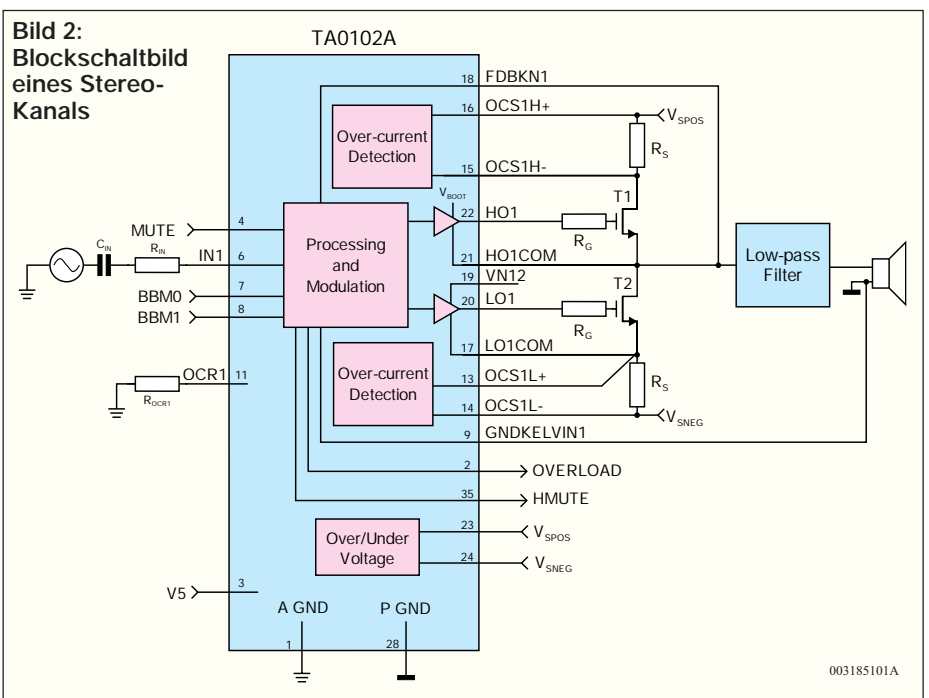
**Bild 1:** Im Vergleich zu Standard ICs haben die Shielded Amplifier Moduls von Tripath ungewöhnliche Abmessungen

Abbildung 1 zeigt die, im Verhältnis zu Standard-ICs, ungewöhnlichen Abmessungen der Verstärkermodule. Zur Störunterdrückung verfügen die Module über eine komplette interne Metallabschirmung.

Auch wenn der Schaltungsaufwand sich in Grenzen hält, so ist zu bedenken, dass mit Abtastfrequenzen zwischen 200 kHz und 1,5 MHz bei hohen Strömen gearbeitet wird.

Die Leiterbahnführung des Layouts ist daher sowohl für eine einwandfreie Funktion als auch bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) besonders wichtig. Neben einer Schirmung im Bereich der Leistungsendstufen durch großzügig dimensionierte Masseflächen, sind auch entsprechende Abblockungen an den Betriebsspannungen erforderlich. Die einwandfreie Funktion kann nur mit einer professionellen, doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte, wie in unserem Bauersatz, sichergestellt werden.

Der hier vorgestellte Stereo-Leistungs-



verstärker mit bis zu 2 x 150 W Sinus-Ausgangsleistung ist zur Spannungsversorgung mit einem 450-VA-Ringkern-Netztransformator ausgestattet, der direkt auf die Leiterplatte montiert wird.

Da auch die Kühlkörper der Digital-Endstufen sich direkt auf der Leiterplatte befinden, besteht der komplette Stereo-Verstärker aus einer einzigen Leiterplattenkonstruktion.

Auf der Platine wird die primärseitige Netzspannungsversorgung frei geführt. Der Einbau in ein geschlossenes Gehäuse, unter Beachtung der geltenden VDE- und Sicherheitsvorschriften, ist daher unbedingt erforderlich.

Im Bereich des Kühlkörpers muss das Gehäuse eine ungehinderte Luftzirkulation ermöglichen. Das vorgesehene ELV-Metallgehäuse bietet dazu die Voraussetzungen.

### Blockschaltbild

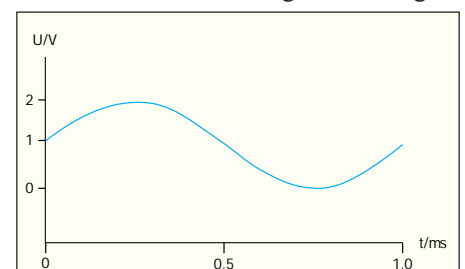
Das in Abbildung 2 dargestellte Blockschaltbild eines Stereo-Kanals verschafft einen ersten Überblick über die Funktionsweise des Digitalverstärkers. Mit Ausnahme der Endstufentransistoren und des zur Rekonstruktion des Ausgangssignals erforderlichen Tiefpass-Filters sind alle wichtigen Baugruppen im Verstärkermodul des Typs TA 0102A integriert.

Das an Pin 6 analog zugeführte Audiosignal wird chipintern in ein Digital-Signal gewandelt und dem integrierten Signalprozessor (DSP) zugeführt. Dieser übernimmt dann die Modulation der „High-Side“ und „Low-Side“-Treiber der Endstufen.

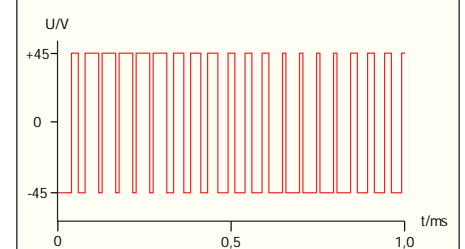
Über Gate-Vorwiderstände (R<sub>G</sub>) steuern wiederum diese Treiber die Leistungs-FETs T 1 und T 2. Die in den FETs fließen-

den Ströme werden mit Hilfe von Shunt-Widerständen erfasst und dienen im TA 0102 A zur Überstrom-Erkennung und somit zum Schutz der Endstufe. Des weiteren wertet der DSP diese Information für eine einwandfreie Steuerung aus.

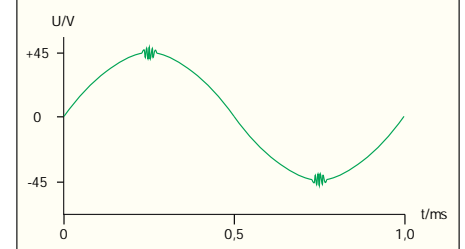
Aus einem sinusförmigen Audiosignal



**Bild 3a:** Audio-Eingangssignal



**Bild 3b:** Digital-Signal in der Endstufe



**Bild 3c:** Lautsprecher-Ausgangssignal

(Abbildung 3a) entsteht dann das in Abbildung 3b dargestellte Digital-Signal an den FETs.

Da dieses modulierte Signal nicht direkt auf die Lautsprecher gegeben werden kann, ist zur Rekonstruktion ein nachgeschaltetes Tiefpass-Filter erforderlich. Am Ausgang des Filters, d. h. direkt an den Lautsprechern, erhalten wir das in Abbildung 3c dargestellte Signal. Da HF-Restanteile vom Lautsprecher sowieso nicht wiedergegeben werden können, werden an der Filterkonstruktion keine besonders hohen Anforderungen gestellt. Um jedoch HF-Abstrahlungen im Bereich der Lautsprecherleitungen zu verhindern, sind die Lautsprecher-Ausgangsleitungen jeweils mit 5 Windungen durch einen Ferrit-Ringkern zu führen.

Doch kommen wir nun zum Schaltbild, das zur besseren Übersicht in drei Teilschaltbilder Verstärker, Spannungsversorgung und Lautsprecher-Schutzschaltung aufgeteilt wurde. Die detaillierte Schaltungsbeschreibung beginnen wir nun mit dem in Abbildung 4 dargestellten Verstärkerenteil, dessen zentrales Bauelement der Tripath-Baustein TA 0102 A ist.

**Verstärker-Schaltung**

Das Audiosignal des linken Stereo-Kanals wird der Verstärkerschaltung (Abbildung 4) an der Cinch-Buchse BU 100 und des Audio-Signal des rechten Kanals an der Cinch-Buchse BU 200, jeweils mit Normpegel (775 mV), zugeführt. Von hieraus gelangen die Signale dann direkt auf die zugehörigen Anschlüsse des zur Lautstärkeeinstellung dienenden Stereo-Potis R 100.

Der Widerstand des Potis von 47 kΩ bestimmt gleichzeitig den Eingangswiderstand der Schaltung. Jeweils vom Schleifer des Lautstärkepotis gelangen die Audio-Informationen dann mit C 100 und C 200 galvanisch entkoppelt auf die in IC 3 integrierten Pufferverstärker.

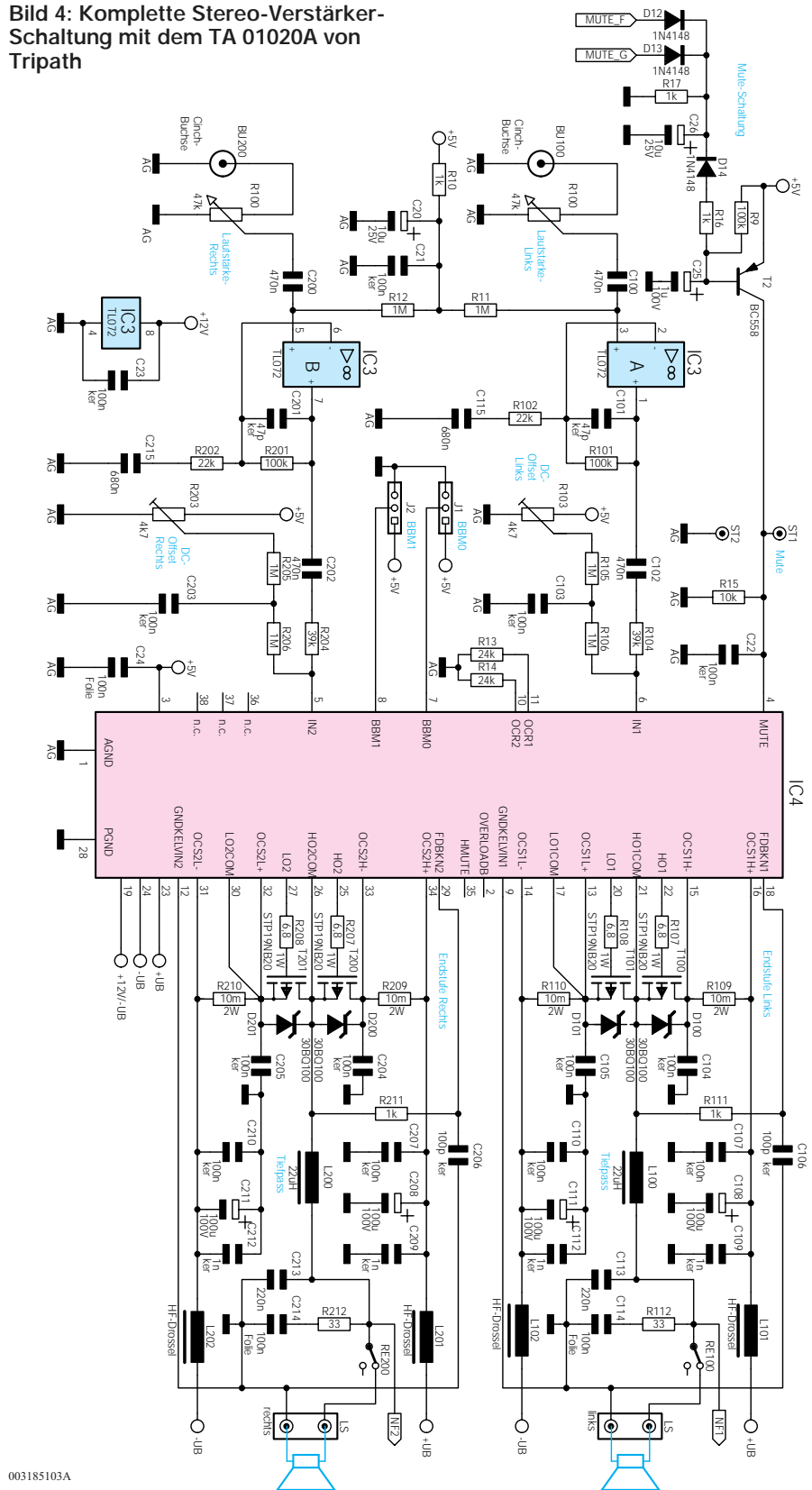
Über R 11 und R 12 liegt der Arbeitspunkt der Verstärkereingänge auf 5 V, wobei R 10, C 20 und C 21 zur Störunterdrückung dienen.

Die als nicht invertierende Verstärker arbeitenden Operationsverstärker nehmen eine ca. 5,5-fache Verstärkung vor und stellen das Signal am jeweiligen Ausgang niederohmig zur Verfügung.

Über C 102, R 104 sowie C 202, R 204 werden die Audiosignale direkt auf die zugehörigen Verstärkereingänge des TA 0102 A geführt.

Chipintern wird das Audio-Signal in ein Digital-Signal gewandelt und mit Hilfe eines digitalen Signalprozessors die Steuerung der Endstufen-Transistoren vorgenommen.

**Bild 4: Komplett Stereo-Verstärker-Schaltung mit dem TA 01020A von Tripath**



003185103A

In Form von Rechteck-Impulsen, bestehend aus einer Serie von High- und Low-Signalen, mit gleichbleibender Amplitude, steht das digitalisierte Audio-Signal des linken Kanals an Pin 22, Pin 20 und das Digital-Signal des rechten Kanals an Pin 25, Pin 27 zur Verfügung.

Diese digitalen Steuersignale dienen dann direkt über die Widerstände R 107,

R 108 bzw. R 207, R 208 zur Steuerung der Leistungs-FETs.

Im Gegensatz zu linear arbeitenden Audio-Verstärkern gibt es für die Endstufen-transistoren nur die beiden Betriebszustände „Sperren“ und „Durchgang“.

Je steiler die Schaltflanken, desto kürzer ist die Verweildauer der Transistoren im linearen Betrieb und somit die in Wärme



**Tabelle 2:**

**Endstufen-Verzögerungszeit**

Verzögerungszeit	BBM 1 (Pin 8)	BBM0 (Pin 7)
145 nS	Gnd	Gnd
105 nS	Gnd	+ 5 V
65 nS	+ 5 V	Gnd
25 nS	+ 5 V	+ 5 V

umzusetzende Verlustleistung. Zu steile Schaltflanken haben jedoch den Nachteil, dass Schalt-Tansienten hochfrequente Störungen verursachen, die oft nur mit erheblichem Aufwand zu beseitigen sind.

Neben den Schaltverlusten treten bei getakteten Verstärkern weitere Verluste durch den RDS-on-Widerstand der Power-MOSFET-Transistoren auf. Die von uns eingesetzten MOSFETs zeichnen sich durch einen sehr geringen RDS-on-Widerstand von 0,18 Ω aus.

Ein weiterer wichtiger Parameter ist die Gate-Kapazität der Endstufentransistoren. Je geringer die Kapazität, desto geringer kann die zur Steuerung erforderliche Leistung sein. Mit typisch 1-nF-Gate-Sorce-Kapazität weisen die eingesetzten Transistoren auch hier hervorragende Werte auf.

Die Gate-Ansteuerung der Leistung-FETs ist zudem besonders layoutkritisch. Zur Schwingneigungsunterdrückung ist auf möglichst kurze Steuerschleifen zu achten.

Die im Lastkreis der Endstufentransistoren fließenden Ströme werden mit Hilfe der Shunt-Widerstände R 109, R 110 sowie R 209 und R 210 erfasst und vom integrierten DSP zur Optimierung der Ansteuerung ausgewertet.

Zur HF-Abblockung im Bereich der Endstufen dienen die HF-Drosseln L 101, L 102, L 201, L202 sowie die an die Versorgungspins angeordneten Keramik-Kondensatoren. Weitere Schutzelemente sind die Bypass-Kondensatoren C 104, C 105 bzw. C 204, C 205 sowie die Shottky-Klemm-Dioden (D 100, D 201, D 202), die direkt an den Anschlusspins der Leistungstransistoren angeordnet sind. Überschwinger werden mit Hilfe dieser Bauelemente auf ein Mindestmaß reduziert.

Über R 111 bzw. R 211 erfolgt eine Rückkopplung des Ausgangssignals zum Steuermodul, wobei C 106 und C 206 zur HF-Unterdrückung dienen.

Die beiden MOSFET-Leistungstransistoren einer Endstufe dürfen zu keinem Zeitpunkt gleichzeitig durchgesteuert werden. Selbst Überlappungen im ns-Bereich sind nicht zulässig und können zur Zerstörung der Transistoren führen oder verursachen erhebliche Funkstörungen. Hier gilt grundsätzlich die Devise „break before make“.

Zur genauen Anpassung der Treiberaus-

gänge des Verstärkerbausteins an die Parameter der eingesetzten MOSFET-Endstufentransistoren sind mit Hilfe der Kodierbrücken J 1 und J 2 die in Tabelle 2 dargestellten Verzögerungszeiten einstellbar.

Die in unserem Verstärker eingesetzten Transistoren des Typs STP 19 NB 20 von Thomson benötigen hier eine Einstellung von 65 ns, d. h. BBM 1 ist mit + 5 V und BBM 0 mit der Schaltungsmasse zu verbinden.

Mit R 103 bzw. R 203 erfolgt jeweils am Verstärkereingang der DC-Offset-Abgleich des Verstärkerausgangs.

Die Widerstände R 13 und R 14 dienen zur Grenzwerteinstellung der Überstrom-Schutzschaltung. An den Pins 3, 19, 23 und 24 erhält das Verstärkermodul die zur Funktion erforderlichen unterschiedlichen Betriebsspannungen.

Zur Rekonstruktion der Audio-Informationen ist dann jeweils ein nachgeschaltetes Tiefpass-Ausgangfilter, aufgebaut mit L 100, C 113 bzw. L 200, C 213, erforderlich. Weiterhin dienen diese Filter zur Einhaltung der EMV-Vorschriften, da schließlich in der Endstufe Signalkomponenten im Frequenzbereich von 200 kHz bis 50 MHz auftreten, die ohne Filter über die Lautsprecherleitungen abgestrahlt würden.

Die jeweils parallel zum Lautsprecheranschluss liegende RC-Kombination R 112, C 114 (linker Kanal) und R 212, C 214 (rechter Kanal) dienen zur Störunterdrückung. An Lautsprecher-Klemmanschlüssen erfolgt letztendlich die Signalauskopplung.

Knackgeräusche im Ein- und Ausschaltmoment werden über die Mute-Schaltung verhindert. Dazu dient die mit T 2 und externe Komponenten aufgebaute Schaltung, deren Funktion relativ einfach ist.

Im Einschaltmoment wird der Transistor T 2 durchgesteuert, da sich C 25 nur langsam über R 9 aufladen kann. Solange der Mute-Eingang des TA 0102 (Pin 4) „High-Pegel“ führt, bleibt der Ausgang stumm geschaltet. Sofort nach Einschalten

der Netzspannung wird D 14 in den Sperrzustand versetzt, da C 26 über D 12 und D 13 schnell aufgeladen wird.

Im Ausschaltmoment hingegen wird C 26 über R 17 entladen bevor die Spannung des Netzteils zusammenbrechen kann. Dies wiederum bewirkt das sofortige Durchschalten des Transistors T 2, so dass der TA 0102 A in den Mute-Mode geschaltet wird, bevor die Betriebsspannungen zusammenbrechen.

**Lautsprecher-Schutzschaltung**

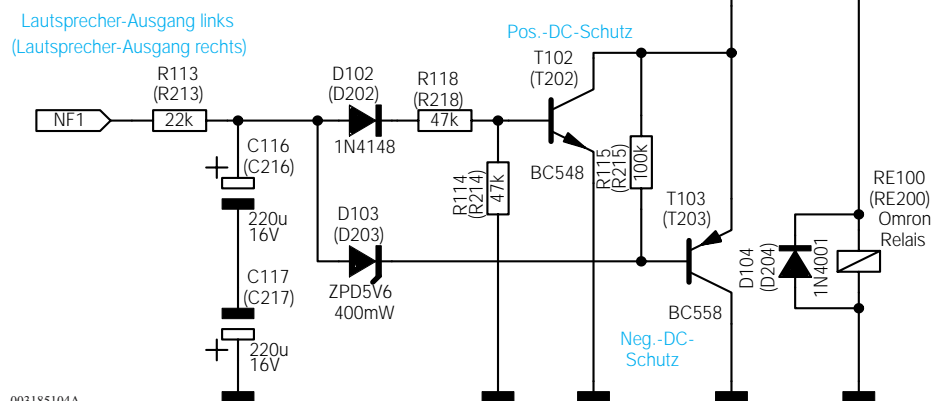
Sobald im Fehlerfall (z. B. defekte Endstufentransistoren) an einem Verstärker-ausgang unzulässig hohe Gleichspannungen auftreten, hat die Schutzschaltung (Abbildung 5) die Aufgabe, die Lautsprecher sofort vom Verstärkerausgang zu trennen.

Da die Lautsprecher-Schutzschaltung des rechten und linken Stereo-Kanals vollkommen identisch aufgebaut sind, ist in Abbildung 5 nur das Schaltbild eines Kanals dargestellt.

Die direkten Bauteilbezeichnungen beziehen sich dabei auf den linken Stereo-Kanal und die Bauteil-Nummerierungen des rechten Kanals stehen in Klammern. Das Lautsprecher-Ausgangssignal der Endstufe gelangt zunächst auf einen mit R 113, C 116 und C 117 aufgebauten Tiefpass, dessen Grenzfrequenz mit ca. 0,07 Hz sehr tief ist. Solange vom Lautsprecher-ausgang des Verstärkers eine reine Wechselspannung abgegeben wird, stellt sich an C 116, C 117 ein arithmetischer Mittelwert von 0 ein.

Wird im Fehlerfall das NF-Signal durch eine Gleichspannung überlagert oder liegt eine reine Gleichspannung am Verstärker-ausgang an, so werden die Elkos C 116,

**Bild 5: Lautsprecher-Schutzschaltung eines Stereo-Kanals**



003185104A

C 117 entsprechend der Polarität der Gleichspannung aufgeladen.

Bei einer positiven Gleichspannung von mehr als 2 V gegenüber Masse-Potential wird über D 102, R 118 der Transistor T 102 durchgesteuert, der wiederum den Transistor T 104 in den leitenden Zustand versetzt. Das im Kollektorkreis dieses Transistors geschaltete Relais trennt dann den Lautsprecher vom Verstärkerausgang.

Stellt sich am Verstärkerausgang eine negative Gleichspannung gegenüber Schaltungsmasse ein, so wird über D 103 der Transistor T 103 durchgesteuert. Dieser

Transistor übernimmt dann die Steuerung des Relais treibers (T 104).

## Schaltung des Netzteils

Die Netzteilschaltung unseres Hochleistungs-Digital-Verstärkers ist in Abbildung 6 zu sehen. An der Netzanschlussklemme KL 1 wird die 230-V-Netzspannung zugeführt, die über die Netz-Sicherung SI 1 zunächst auf den zweipoligen Netzschalter S 1 gelangt. Über eine stromkompenzierte Ringkern drossel (L 1) und die Parallelschaltung aus R 2 und RE 1

gelangt die Netzspannung dann auf die Primärwicklung des 450-VA-Netztransformators TR 1.

Unmittelbar nach dem Einschalten wird der Eingangsstrom durch den NTC-Widerstand R 2 begrenzt. Durch diese Maßnahme wird das unerwünschte Ansprechen von Haus-Sicherungsautomaten verhindert, da der Trafo im Einschaltmoment eine sehr hohe Stromaufnahme hat.

Ungefähr 20 ms nach Anlegen der Netzspannung aktiviert die mit T 1, C 2, R 1 und D 1 aufgebaute Verzögerungsschaltung das Leistungs-Relais RE 1 und legt den Ringkerntrafo direkt an die 230-V-Netz-Wechselspannung.

Sekundärseitig ist der Trafo mit zwei Leistungs-Wicklungen (je 32,5 V/6,6 A) und zwei Hilfswicklungen zur Versorgung der Steuerelektronik ausgestattet.

Die beiden Hauptwicklungen im oberen Bereich des Schaltbildes sind vollkommen identisch ausgeführt und speisen die beiden mit GL 1 aufgebauten Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen. Die unstabilierten Endstufen-Versorgungsspannungen von + 45 V und - 45 V stehen dann an die Pufferelkos C 7 und C 9 an.

Im Bereich der Dioden-Schaltsschwellen sorgen die Kondensatoren C 3 bis C 6 zur Störimpulsunterdrückung. C 8 und C 10 dienen zur HF-Stör-Abblockung und die Widerstände R 3 bis R 6 entladen die Pufferelkos im ausgeschalteten Zustand.

Die nächste Sekundärwicklung speist den mit D 2 bis D 5 aufgebauten Brückengleichrichter. Mit C 11 wird die unstabilierte Spannung gepuffert und mit dem Festspannungsregler IC 1 des Typs 7805 wird eine positive Spannung von 5 V erzeugt. Diese Spannung dient dann zur Versorgung des Prozessorteils im Verstärkermodul. Zur Störunterdrückung sind C 12 und C 13 vorhanden und C 14 übernimmt eine Pufferung am Ausgang des Reglers im Ausschaltmoment, da diese Spannung zuletzt abfallen muss.

Zur Signalisierung der Betriebsbereitschaft des Verstärkers dient die über R 7 mit Spannung versorgte Kontroll-LED D 10.

Die Wechselspannung der unteren Trafo-Wicklung wird mit D 6 bis D 9 gleichgerichtet. C 15 dient hier zur Pufferung der unstabilierten Spannung und mit dem Festspannungsregler IC 2 des Typs 7812 wird eine positive Spannung von + 12 V erzeugt, die nicht auf Schaltungsmasse, sondern auf -UB bezogen ist. Die Keramik-Kondensatoren C 16, C 17 sowie der Elko C 18 dienen auch hier zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung. Damit ist bereits die komplette Schaltungsbeschreibung dieses innovativen Audio-Leistungsverstärkers abgeschlossen.

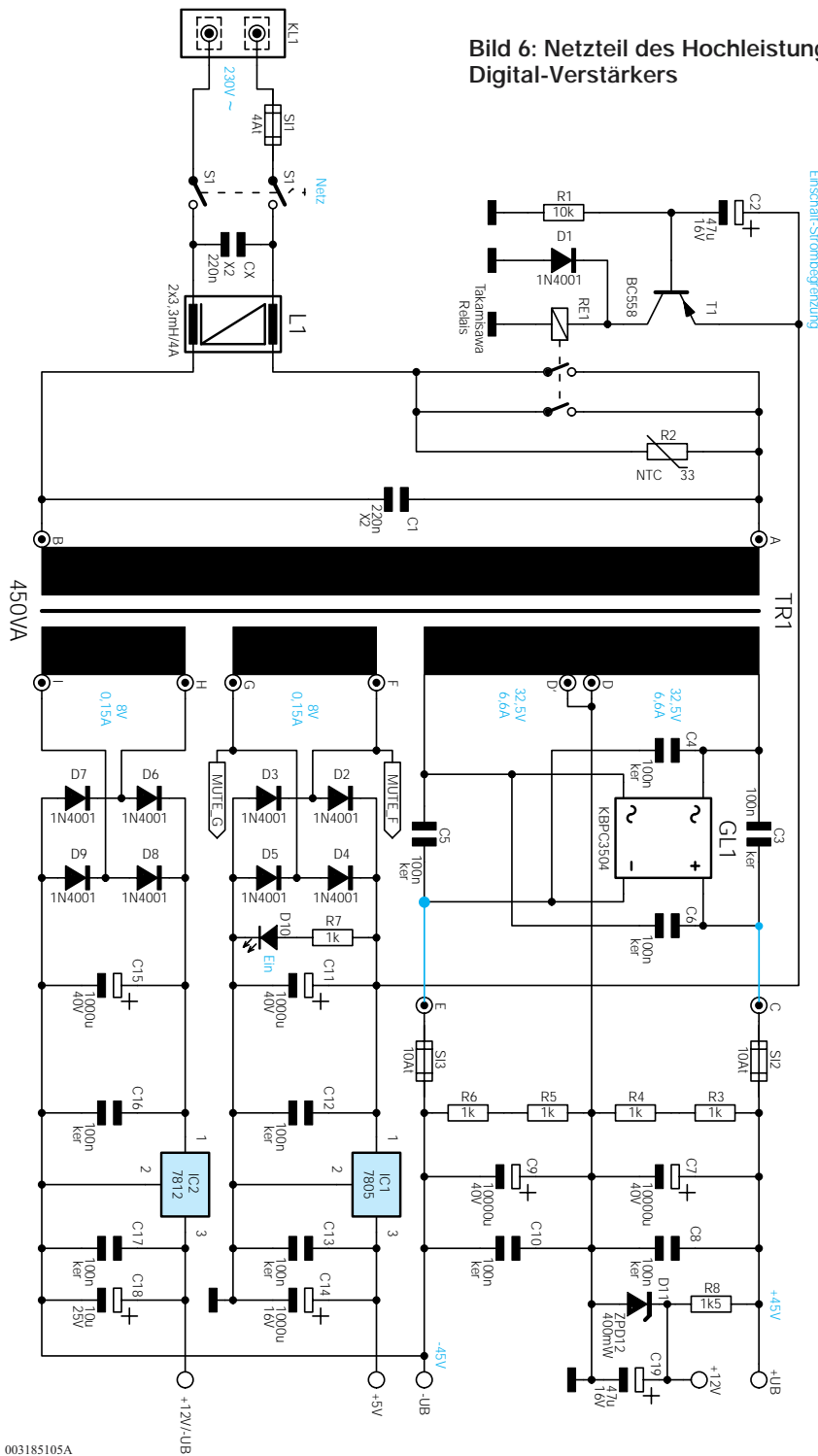


Bild 6: Netzteil des Hochleistungs-Digital-Verstärkers



Ansicht der fertig bestückten Platine des Digital-Verstärkers DA 300 (Originalgröße: 348 x 198 mm)

## Nachbau

Der gesamte Aufbau unseres 300-W-Stereoverstärkers besteht aus einer einzigen Leiterplattenkonstruktion, die für den Einbau in das ELV-Metallgehäuse konzipiert wurde. Sämtliche Komponenten, inklusive Hochleistungs-Ringkern-Transformator und die Kühlkörper der Endstufe befinden sich auf der Leiterplatte, sodass nur noch die Lautsprecher-Ausgangsklemmen zu verdrahten sind. Da der gesamte Digitalverstärker aus einer kompletten Leiterplatteneinheit besteht, ist auch der Einbau in andere geeignete Gehäuse problemlos möglich.

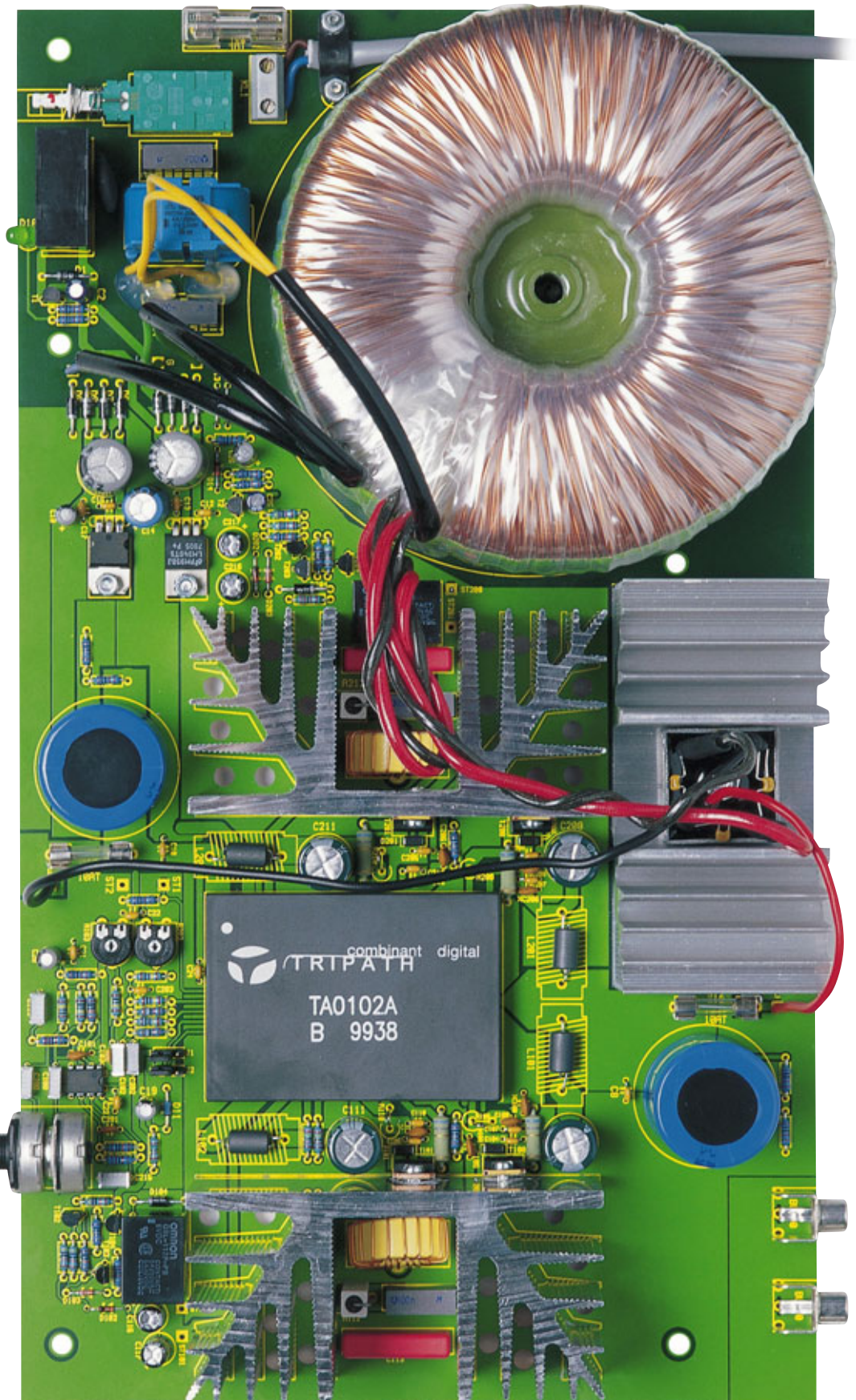
**Achtung!** Die 230-V-Netzspannung wird frei auf der Leiterplatte geführt. Der Aufbau und die Inbetriebnahme dürfen ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Sämtliche VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind dabei ausnahmslos einzuhalten.

Die Leiterplatte ist zum Betrieb in das dafür vorgesehene ELV-Metallgehäuse oder in ein anderes stabiles geschlossenes Gehäuse einzubauen, wobei für die erforderliche Luftzu- und -abfuhr zu sorgen ist. Der Betrieb des Verstärkers ohne Gehäuse ist nicht zulässig.

Doch beginnen wir nun mit den Bestückungsarbeiten der Leiterplatte, wo nahezu ausschließlich konventionelle bedrahtete Bauelemente zum Einsatz kommen. Um sich mit den erforderlichen Aufbauarbeiten vertraut zu machen empfiehlt es sich, zuerst die hier vorliegende Bauanleitung komplett zu lesen.

## Platinenbestückung

Bei der Bestückung der Leiterplatte halten wir uns genau an den Bestückungsplan, die Stückliste sowie den Bestückungsdruck auf der Leiterplatte.

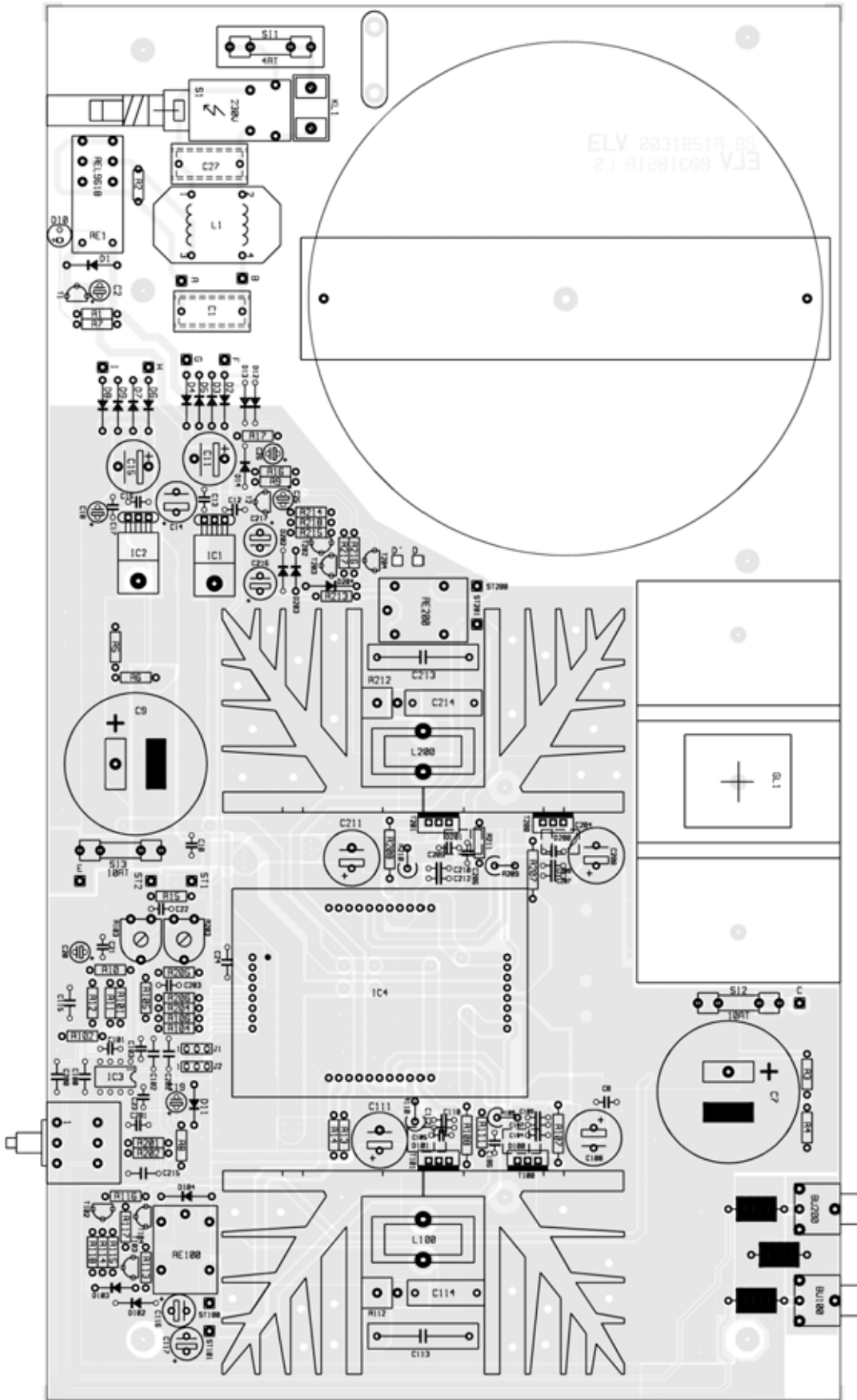


Vorzugsweise ist mit dem Einlöten der niedrigsten Bauteile zu beginnen. Das sind bei unserem Verstärker die 1%-igen Metallfilmwiderstände, deren Anschlussbeinchen zuerst auf Rastermaß abzuwinkeln

und dann von der Bestückungsseite durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu führen sind. An der Lötseite werden die Anschlussdrähte leicht angewinkelt und nach dem Umdrehen der Leiterplatte in



**Bestückungsplan  
des Digital-Verstärkers  
DA 300 (Originalgröße:  
348 x 198 mm)**



und D 201. Diese direkt an den Drain-/Source-Anschlüssen der Power-MOS-Transistoren positionierten Bauteile werden als nächstes unter Beachtung der korrekten Polarität aufgelötet.

Des Weiteren ist die genaue Bestückungsposition der Dioden wichtig, sodass keine Kurzschlüsse zu benachbarten Leiterbahnen entstehen können. Die Kathodenseite (Pfeilspitze) ist dabei durch einen Strich gekennzeichnet.

Die Dioden und Z-Dioden in bedrahteter Ausführung werden im Anschluss hieran in der gleichen Weise wie die bedrahteten Widerstände verarbeitet, wobei jeweils die Kathodenseite durch einen Ring gekennzeichnet ist.

Die Keramik- und Folienkondensatoren sind mit möglichst kurzen Anschlussbeinchen einzubauen.

Es folgen die Kleinsignaltransistoren, deren Anschlussbeinchen vor dem Verlöten möglichst weit durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen sind.

Die beiden Festspannungsregler werden vor dem Verlöten der Anschlüsse jeweils mit einer Schraube M3 x 6 mm, Zahnscheibe und Mutter liegend auf die Leiterplatte montiert. Erst danach erfolgt das Verlöten der Anschlüsse mit ausreichendem Lötzinn.

Im Anschluss hieran werden die drei, jeweils aus zwei Hälften bestehenden Platinensicherungshalter sorgfältig eingelötet. Nach Einsetzen der Glas-Feinsicherungen ist die Netzsicherung SI 1 zum Berührungsschutz mit einer Kunststoff-Abdeckhaube zu bestücken.

Besonders wichtig ist die korrekte Polarität bei den Elektrolyt-Kondensatoren, die als Nächstes einzubauen sind. Falsch gepolte Elkos können sogar explodieren. Die Polarität der Elkos ist üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet.

Danach werden unter Zugabe von viel

einem Arbeitsgang festgelötet. Mit einem scharfen Seitenschneider sind an der Platinenunterseite alle überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden, wie auch bei allen nachfol-

gend zu bestückenden, bedrahteten Bauteilen.

Die einzigen Bauteile des Verstärkers in SMD-Technik (Oberflächenmontage) sind die 4 Schottky-Dioden D 100, D 101, D 200



## Stückliste: 300-W-Stereo-Leistungsverstärker DA 300

### Widerstände:

8 cm Manganindraht,  
0,659Ω/m ..... R109, R110,  
R209, R210  
6,8Ω/1W ..... R107, R108, R207, R208  
33Ω/5W ..... R112, R212  
1kΩ ..... R3-R7, R10, R16,  
R17, R111, R211  
1,5kΩ ..... R8  
10kΩ ..... R1, R15, R117, R217  
22kΩ ..... R102, R113, R202, R213  
24kΩ ..... R13, R14  
39kΩ ..... R104, R204  
47kΩ ..... R114, R116, R118,  
R214, R216, R218  
100kΩ .. R9, R101, R115, R201, R215  
1MΩ ..... R11, R12, R105,  
R106, R205, R206  
NTC33Ω ..... R2  
PT10, liegend, 5kΩ ..... R103, R203  
Poti, 6 mm, Stereo, 47kΩ ..... R100

### Kondensatoren:

47pF/ker ..... C101, C201  
100pF/ker ..... C106, C206  
1nF/ker ..... C109, C112, C209, C212  
100nF ..... C24  
100nF/ker ..... C3-C6, C8, C10,  
C12, C13, C16, C17,  
C21-C23, C103-C105, C107  
C110, C203-C205, C207, C210  
100nF/X2/MKT ..... C114, C214  
220nF/MKS4 ..... C113, C213  
220nF/X2 ..... C1, C27  
470nF ..... C100, C102, C200, C202  
680nF ..... C115, C215  
1µF/100V ..... C25  
10µF/25V ..... C18, C20, C26  
47µF/16V ..... C2, C19  
100µF/100V ..... C108, C111,  
C208, C211  
220µF/16V C116, C117, C216, C217

1000µF/16V ..... C14  
1000µF/40V ..... C11, C15  
10000µF/40V ..... C7, C9

### Halbleiter:

7805 ..... IC1  
7812 ..... IC2  
TL072 ..... IC3  
TA0102 ..... IC4  
BC558 ..... T1, T2, T103, T203  
STP19NB20 ..... T100, T101,  
T200, T201  
BC548 ..... T102, T202  
BC327-40 ..... T104, T204  
KBPC3504 ..... GL1  
1N4001 ..... D1-D9, D104, D204  
ZPD12V/0,4W ..... D11  
1N4148 ..... D12-D14, D102, D202  
30BQ100 ... D100, D101, D200, D201  
ZPD5,6V/0,4W ..... D103, D203  
LED, 5mm, rot ..... D10

### Sonstiges:

Stromkompensierte Ringkerndrossel,  
2 x 3,3mH/4A, liegend ..... L1  
UKW-Breitbanddrossel,  
2,5-Windungen ..... L2, L3, L4  
Einfach-Ringkerndrossel,  
22µH ..... L100, L200  
Cinch-Einbaubuchse,  
print ..... BU100, BU200  
Netzschraubklemme, 2-polig ..... KL1  
Lautsprecher-Klemmanschluss,  
4-polig ..... ST100, ST101,  
ST200, ST201  
Leistungsrelais, 5V, 2 x ein/5A ... RE1  
Leistungsrelais, 5V,  
1 x um/5A ..... RE100, RE200  
Ringkerntrafo, 450VA,  
2 x 32,5V/6,6A ..... TR1  
2 x 8V/0,15A  
Stiftleiste, 1 x 3-polig ..... J1, J2

Sicherung, 4A, träge ..... S11  
Sicherung, 10A, träge ..... SI2, SI3  
Shadow-Netzschalter ..... S1  
1 Adapterstück  
1 Verlängerungsachse  
1 Druckknopf, ø 7,2mm  
3 Platinensicherungshalter (2 Hälften)  
1 Sicherungsabdeckhaube  
2 Jumper  
1 Drehknopf, 21 mm, grau  
1 Knopfkappe, 21 mm, grau  
1 Pfeilscheibe, 21 mm, grau  
1 Gewindestift mit Spitze, M3 x 4 mm  
4 Glimmerscheiben, TOP-66  
4 Isolierbuchsen  
2 Ferrit-Ringkerne  
3 Kühlkörper, SK88, bearbeitet  
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm  
10 Zylinderkopfschrauben, selbst-  
schneidend, M3 x 8mm  
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm  
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm  
1 Zylinderkopfschraube, M4 x 25 mm  
1 Zylinderkopfschraube, M5 x 20 mm  
8 Muttern, M3  
1 Mutter, M4  
12 Fächerscheiben, M3  
1 Fächerscheibe, M4  
1 Fächerscheibe, M5  
1 U-Scheibe, M4  
2 Aderendhülsen, 0,75 mm<sup>2</sup>  
1 Tube Wärmeleitpaste  
1 Zugentlastungsbügel  
1 Lautsprecher-Klemmanschluss  
1 Netzkabeldurchführung mit  
Knickschutztülle, grau  
1 Netzkabel, 3-polig, grau  
95 cm Lautsprecherkabel,  
2 x 2,0 mm<sup>2</sup>, rot/schwarz  
12 cm Schrumpfschlauch  
18 cm flexible Leitung rot, 0,75 mm<sup>2</sup>  
28 cm flexible Leitung, schwarz, 0,75 mm<sup>2</sup>

Lötzinn die drei Relais des Digitalverstärkers eingebaut.

Beim Einlöten der beiden Trimmer R 103, R 203 ist eine zu große Hitzeeinwirkung auf das Bauteil zu vermeiden. Die beiden im Anschluss hieran zu bestückenden 3-poligen Stiftleisten dienen zur Aufnahme der Codierbrücken J 1 und J 2.

Das Einlöten der Cinch-Eingangsbuchsen für den rechten und linken Stereo-Kanal sowie des Stereo-Lautstärkepotis erfolgt danach. (Das Poti sollte 1 mm Abstand zur Platinenoberfläche aufweisen.)

Unter Zugabe von viel Lötzinn sind die Drosselspulen L 2, L 3 und L 4 sowie die Filterspulen L 100 und L 200 einzubauen.

Besondere Sorgfalt ist beim Einbau des Netzschalters S 1 und des Netzfilters L 1 geboten. Diese Bauteile müssen unbedingt

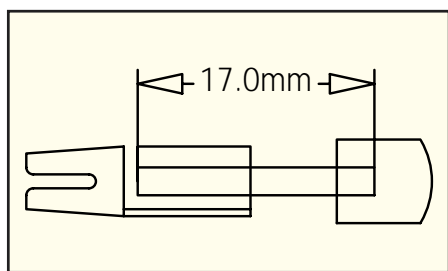
vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen. Das Gleiche gilt auch für die Netz-Schraubklemme KL 1.

Die Shunt-Widerstände R 109, R 110 sowie R 209 und R 210 werden aus Manganindraht-Abschnitten von 18 mm Länge hergestellt. Nach dem Einlöten der Drahtabschnitte in die Leiterplatte (in einem Bogen nach oben) bleiben 15 mm des Widerstandsdrahtes wirksam.

Nun kommen wir zur Montage der Endstufentransistoren an die dafür vorgesehenen Kühlkörper. Die Transistoren werden mit je einer Glimmerscheibe versehen, die beidseitig mit etwas Wärmeleitpaste bestrichen wurde. Auf diese Paste darf keinesfalls verzichtet werden. Die Power-MOSFET-Transistoren werden dann jeweils mit einer Isolierbuchse und einer

gewindeschneidenden Schraube am Kühlkörper angeschraubt. Sitzen alle Transistoren korrekt, werden ihre Montageschrauben fest angezogen. Jetzt ist es zweckmäßig, dass die Transistoren auf eventuelle Kurzschlüsse zum Kühlkörper hin überprüft werden.

Die Montage der Kühlkörper mit den angeschraubten Transistoren erfolgt, wenn diese Überprüfung zufriedenstellend verlaufen ist. Zur Montage werden die Transistoranschlüsse von der Oberseite durch die zugehörigen Leiterplattenbohrungen geführt und die Kühlkörper mit zwei gewindeschneidenden Schrauben, die zuvor mit je einer Zahnscheibe bestückt wurden, befestigt. Nach dem Festziehen der Befestigungsschrauben erfolgt dann das Verlöten der Transistoranschlüsse.



**Bild 7: Schubstange des Netzschalters**

Zur Montage des 450-VA-Ringkern-Netztransformators wird die Unterseite der Basisplatine durch einen verzinkten Stahlblechstreifen 30 x 128 x 2 mm verstärkt, indem dieser mit 2 von unten eingesteckten Schrauben M3 x 6 mm (mit Zahnscheiben) und entsprechender von der Bestückungsseite her angebrachten Muttern unter die Basisplatine geschraubt wird. Die Montage des Trafos erfolgt dann mit einer Schraube M5 x 20 mm auf die zuvor die zugehörige Zahnscheibe aufgesteckt wird.

Jetzt werden die Zuleitungen auf Bedarfslänge gekürzt und angeschlossen. Wir beginnen dabei mit den flexiblen Leitungen, deren Leitungsenden sauber verdrillt, vorverzinnt und danach von der Bestückungsseite durch die zugehörigen Bohrungen der Platine geführt werden. Das Festsetzen der Leitungsenden erfolgt mit viel Lötzinn an der Platinenunterseite.

Die beiden gelben Leitungen sind dabei die primärseitige Netzversorgung und gehören an die Anschlusspunkte A und B. An die Platinenanschlusspunkte G und F sind die beiden blauen Zuleitungen und an I und H die beiden grünen Leitungen anzuschließen, wobei die Polarität keine Rolle spielt. Damit ein versehentliches Lösen der Leitungsenden, insbesondere der primärseitigen Netzversorgung, auszuschließen ist, müssen auf der Platinenoberseite die Leitungsenden mit Klebstoff gesichert werden.

Nun sind die starren Zuleitungen der sekundärseitigen Leistungswicklungen an der Reihe. Die beiden Sekundärwicklungen des Trafos haben jeweils eine rote und eine schwarze Zuleitung. Die rote Leitung der ersten Wicklung und die schwarze Leitung der zweiten Wicklung (mit einem Ohmmeter überprüfen) werden an die Platinenanschlusspunkte D und D' angeschlossen und durch Biegen ausgerichtet. Die verbleibenden beiden Leitungsenden gehören mit beliebiger Polarität an die Wechselspannungsanschlüsse des Leistungs-Gleichrichters GL 1.

Zuvor wird jedoch der Gleichrichter mit vier Keramikkondensatoren (C 3 - C 6) bestückt. Je ein Kondensator kommt zwischen zwei benachbarte Gleichrichter-Anschlussflächen (erst Löten, wenn alle vier Kondensatoren des Gleichrichters bestückt

und die Anschlussleitungen verdrahtet sind).

Am Gleichrichter sind alle 4 Leitungsenden mit 3 cm langen Schrumpfschlauch-Abschnitten zu bestücken, durch die Lötösen des Gleichrichters zu führen, umzubiegen und mit viel Lötzinn festzusetzen. Wie bereits erwähnt, gehören die vom Trafo kommenden Leitungen an die Wechselspannungsanschlüsse. Am Plus-Anschluss ist eine 180 mm lange rote Leitung und am Minus-Anschluss eine 280 mm lange schwarze Leitung mit einem Querschnitt von 0,75 mm<sup>2</sup> anzulöten. Die Schrumpfschlauchabschnitte werden über die Lötanschlüsse geschoben und verschrumpft.

Für die Montage des Gleichrichters wird zuerst der zugehörige Kühlkörper mit 2 Schrauben M3 x 10 mm auf die Leiterplatte montiert. Der Gleichrichter benötigt zur Montage keine Glimmerscheibe, sollte aber an der Übergangsfläche zum Kühlkörper mit Wärmeleitpaste bestrichen werden. Die Montage des Gleichrichters am Kühlkörper erfolgt mit einer Schraube M4 x 25 mm, die von unten durch die Leiterplatte, den Kühlkörper und den Gleichrichter geführt wird. Auf der Oberseite folgen dann eine Unterlegscheibe, eine Zahnscheibe und die Befestigungsmutter.

Nach dem Festschrauben wird die schwarze vom Minus-Anschluss des Gleichrichters kommende Leitung an den Platinenanschlusspunkt E und die vom Plus-Anschluss kommende Leitung an den Platinenanschlusspunkt C angelötet.

Im Anschluss hieran werden der Operationsverstärker IC 3 und der hochwertige Tripath-Verstärkerbaustein TA0102 A (IC 4) eingelötet. Besonders beim Verstärkerbaustein ist darauf zu achten, dass keine Kurzschlüsse zwischen den Lötpins entstehen.

Die Anschlüsse der Netz-Kontroll-LED sind ca. 5 mm hinter dem Gehäuseaustritt polaritätsrichtig abzuwinkeln und mit einer Höhe von 5 mm in die zugehörigen Platinenbohrungen zu löten.

In die Geräterückwand eingebaute Lautsprecher-Klemmanschlüsse dienen zum Anschluss der Lautsprecher. Die Verbindung von den Lautsprecherausgängen der Leiterplatte (ST 100, ST 200, rot und ST 101, ST 201, schwarz) zu den Klemmanschlüssen erfolgt über zweiadrige Lautsprecherleitungen, die zunächst nur auf der Platinenseite anzulöten sind. Zur HF-Störunterdrückung werden die Leitungen jeweils mit 5 Windungen durch einen Ferrit-Ringkern geführt.

Die Schubstange des Netzschalters ist entsprechend Abbildung 7 zu kürzen und danach mit einem Druckknopf und einem Verbindungsstück zu bestücken. Das Verbindungsstück wird auf dem Netzschalter eingearastet.

## Gehäuseeinbau

Der Digitalverstärker DA 300 ist für den Einbau in das hochwertige und robuste ELV-Metallgehäuse konzipiert.

Im Folgenden gehen wir auf den Gehäusezusammenbau nur in verkürzter Form ein und verweisen auf die beiliegende detaillierte Anleitung zum Gehäuseeinbau.

Da es sich beim DA 300 trotz Metallgehäuse um ein netzbetriebenes Gerät handelt, sind die geltenden VDE- und Sicherheitsvorschriften unbedingt zu beachten. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die korrekte Montage der Netzzuleitung und der Isolierplatte unterhalb der Leiterplatte im Bereich der primärseitigen Netzversorgung.

Zuerst ist die Gehäuserückwand vorzubereiten, indem die Lautsprecher-Klemmleiste mit 2 Schrauben M3 x 10 mm, den zugehörigen Fächerscheiben und Muttern eingebaut wird. Des Weiteren wird die Netzkabel-Durchführung in die Rückwand montiert. Danach werden am linken Seitenprofil die beiden unteren Modulschienen angeschraubt und das Bodenblech mit nach vorne weisenden Lüftungsschlitzen eingeschoben.

Die Schutzleiterverbindung zum Bodenblech erfolgt über den am Bodenblech angeschweißten Flachsteckeranschluss, der zuvor entsprechend hochzubiegen ist. Hier wird eine 15 cm lange grün-gelbe Leitung mit Flachsteckern aufgesteckt, die durch die Isolierplatte und die Leiterplatte zum Schutzleiteranschluss des Seitenprofils auf der linken Seite zu führen ist.

Das freie Ende des Schutzleiterkabels ist nun auf einer Länge von 8 mm abzuisolieren und durch die Schutzleiter-Lötöse des Seitenprofils zu führen. Vor dem Verlöten wird das Leitungsende dann einmal um die Lötöse gebogen. An die vier freien Ösen wird später der Schutzleiter der Netzzuleitung und das Schutzleiterkabel der Gehäuseplatte in der gleichen Weise angelötet.

Als dann ist das Seitenprofil fest mit den Modulschienen zu verschrauben. 4 Gehäusefüße sind an die entsprechenden Positionen des Bodenblechs zu kleben.

Der soweit vorbereitete Gehäuseboden ist nun so auf die Arbeitsfläche zu stellen, dass sich das Seitenprofil auf der linken Seite befindet. An der Vorderseite des Seitenprofils wird eine Ablende mittels 2 Gehäuseschrauben befestigt.

In die eckige Nut der jeweiligen Modulschiene sind jetzt jeweils 3 Sechskantschrauben M4 x 20 mm mit nach oben zeigendem Gewinde einzuschieben.

Danach wird die Epoxyd-Isolierplatte über die vier linken Befestigungsschrauben abgesenkt und die beiden rechten Be-

festigungsschrauben jeweils mit einer 0,5 mm dicken Polyamidscheibe bestückt.

Anschließend folgen auf jede der 6 Schraubengewinde zwei 2,5 mm dicke Polyamid-Scheiben.

Alsdann wird das Geräte-Chassis über die sechs Schrauben der unteren Modulschienen abgesenkt und die Frontplatte in die Führungsnut der vorderen Modulschiene eingerastet.

Das Chassis ist dann so auszurichten, dass die Frontplatte exakt an der Alublende des Seitenteils anliegt. Jedes der nach oben aus der Basisplatte hervorstehenden M4-Schraubengewinde wird danach mit einer 1,5 mm dicken Polyamid-Scheibe, einer 4-mm-Zahnscheibe und einer M4-Mutter bestückt, die vorerst nur locker aufgeschraubt wird.

Das Chassis ist genau auszurichten und mit den bereits locker montierten M4-Muttern fest zu verschrauben.

Die Rückwand ist nun in die Modulschiene einzurasten, die beiden oberen Modulschienen sind aufzustecken und an das Seitenprofil zu schrauben.

Die Lautsprecherleitungen werden nun an die Lötösen der Lautsprecher-Klemmleiste angelötet. Der Plus-Anschluss des linken Kanals kommt von ST 100 und wird mit der roten Anschlussklemme des linken Kanals verbunden, während der von ST 101 kommende Masseanschluss mit dem schwarzen Klemmanschluss des linken Kanals zu verbinden ist. Beim rechten Kanal wird ST 200 mit der roten Anschlussklemme und ST 201 mit der schwarzen Anschlussklemme verbunden.

Alsdann wird das Netzkabel von außen durch die Netzkabeldurchführung geschoben und auf 10 cm Länge von der äußeren Isolation befreit.

Die Aderenden für die Phase und den Null-Leiter werden danach auf 15 mm Länge gekürzt, 5 mm abisoliert und mit Aderendhülsen bestückt. Die Innenadern sind danach an die Schraubklemmleiste KL 1 anzuschließen und die äußere Ummantelung ist mit einer Zugentlastungsschelle, 2 Schrauben M3 x 14 mm, Zahnscheiben und Muttern auf der Platinenoberseite festzusetzen.


Der Schutzleiter ist im Anschluss daran durch die dafür vorgesehene Lötöse des Metallgehäuses zu fädeln und mit viel Lötzinn sorgfältig anzulöten.

Danach ist das rechte Seitenprofil provisorisch zu montieren.

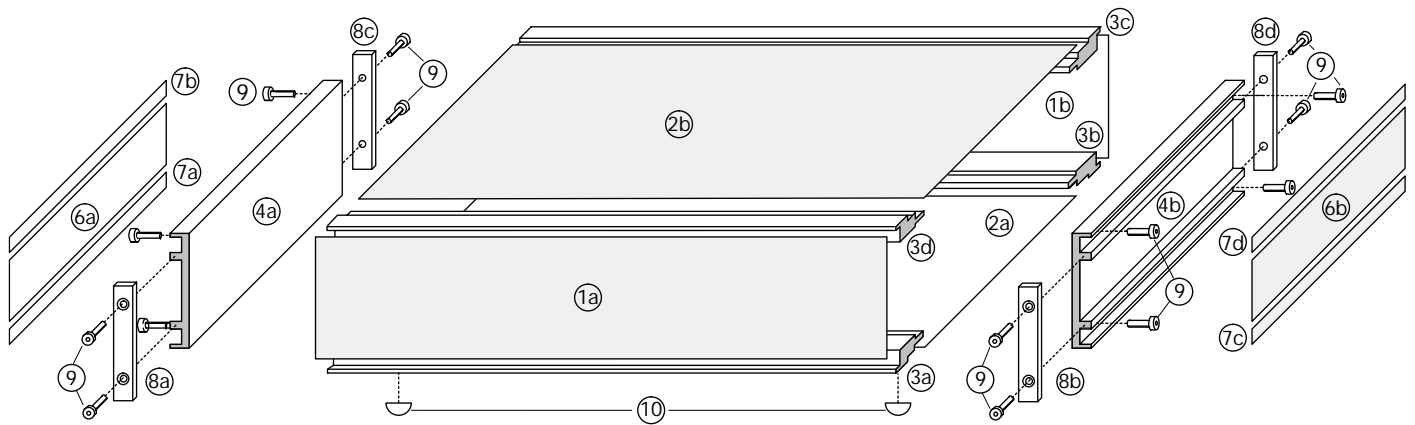
Die Achse des Lautstärke-Potis ist bis auf 1 cm Länge außerhalb der Frontplatte zu kürzen und mit einem Drehknopf zu bestücken.

Unter Verwendung eines Regel-Trenntransformators kann nun die erste Inbetriebnahme und der Abgleich des DC-Offsets mit Hilfe der Trimmer R 103, R 203 an den Lautsprecherausgängen vorgenommen werden.

Nach dem ersten Funktionstest und dem Abgleich des DC-Offsets auf 0 wird der Gehäusedeckel so eingeschoben, dass die Lüftungsschlitze nach hinten weisen. Der Deckel ist entsprechend der Montageanweisung mit dem Schutzleiter zu verbinden.

Nach der festen Montage des rechten Seitenprofils, der schmalen Seitenbleche und der verbleibenden Alublenden, sind die Aufbauarbeiten abgeschlossen. 





# DA 300 Gehäuseeinbau

## Nachbauanleitung für das Metallgehäuse.

**Die vorliegende Nachbauanleitung für das Metallgehäuse stellt eine Ergänzung zu der Bau- und Bedienungsanleitung des DA 300 dar. Der dort beschriebene Gehäuseeinbau, beginnend auf der Seite 10, wird durch die hier vorliegende Einbauanleitung für das Metallgehäuse ersetzt, wobei die Abbildungen wie Platinenfotos, Bestückungspläne und Zeichnungen weiterhin ihre Gültigkeit behalten.**

**Bevor mit den Aufbauarbeiten begonnen wird, empfiehlt es sich, die hier vorliegende Einbauanleitung komplett durchzulesen, um sich mit den erforderlichen Arbeiten vertraut zu machen.**

### Gehäusemontage

Im ersten Schritt der Gehäusemontage entsteht der Gehäuseboden mit Seitenteil bestehend aus den beiden Modulschienen (3a, b), dem Seitenprofil (4a) und dem Bodenblech (2a). Die Modulschienen werden hierzu mittels zweier Gehäuseschrauben (9), jeweils mit aufgesteckter M4-Zahnscheibe, an das Seitenprofil geschraubt, jedoch noch nicht festgezogen. Die geriffelten Flächen der Modulschienen müssen dabei jeweils nach unten und zur Gehäuseaußenseite weisen.

Als nächstes ist das Bodenblech (2a) mit der lackierten Seite nach außenweisend, dem angeschweißten Flachsteckeranschluss voran, in die beiden Führungsnuten direkt an der geriffelten Kante der jeweiligen Modulschiene (3a, b) einzuschieben.

Als dann wird das Seitenprofil (4a) fest mit den Modulschienen verschraubt.

Im Anschluss hieran ist die Gehäuseerdung herzustellen. Hierzu wird eine M3-Vierkantmutter 12 cm weit von der Hinterkante entfernt in die obere Nut des Seitenprofils (4a) eingeschoben.

Auf eine M3x6mm-Zylinderkopfschrau-

be sind nun nacheinander eine M3-Zahnscheibe, zwei 3-fach-Lötösen und schließlich eine weitere M3-Zahnscheibe aufzuschieben. Nun wird diese Einheit mit Hilfe der bereits eingeschobenen Vierkantmutter an das Seitenprofil (4a) angeschraubt und so festgezogen, dass jeweils eine äußere Lötfläche der 3-fach-Lötösen übereinander liegt, womit dann insgesamt 5 Lötanschlüsse für die Schutzleiterverkabelung zur Verfügung stehen.

An die doppelte, übereinander liegende Lötöse wird später der Schutzleiter des Netzkabels angeschlossen, wobei hiermit dann die beiden Lötösen miteinander verlötet werden.

In unmittelbarer Nähe dieser Schutzleiteranschlusschraube wird nun der Erdungsaufkleber auf der Innenseite des Seitenprofils (4a) aufgeklebt.

Die Schutzleiterverbindung zum Bodenblech (2a) erfolgt über den angeschweißten Flachsteckeranschluss, der zuvor entsprechend hochzubiegen ist. Das vorkonfektionierte Schutzleiterkabel, eine 15 cm lange grün-gelbe Leitung mit Flachstecker, wird hier aufgesteckt und dann das Kabel durch die Isolierplatte und die zugehörige Platinenbohrung zu den Schutzleiter-Lötösen geführt. Das freie Leitungsen-

de des Schutzleiterkabels ist nun auf einer Länge von 8 mm abzuisolieren und durch eine Lötöse zu führen. Vor dem Verlöten wird das Leitungsende einmal um die Lötöse gebogen. Hierdurch ist gewährleistet das selbst bei einer fehlerhaften Lötung die Schutzleiterverbindung sich nicht lösen kann. Die anschließende Lötung muss sehr sorgfältig unter Zugabe von reichlich Lötzinn erfolgen. Alle weiteren Schutzleiterverbindungen sind wie hier beschrieben durchzuführen.

Danach werden die vier Gehäusefüße (10) an den entsprechenden Positionen des Bodenblechs aufgeklebt.

Der so weit vorbereitete Gehäuseboden ist nun so auf die Arbeitsfläche zu stellen, dass sich das Seitenprofil (4a) auf der linken Seite befindet. An der Vorderseite dieses Seitenprofils wird eine Alublende (8a) mittels zwei Gehäuseschrauben (9) angeschraubt.

In der eckigen Nut der jeweiligen Modulschiene (3a, b) sind jetzt jeweils drei Sechskantschrauben M4 x 20 mm einzuschieben, das Gewinde zeigt dabei nach oben.

Auf die vier links liegenden Schrauben wird jetzt die Isolierplatte aus unkaschiertem Platinenmaterial aufgesetzt. Die ver-

bleibenden beiden Schrauben erhalten jeweils eine Polyamidscheibe 0,5 mm.

Anschließend folgen auf jedes Schraubengewinde zwei 2,5 mm dicke Polyamidscheiben, womit der Abstand von 5,5 mm zwischen dem Gerätechassis und dem Gehäuseboden vorgegeben ist.

---

## Gehäuseeinbau

---

Im nächsten Arbeitsschritt wird das Gerätechassis auf die sechs Schrauben der unteren Modulschienen (3a, b) abgesenkt, sodass die Rückplatte (1b) in die Führungsnut der Modulschiene (3b) einrastet.

Jedes der nach oben durch die Basisplatte herausstehenden M4-Schraubengewinde erhält jetzt eine Polyamidscheibe 1,5 mm, eine Metall-Unterlegscheibe M4, eine Zahnscheibe M4 und abschließend eine M4-Mutter, die vorerst locker aufzuschrauben ist.

Im nächsten Schritt wird das Netzkabel von außen durch die Netzkabeldurchführung geschoben und auf 10 cm Länge von der äußeren Ummantelung befreit.

Die Aderenden für die Phase und den Null-Leiter werden danach auf 15 mm gekürzt, 5 mm abisoliert und mit Aderendhülsen bestückt. Die Innenadern sind danach an die Schraubklemmleiste KL 1 anzuschließen und die äußere Ummantelung ist mit einer Zugentlastungsschelle, 2 Schrauben M3 x 14 mm, Zahnscheiben und Muttern auf der Platinenoberseite festzusetzen.

Als dann wird zunächst der Schutzleiter des Netzkabels in die mittlere Öse der „5-fach-Lötöse“ des linken Seitenprofils geführt, umgewinkelt und unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet.

Ein weiteres vorkonfektioniertes Schutzleiterkabel wird an dem Flachsteckeranschluss der Rückplatte aufgesteckt. Das Leitungsende ist zu der Schutzleiteranschlusschraube zu führen, entsprechend zu kürzen und in zuvor beschriebener Weise mit einer Lötöse zu verbinden.

Die Lautsprecherleitungen werden nun

an die Lötösen der Lautsprecher-Klemmleiste angelötet. Der Plus-Anschluss des linken Kanals kommt von ST 100 und wird mit der roten Anschlussklemme des linken Kanals verbunden, während der von ST101 kommende Masseanschluss mit dem schwarzen Klemmanschluss des linken Kanals zu verbinden ist. Beim rechten Kanal wird ST 200 mit der roten Anschlussklemme und ST 201 mit der schwarzen Anschlussklemme verbunden.

Nachdem der Gehäuseeinbau so weit fortgeschritten ist, wird das noch nicht festgeschraubte Gerätechassis exakt im Gehäuse positioniert und schließlich die sechs Chassisbefestigungsmuttern angezogen. Hierbei ist zu beachten, dass die Frontplatte (1a) bündig an der Alublende (8a) des Seitenprofils abschließt und die Rückplatte (1b) mittig auf der Modulschiene (3b) zu liegen kommt.

Unter Verwendung eines Regel-Trenntransformators kann nun die erste Inbetriebnahme und der Abgleich des DC-Offsets mit Hilfe der Trimmer R103, R203 an den Lautsprecherausgängen auf 0 V vorgenommen werden.

---

## Endmontage

---

Im nun folgenden Arbeitsschritt wird die vordere, obere Modulschiene (3d) von oben auf die Frontplatte (1a) aufgesteckt, an das Seitenprofil (4a) mittels Gehäuseschraube (9) und aufgesteckter M4-Zahnscheibe angeschraubt, aber noch nicht festgezogen. Anschließend ist die hintere, obere Modulschiene (3c) in gleicher Weise auf die Rückplatte (1b) zu setzen und mit dem Seitenprofil (4a) zu verbinden, jedoch ebenfalls noch nicht fest zu verschrauben.

Als dann wird ein weiteres 15 cm langes vorkonfektioniertes Schutzleiterkabel auf den Flachsteckeranschluss des Gehäusedeckels (2b) gesteckt. Dieser Gehäusedeckel ist nun, mit dem Schutzleiteranschluss voran, so weit in die vorgesehenen Nuten der Modulschienen (3c, d) einzuschieben, dass eine Öffnung bis zum Seitenteil von

etwa 5 cm verbleibt. Als nächstes wird das Ende des Schutzleiterkabels an die verbleibende Schutzleiter-Lötöse, wie beschrieben, angelötet und der Gehäusedeckel ganz an das Seitenprofil (4a) herangeschoben.

Anschließend wird das zweite Seitenprofil (4b) so aufgesetzt, dass Boden- (2a) und Deckblech (2b) in die zugehörigen Nuten passen. Danach ist das Seitenprofil locker mit den Modulschienen zu verschrauben. Hierbei ist zu beachten, dass die Befestigungsschrauben (9) zuvor jeweils mit einer M4-Zahnscheibe zu versehen sind.

Nun werden alle Befestigungsschrauben auf beiden Seiten der Modulschienen festgezogen.

Abschließend sind die verbleibenden Alublenden (8b- d) und die Seitenbleche (6a, b, 7a- d) zu montieren. Hierzu wird zunächst die zweite Alublende (8b) rechts neben der Frontplatte mittels Befestigungsschrauben (9) angebracht. Von der Geräterückseite her sind die breiten und schmalen Seitenbleche (6a, b, 7a- d) in die entsprechenden Nuten der Seitenprofile einzuschieben. Die lackierte Seite zeigt hierbei jeweils nach außen. Die zwei verbleibenden Alublenden (8c, d) werden links bzw. rechts neben der Rückplatte (1b) an die Seitenprofile (4a, b) angeschraubt.

Danach wird die Achse des Lautstärkpotis auf die erforderliche Länge (1 cm Länge außerhalb der Frontplatte) gekürzt und mit dem zugehörigen Drehknopf bestückt.

**Achtung!** Innerhalb des Gerätes wird die lebensgefährliche 230-V-Netzspannung an verschiedenen Stellen frei geführt. Aufbau und Inbetriebnahme dürfen daher nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und hinreichend mit den entsprechenden Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind. Ein Anschluss an die 230-V-Netzspannung darf erst nach dem ordnungsgemäßen Zusammenbau und der kompletten Fertigstellung des Gerätes erfolgen. Die geltenden Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind zu beachten. 