



Audio-Endverstärker DA 200

Teil 2

Der neue Digitalverstärker DA 200 ist der direkte Nachfolger des bewährten DA 150, wobei die Leistungsdaten noch weiter gesteigert werden konnten. Im Gegensatz zur Zwei-Chip-Lösung des DA 150 sind nun alle für den Verstärker erforderlichen Komponenten in einem Stereo-Leistungsverstärker-Chip integriert.

Nachbau

Da bei einem Großteil der Schaltung Komponenten in SMD-Ausführung zum Einsatz kommen und diese bereits werkseitig vorbestückt sind, stellt der praktische Aufbau keine außergewöhnliche Herausforderung dar und der Nachbau ist recht schnell erledigt. Bei den von Hand zu verarbeitenden Komponenten in konventioneller Bauweise handelt es sich vorwiegend um die Leistungselektronik.

Abgesehen von der primärseitigen Netzplatine sind alle Komponenten des Verstärkers auf einer einzigen Leiterplatte mit den Abmessungen 143,5 x 141 mm untergebracht. Bild 10 zeigt die Platine von der Oberseite und in Bild 11 ist die Platinenunterseite mit den Miniatur-SMD-Bauelementen zu sehen. Der Leistungstransformator wird direkt in das Metallgehäuse geschraubt und die Ein- und Ausgangsleitungen sind mit den entsprechenden Anschlüssen der Platine zu verbinden.

Bestückung der Basisplatine

In der üblichen Vorgehensweise beginnen wir die Bestückungsarbeiten an der Platinenoberseite mit den niedrigsten Komponenten. Das sind in unserem Fall acht 1%ige Metallfilmwiderstände. Diese werden auf Rastermaß abgewinkelt, von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Platinenunterseite (SMD-Seite) leicht angewinkelt, damit die Bauteile nach dem Umdrehen der Platine nicht wieder herausfallen können.

Nach dem Umdrehen der Platine sind dann diese Bauteile sorgfältig zu verlöten und die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden, ebenso bei den nachfolgend zu bestückenden bedrahteten Bauelementen.

Danach werden in der gleichen Weise die zur Störunterdrückung dienenden UKW-Drosseln L 1 und L 2 eingelötet.

Im nächsten Arbeitsschritt sind die beiden recht großen SMD-Filterspulen L 3 und L 4 an der Reihe, die exakt auf den zugehörigen Löt pads aufliegen müssen. Das Festsetzen erfolgt dann mit ausreichend Löt zinn, wobei das Zinn sauber verlaufen muss.

Die danach zu verarbeitenden acht Folienkondensatoren sind mit beliebiger Polarität einzulöten.

Der abgewinkelte Schiebeschalter S 2 und die Stereo-Cinch-Buchseneinheit BU 1 müssen vor dem Verlöten unbedingt plan auf der Platinenoberfläche aufliegen. Das Gleiche gilt auch für die Platinen-Sicherungshalter SI 1 und SI 2, in die gleich nach dem Bestücken die zugehörigen Feinsicherungen einzusetzen sind.

Die beiden kleinen Kühlkörper für die Schottky-Gleichrichterdiode n D 3 bis D 6 werden, wie abgebildet, von der Platinenoberseite eingesetzt, und an der Platinenunterseite sind die Lötstifte der beiden Kühlkörper mit reichlich Löt zinn festzusetzen.

Danach erfolgt die Montage der Gleichrichterdiode n am Kühlkörper. Die Dioden benötigen jeweils eine Glimmerscheibe, die zur thermischen Kopplung beid-

seitig dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen ist. Mit einer Schraube M3 x 12 mm, zwei Isoliernippeln und einer Mutter M3 erfolgt die Montage der Dioden D 3 und D 4 an einem gemeinsamen Kühlkörper (Bild 12). Am zweiten Kühlkörper erfolgt dann in der gleichen Weise die Montage der Dioden D 5 und D 6. Sämtliche überstehenden Drahtenden werden an der Platinenunterseite direkt oberhalb der Lötstellen mit einem scharfen Seitenschneider abgeschnitten.

Jetzt sind die beiden Pufferelkos C 35 und C 42 an der Reihe, die an der Platinenunterseite mit reichlich Lötzinn festzusetzen sind. Sehr wichtig ist die korrekte Polarität, da falsch gepolte Elkos auslaufen oder sogar explodieren können. Üblicherweise ist die Polarität bei Elkos am Minuspol gekennzeichnet. Danach folgt das Einlöten der Elektrolyt-Kondensatoren C 6, C 39, C 48 unter Beachtung der korrekten Polarität.

Jetzt ist das Stereo-Poti R 10 einzulöten, wobei auch hier zu beachten ist, dass das Bauteil plan auf der Platinenoberfläche aufliegen muss.

Im nächsten Arbeitsschritt wird dann der Endstufen-Kühlkörper für den Einbau vorbereitet, indem der Endstufen-Baustein IC 2 mit einer Metallklammer am Kühlkörper befestigt wird.

Wichtig ist dabei die Isolation des Endstufen-ICs gegenüber dem Kühlkörper.

Zur Isolation dient eine Glimmerscheibe mit den Abmessungen von 30,4 x 12,2 mm, die an beiden Seiten dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen ist. Wie in der Detailaufnahme Bild 13 zu sehen ist, erfolgt die Befestigung am Kühlkörper mit einer Metallschelle, einer Schraube M3 x 12 mm, einer Zahnscheibe und einer Mutter M3.

Der so weit vorbereitete Kühlkörper wird danach entsprechend dem Bestückungsdruck auf die Platinenoberseite gesetzt und mit zwei selbstschneidenden Schrauben M3 x 6 mm fest verschraubt. Dabei ist sorgfältig zu beachten, dass alle IC-Pins durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt werden. Im Anschluss hieran sind die Pins an der Platinenunterseite sorgfältig zu verlöten, wobei bei-

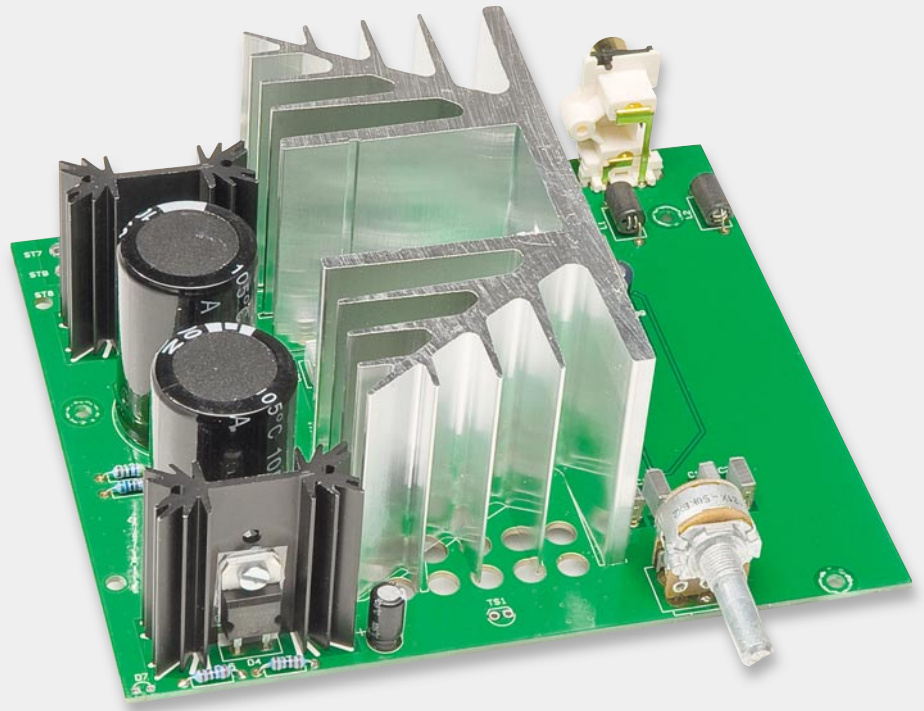


Bild 10: Verstärkerplatine mit Blick auf die Leistungs-Bauelemente

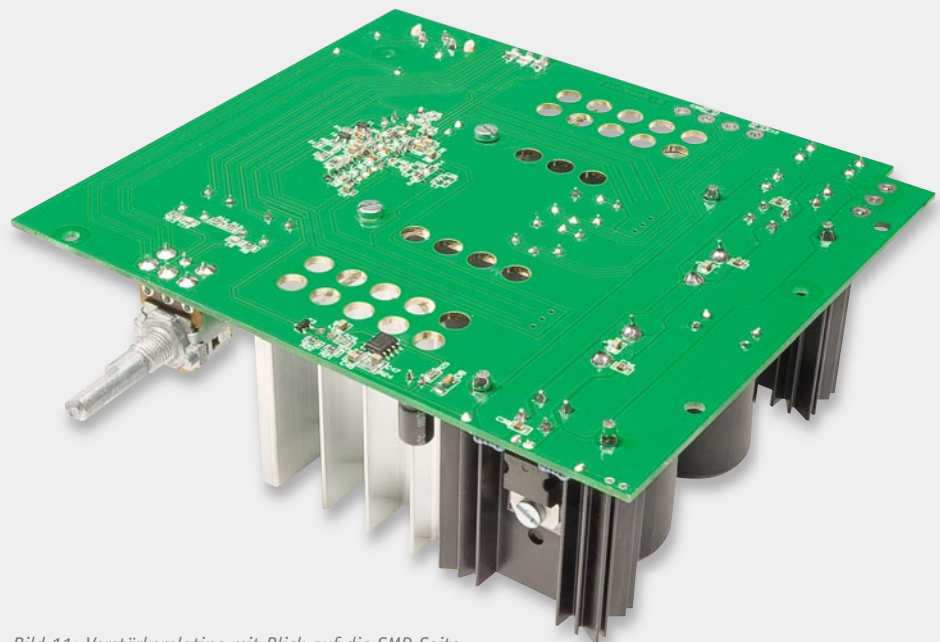


Bild 11: Verstärkerplatine mit Blick auf die SMD-Seite



Bild 12: 2 Gleichrichterdioden werden jeweils an einem gemeinsamen Kühlkörper montiert.

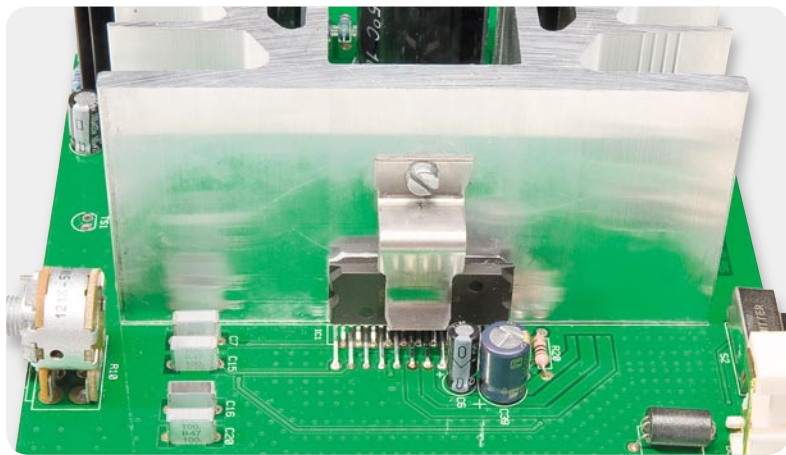


Bild 13: Befestigung der Verstärkerchips am Kühlkörper mit einer Metallschelle

sonders darauf zu achten ist, dass keine Lötzinnbrücken zwischen benachbarten Anschlusspins entstehen.

Nachdem die Platine so weit bestückt ist, erfolgt eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern. Ist diese erste Überprüfung zur Zufriedenheit ausgefallen, geht es mit dem Aufbau der Netzplatine weiter.

Bestückung der Netzteilplatine

Bei der Netzteilplatine handelt es sich um eine einseitige Platine, die nur an der Oberseite mit wenigen bedrahteten Bauelementen zu bestücken ist (Bild 14). Bei der Bestückung dieser Platine ist jedoch höchste Sorgfalt geboten, da hier später die 230-V-Netzwechselspannung anliegen wird.

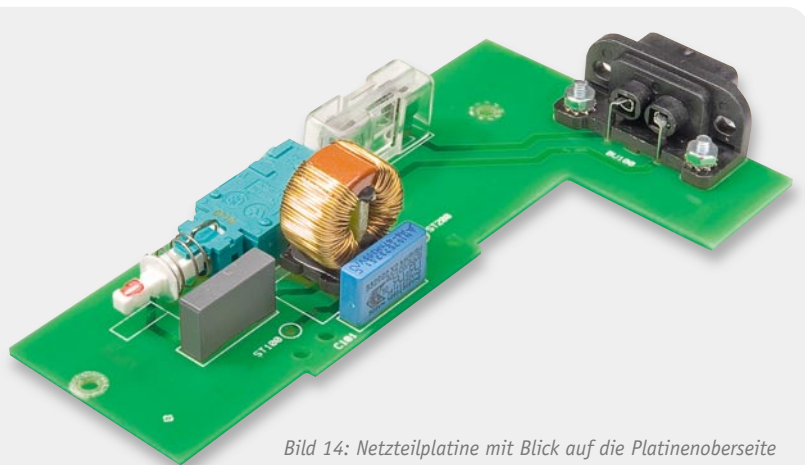


Bild 14: Netzteilplatine mit Blick auf die Platinenoberseite

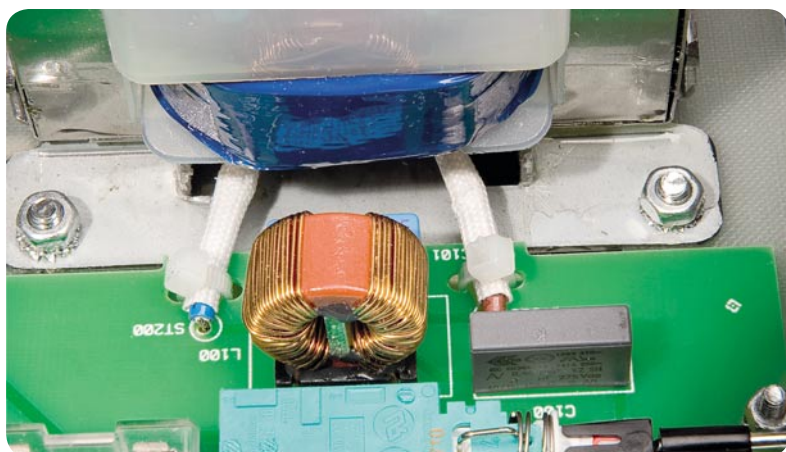


Bild 15: Montage und Sicherung der primärseitigen Trafoleitungen

Im ersten Arbeitsschritt wird die primärseitige Netzbuchse mit zwei Schrauben M3 x 10 mm, Zahnscheiben und Muttern auf die Platine montiert. Danach erfolgt das Verlöten der Platinenanschlüsse.

Der Netzschalter S 100 und der X2-Kondensator C 100 müssen vor dem Verlöten plan aufliegen. Das Gleiche gilt auch für die zur Entstörung dienende stromkompensierte Drosselspule L 100 und den Kondensator C 101.

Beim Einlöten der beiden Hälften des Platinensicherungshalters ist eine einwandfreie Ausrichtung zu beachten. Gleich nach dem Einlöten wird die Feinsicherung eingesetzt und eine Kunststoffabdeckung als Berührungsschutz aufgesetzt. Die Bauteilbestückung ist damit bereits abgeschlossen.

Anschluss der Netztrafo-Primärleitungen

Die primärseitigen Anschlüsse des leistungsfähigen 220-VA-Netztransformators werden auf 35 mm Gesamtlänge gekürzt, auf 5 mm Länge abisoliert, verdreht und vorverzinnt. Über die beiden Leitungsenden wird danach jeweils ein Isolierschlauch von 25 mm Länge mit 2,5 kV Spannungsfestigkeit geschoben.

Danach sind die Leitungen von der Platinenoberseite durch die Bohrungen von ST 100 und ST 200 zu führen und an der Platinenunterseite sorgfältig zu verlöten. Zur doppelten Sicherheit werden die Leitungen jeweils mit einem Kabelbinder gesichert, wie in Bild 15 zu sehen ist.

Gehäuseeinbau

Kommen wir nun zum Einbau der Komponenten in das Gehäuse. Dazu werden zuerst die Gehäuse-Fußmodule mit Schrauben M3 x 16 mm montiert (Bild 16) und die selbstklebenden Gummifüße in die Fußmodule eingeklebt.

Im Gehäuseunterteil ist eine Isolierplatte aus unbeschichtetem Leiterplattenmaterial einzusetzen. Darauf wird dann der Netztrafo mit vier Schrauben M4 x 10 mm, Zahnscheiben und Muttern montiert (Bild 17).

Die Netzteilplatine ist in das Gehäuseunterteil einzusetzen und mit zwei Zahnscheiben und zwei Muttern M3 fest zu verschrauben.

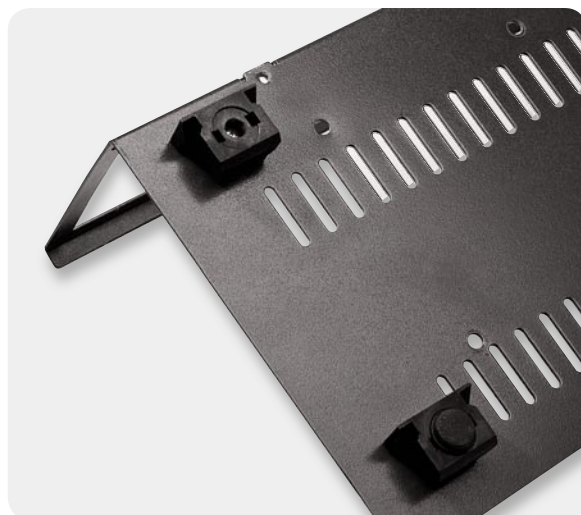
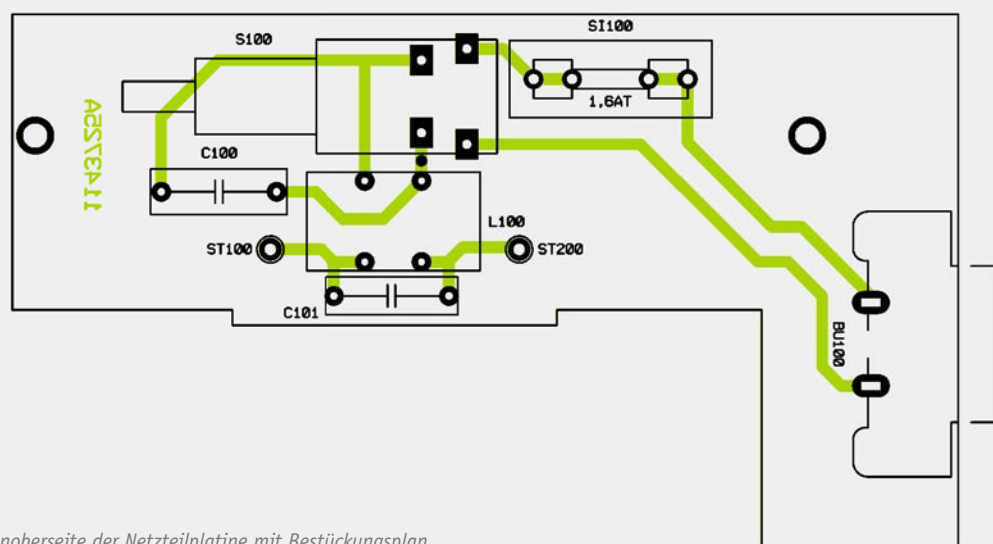
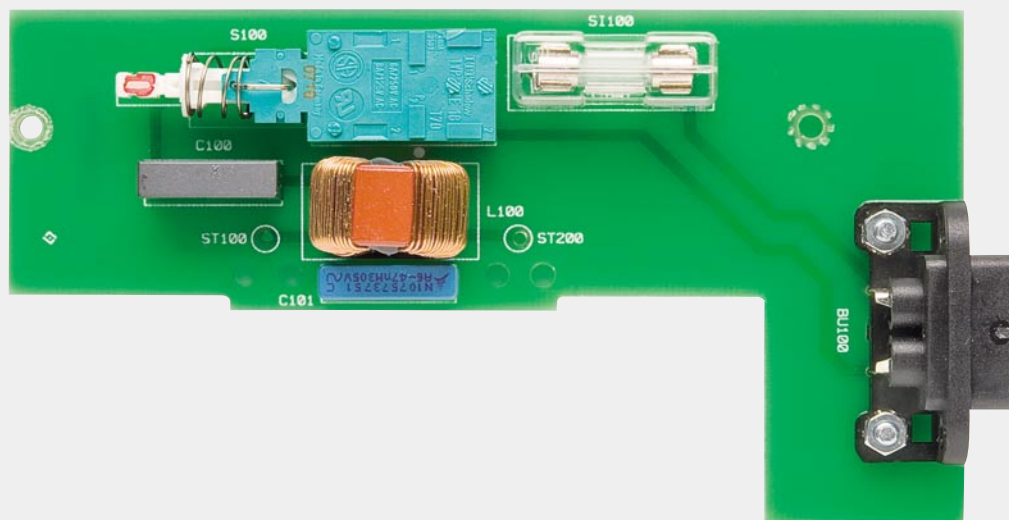


Bild 16: Montage der Gehäuse-Fußmodule



Platinenoberseite der Netzteilplatine mit Bestückungsplan

Zum Anschluss der Power-LED D 4 sind jeweils eine rote und eine schwarze flexible Leitung von 160 mm Länge mit 0,22 mm² Querschnitt erforderlich. Diese Leitungsabschnitte werden an beiden Enden auf 5 mm Länge abisoliert, verdreht und vorverzinnt. Das rote Leitungsende ist an den Anodenanschluss (+, längerer Anschluss) und das schwarze Leitungsende an den Ka-

todenanschluss der Power-LED anzulöten, wobei zuvor die LED-Anschlüsse jeweils auf 5 mm Länge gekürzt werden. Nach dem Verlöten erfolgt die Isolation der Anschlüsse mit Schrumpfschlauchabschnitten von 1 cm Länge entsprechend Bild 18. Die Leitungen werden verdreht und die freien Enden von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und verlötet.

Stückliste Netzteilplatine

Kondensatoren:

47 nF/275 V~/X2/MKP	C101
100 nF/250 V~/X2	C100

Sonstiges:

Stromkompensierte Drossel, 2x 10 mH, 2,0 A	L100
Netzbuchse, 2-polig, winkelprint	BU100
Sicherung, 2A, träge	SI100
Platinensicherungshalter (2 Hälften)	SI100
Sicherungsabdeckhaube	SI100
Schadow-Netzschalter, print	S100

Adapterstück	S100
Verlängerungsachse, 42 mm	S100
Druckknopf, ø 7,2 mm	S100
1 Trafo	TR1
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M4 x 10 mm	
4 Muttern, M3	
4 Muttern, M4	
4 Fächerscheiben, M3	
4 Zahnscheiben, M4	
2 Kabelbinder, 90 mm	
5 cm Gewebeisolierschlauch, ø 3 mm	
1 Netzteil-Isolierplatte, bearbeitet	

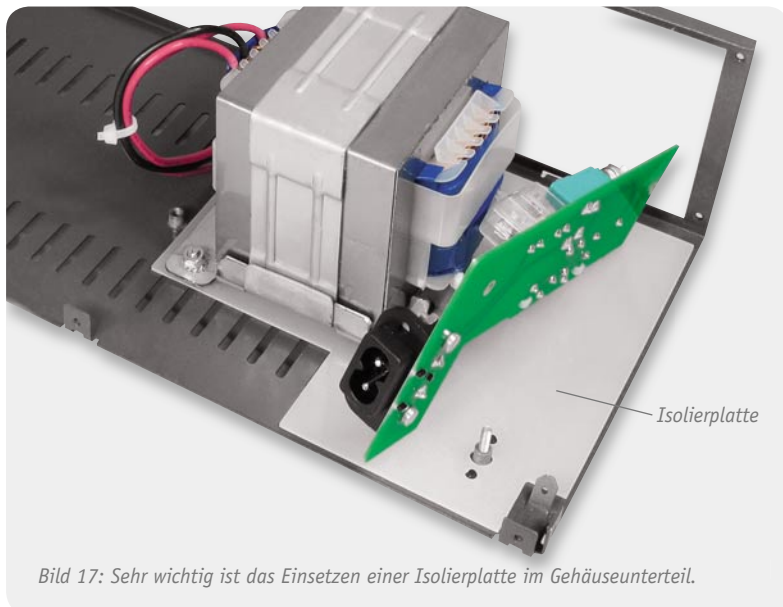
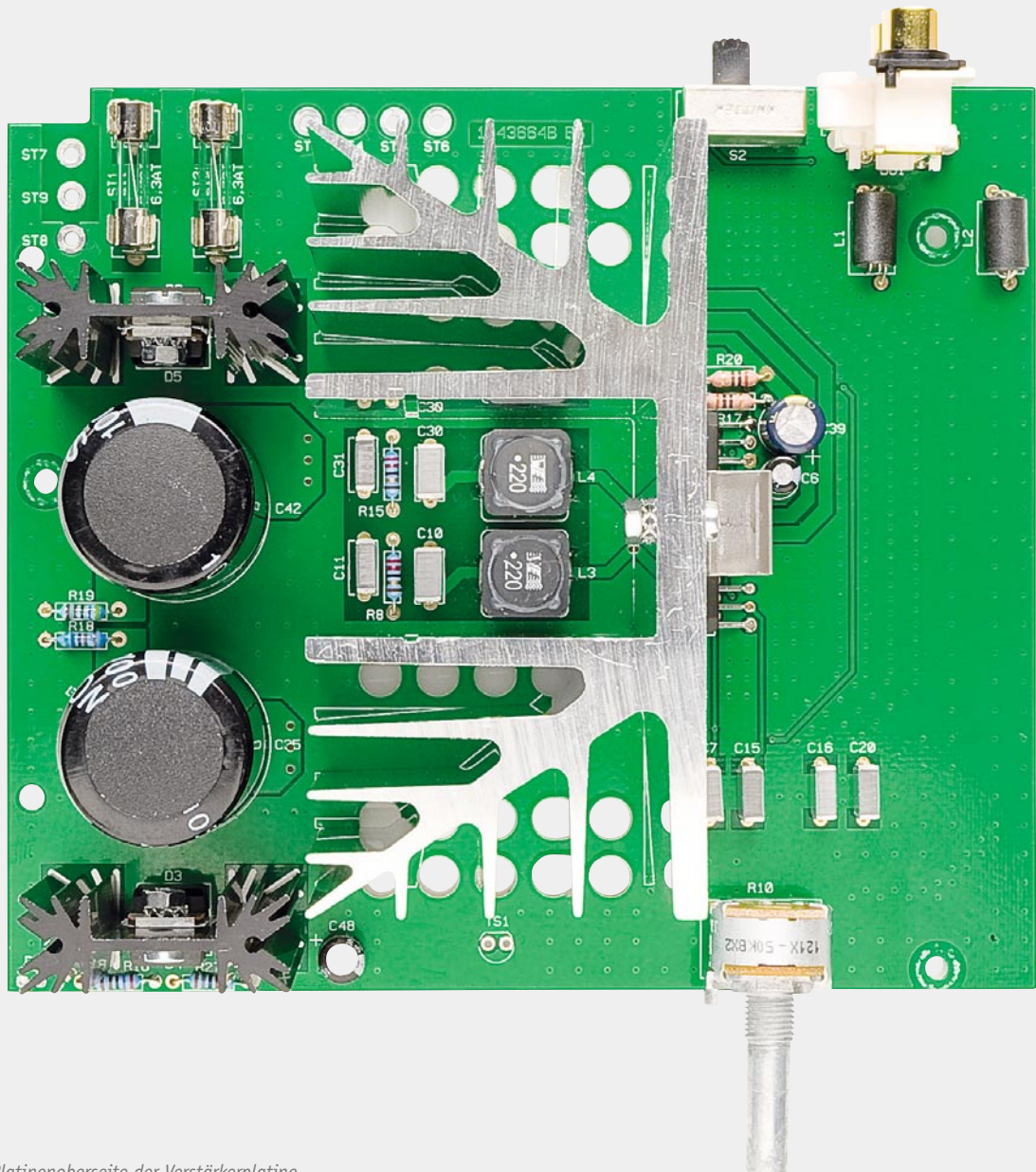


Bild 17: Sehr wichtig ist das Einsetzen einer Isolierplatte im Gehäuseunterteil.

Als Nächstes wird der zur Überwachung der Trafotemperatur dienende Temperatursensor TS 1 für den Einbau vorbereitet. Dazu sind zuerst die beiden Sensoranschlüsse auf ca. 5 mm Länge zu kürzen und danach mit zwei Leitungsabschnitten von 13 cm Länge zu verlängern. Nach dem Anlöten erfolgt dann die Isolation mit 10 mm langen Schrumpfschlauchabschnitten und das Verdrillen der beiden Anschlussleitungen entsprechend Bild 19.

Wie in Bild 20 gezeigt, wird der Temperatursensor mit einem temperaturbeständigen Klebstoff (z. B. Silikon) an der linken Seite der Sekundärseite am Trafokern angeklebt. Dabei muss die abgeflachte Sensorseite am Trafokern anliegen. Der weitere Zusammenbau des Gerätes kann erst erfolgen, wenn der Klebstoff ausreichend getrocknet ist.

Nach dem Trocknen des Temperatursensor-Klebstoffs erfolgt die Verbindung der Lautsprecherausgänge ST 3 bis ST 6 mit der Lautsprecherklemmleiste, die



Platinenoberseite der Verstärkerplatine

letztendlich in die Gehäuserückwand zu schrauben ist. Zur Verbindung dienen einadrig isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von $0,75 \text{ mm}^2$, die beidseitig auf 5 mm Länge abisoliert, verdreht und vorverzinkt werden.

Eine 110 mm lange rote Leitung ist an ST 3, eine 110 mm lange schwarze Leitung an ST 4, eine 120 mm lange rote Leitung an ST 5 und eine 130 mm lange schwarze Leitung an ST 6 anzulöten. Über die Leitungen wird gemeinsam ein 70 mm langer Gewebeisolierschlauch geschoben (Bild 21).

Die von ST 3, ST 4 kommenden Leitungen sind an die Klemmleisten des rechten Kanals und die von ST 5, ST 6 kommenden Leitungen an die Klemmleisten des linken Kanals anzulöten. Grundsätzlich gilt dabei die Zuordnung: rotes Kabel an die rote Klemmleiste und schwarzes Kabel an die schwarze Klemmleiste.

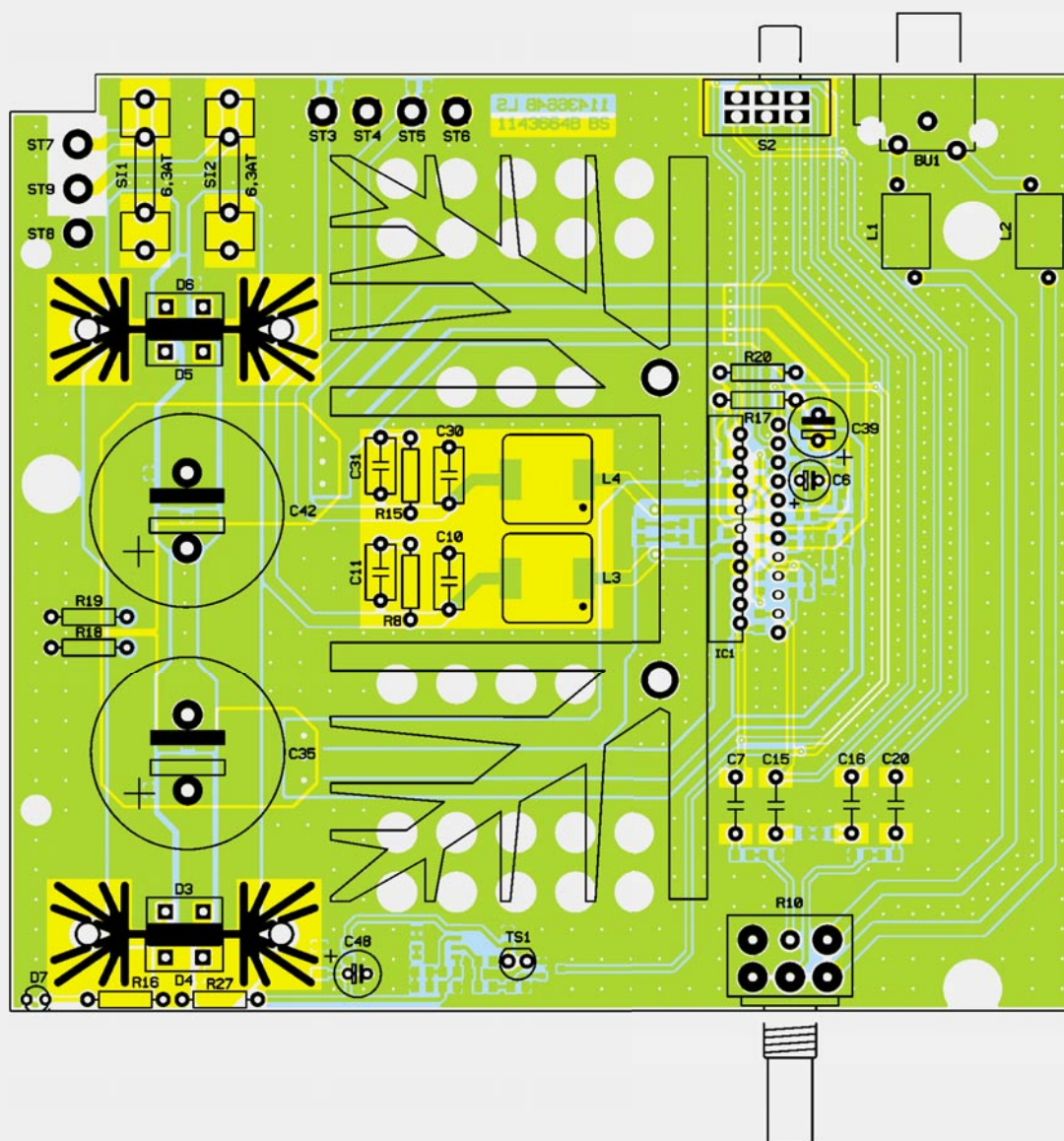
Die sekundärseitigen Trafoanschlüsse werden auf 140 mm Länge gekürzt, 5 mm abisoliert, verdreht und



Bild 18: Kontroll-LED mit Anschlussleitungen



Bild 19: Temperatursensor mit Anschlussleitungen



Bestückungsplan der Platineoberseite der Verstärkerplatine



Bild 20: Montage des Temperatursensors am Netztrafo

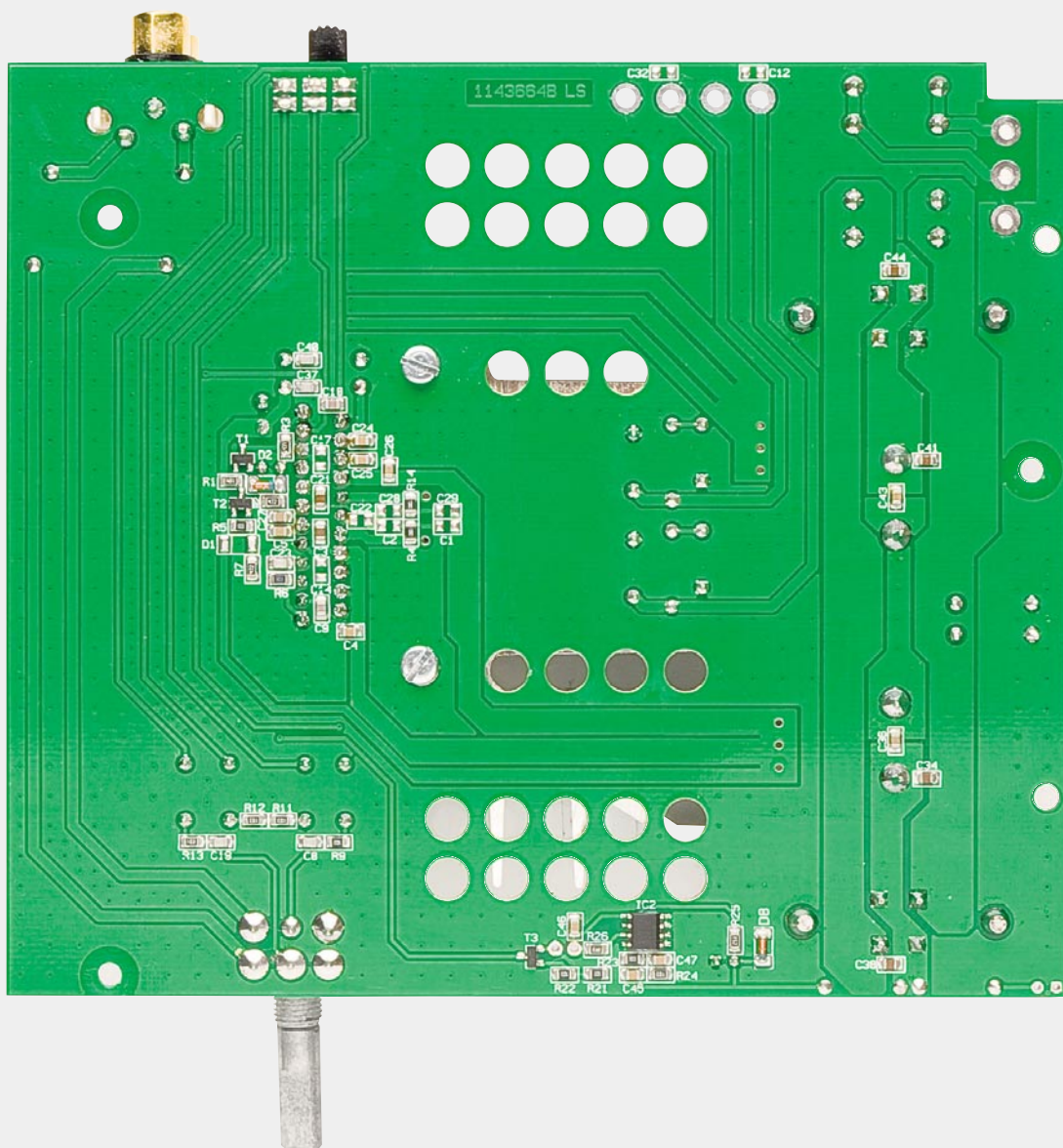
vorverzinnt. Danach sind die Trafoleitungen von der Platinenoberfläche durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen. Die roten Leitungen sind dabei an ST 7 und ST 9 und die schwarze Trafoleitung an ST 8 der Basisplatine anzulöten (Bild 22).

Nachdem alle Kabelverbindungen fertiggestellt sind, erfolgt die Montage der Basisplatine im Gehäuseunterteil mit einer Schraube M3 x 5 mm und zwei Muttern M3. Es ist jeweils eine M3-Zahnscheibe unterzulegen.

Entsprechend Bild 23 ist die Lautsprecher-Klemmleiste mit zwei Schrauben M3 x 12 mm, Muttern und Zahnscheiben in die Gehäuserückwand zu montieren.

Mit drei Inbusschrauben M3 x 6 mm wird die Rückwand am Gehäuseunterteil befestigt. Zum Festsetzen der Cinch-Buchseneinheit dient eine zusätzliche Klingschraube 2,9 x 6,5 mm.

Danach wird die Befestigung des Alu-Frontprofils am Gehäuseunterteil mit sechs Senkkopfschrauben M3 x 6 mm vorgenommen. Auf die Potiachse ist gleich



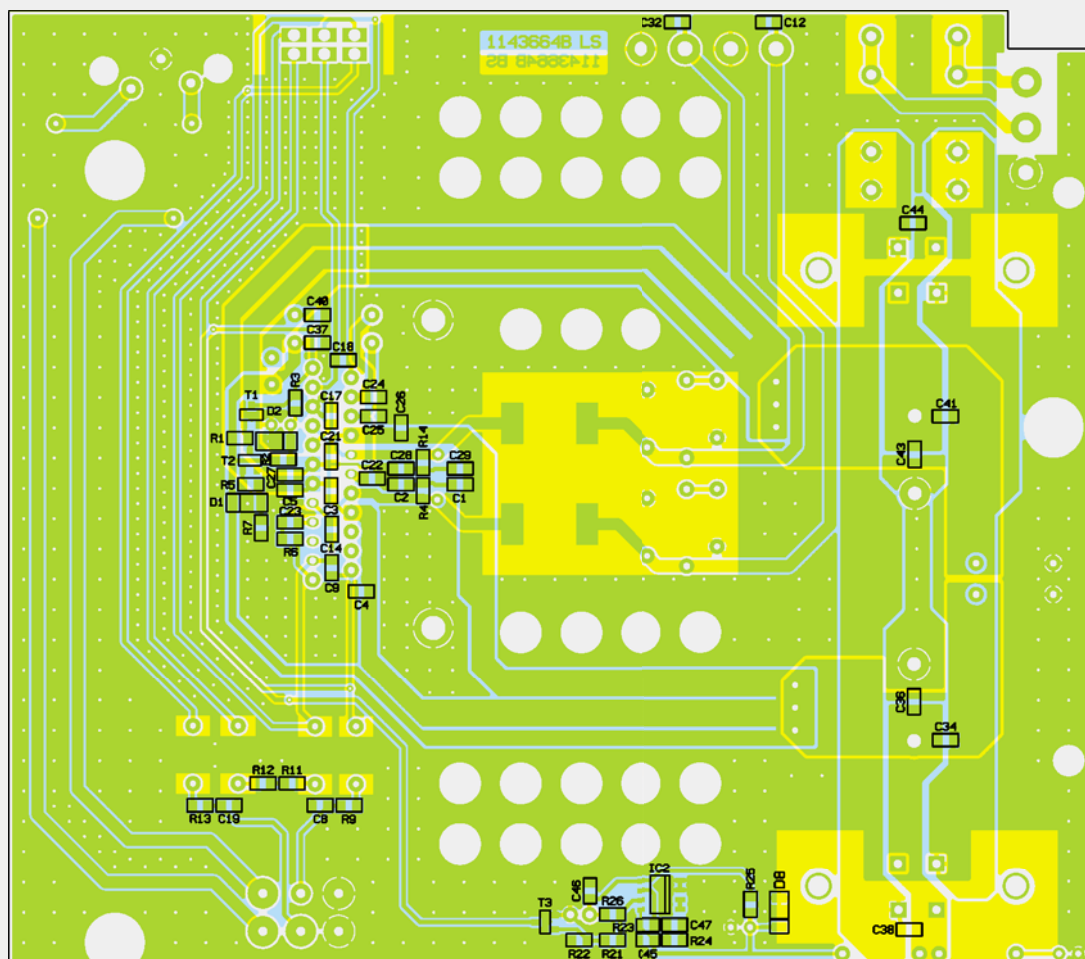
Platinenunterseite der Verstärkerplatine



Bild 21: Anschluss der Lautsprecher-Ausgangsleitungen an die Platine



Bild 22: Anschluss der sekundärseitigen Trafoleitungen



Bestückungsplan der Platinenunterseite der Verstärkerplatine

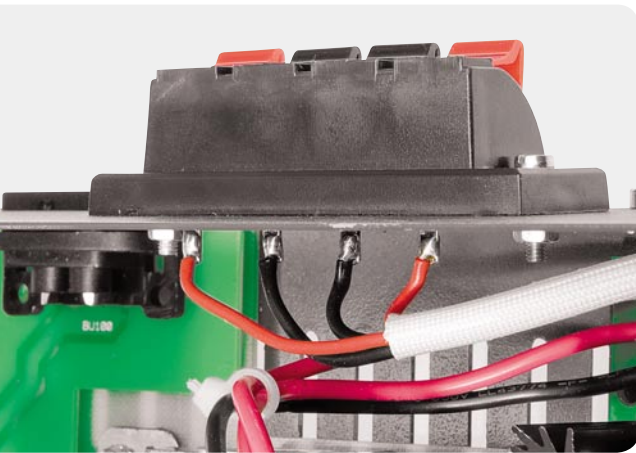


Bild 23: Montage der Lautsprecher-Klemmleiste in die Gehäuse-Rückwand

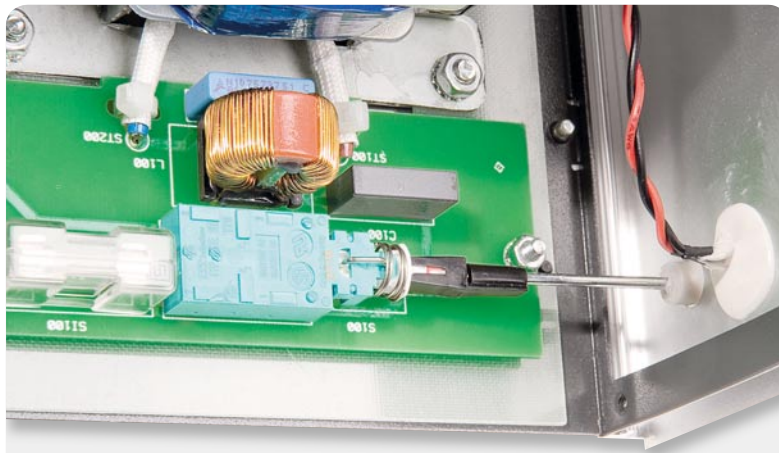


Bild 24: Netzschalter mit Adapterstück, Schubstange und Druckknopf



Bild 25: Innenansicht des so weit fertiggestellten Class-D-Verstärkers

im Anschluss der Drehknopf aufzupressen.

Der Netzschalter wird mit einem Adapterstück, der zugehörigen Schubstange und dem Druckknopf bestückt (Bild 24). Die Innenansicht des so weit fertiggestellten Class-D-Verstärkers ist in Bild 25 zu sehen.

Die Kontroll-LED ist von innen durch die zugehörige Bohrung des Frontprofils zu führen und mit Klebstoff festzusetzen, wie in Bild 26 dargestellt.

Im letzten Arbeitsschritt ist das Gehäuseoberteil im hinteren Bereich mit 8 Inbusschrauben M3 x 5 mm und im Bereich des Frontprofils mit 4 Inbusschrauben M3 x 16 mm zu verschrauben (Bild 27).

Der praktische Aufbau des DA 200 ist damit vollständig abgeschlossen und dem Einsatz steht nun nichts mehr entgegen. **ELV**



Bild 26: Die Kontroll-LED wird direkt in das Frontprofil geklebt.

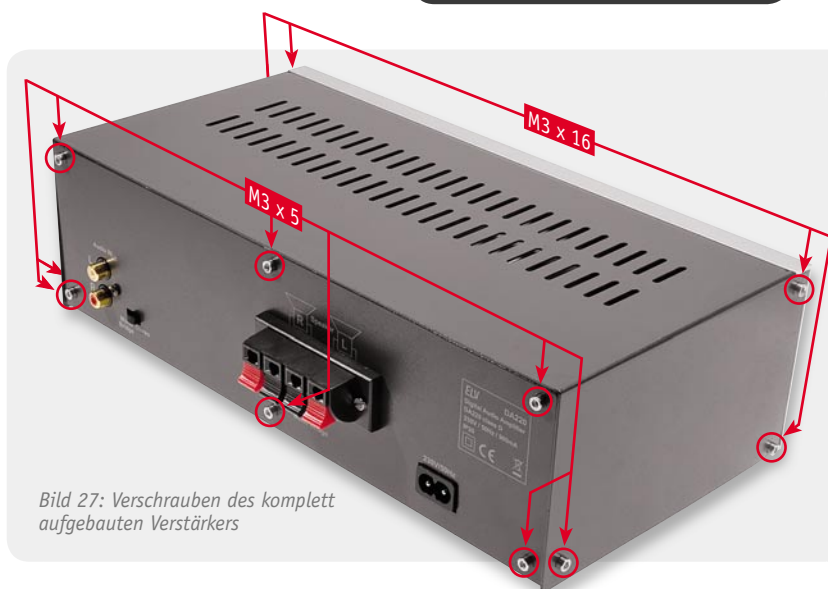


Bild 27: Verschrauben des komplett aufgebauten Verstärkers

Widerstände:

10 Ω /SMD/0805	R4, R14
10 Ω /1 W	R17, R20
22 Ω	R8, R15
100 Ω /SMD/0805	R3
1,8 k Ω /SMD/0805	R25
1,8 k Ω	R27
2,7k Ω	R16
4,7 k Ω /SMD/0805	R2, R7
4,7 k Ω	R19, R22
5,6 k Ω	R18
10 k Ω /SMD/0805	R5, R9, R11–R13, R21, R24
12 k Ω /SMD/0805	R23
30 k Ω /SMD/0805	R6
39 k Ω /SMD/0805	R26
100 k Ω /SMD/0805	R1
Poti/6 mm/stereo/lin/50 k Ω , abgeflachte Achse	R10

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C9, C18
47 pF/SMD/0805	C23
220 pF/SMD/0805	C1, C2, C28, C29
1 nF/SMD/0805	C8, C19, C37, C40
1 nF/SMD/0805	C12, C32
15 nF/SMD/0805	C14, C17
100 nF/100 V/SMD/0805	C3, C21, C34, C38, C41, C44
100 nF/SMD/0805	C4, C5, C26, C27, C36, C43, C45–C47
100 nF/63 V/MKT	C11, C31
220 nF/SMD/0805	C24, C25
470 nF/50 V/SMD, 0805	C22
470 nF/100 V	C7, C15, C16, C20
680 nF/100 V	C10, C30
10 μ F/25 V	C6
22 μ F/100 V/105 $^{\circ}$ C/Low ESR	C39
100 μ F/25 V/105 $^{\circ}$ C	C48
10.000 μ F/35 V	C35, C42

Halbleiter:

TDA8920CJ	IC1
LM358/SMD	IC2
BC848C	T1–T3
STPS10L60D	D3–D6
ZPD15 V/SMD	D1
ZPD5.6/SMD	D2, D8

LED, 3 mm, Rot	D7
Temperatursensor KTY81-121	TS1

Sonstiges:

UKW-Breitbanddrosseln,	
2,5 Windungen	L1, L2
Speicherdrosseln, SMD, 22 μ H/5,3 A	L3, L4
Cinch-Anschlussplatte, 2-polig	BU1
Schiebeschalter, 2x um, winkelprint	S2
Platinensicherungshalter (2 Hälften)	SI1, SI2
Sicherungen, 6,3 A, träge	SI1, SI2
Lautsprecherklemmanschlüsse,	
Lötanschluss, 4-polig	ST3–ST6
1 Alu-Drehknopf mit Steckeseinsatz, 28 mm	
4 Glimmerscheiben, T0-220	
1 Glimmerscheibe, 30,4 x 12,2 mm	
4 Isolierbuchsen, T0-220	
1 Knippingschraube, 2,9 x 6,5 mm, schwarz	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5 mm	
8 Innensechskant-Schrauben, M3 x 5 mm	
6 Senkkopfschrauben, M3 x 6 mm	
2 Zylinderkopfschrauben,	
selbstschneidend, M3 x 6 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 10 mm	
3 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 16 mm	
4 Innensechskant-Schrauben, M3 x 16 mm	
11 Muttern, M3	
10 Fächerscheiben, M3	
1 Transistorhaltefeder, 1fach, Metall	
2 Kühlkörper SK104, 38,1mm	
1 Kühlkörper SK88, bearbeitet	
1 Tube Wärmeleitpaste	
1 Gehäuse, komplett, lackiert,	
bearbeitet und bedruckt	
1 Netzleitung mit Euro- und	
Kleingerätestecker, schwarz	
7 cm Gewebeisolierschlauch, $\varnothing$ 6 mm	
6 cm Schrumpfschlauch, 1/16", Schwarz	
29 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , Rot	
29 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm ² , Schwarz	
23 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Rot	
24 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Schwarz	