

Leistungsverstärker 2x ± 250 V, 1 A

Version 1.00



Bedienungsanleitung

Dokument-Version A, erstellt am 18.12.2017

Inhalt

Sicherheitshinweise	3
Technische Daten	5
Charakteristik	5
Eingang	5
Ausgang	5
Monitor-Ausgang	5
Kühlung	6
Überwachung	6
Stromversorgung	6
Allgemein	7
Lieferumfang	7
Abb. 1. Anschlüsse und Bedienungselemente an der Frontplatte des Gerätes.	8
Tab. 1. Farbcodes der Leuchtdiode an der Frontplatte des Geräts.	9
Beschreibung	10
Inbetriebnahme	12

Sicherheitshinweise

- Das Gerät darf nur vom geschulten Personal installiert und genutzt werden. Lesen Sie vor der Installation sorgfältig diese Bedienungsanleitung. Beachten Sie unbedingt immer die Sicherheitshinweise und Warnungen in dieser Bedienungsanleitung.
- Das Gerät ist nur für den Betrieb in trockenen geschlossenen Laborräumen vorgesehen. Um Wasserdampfkondensation zu vermeiden, warten Sie immer vor dem Einschalten des Gerätes, bis sich die Gerätetemperatur der Umgebungstemperatur angepasst hat. Beachten Sie dies insbesondere nach dem Transport des Gerätes.
- Schalten Sie das Gerät niemals ein, wenn es beschädigt ist oder wenn es nicht richtig funktioniert. Benutzen Sie niemals beschädigte Kabel oder anderes Zubehör.
- Öffnen Sie niemals das Gerätegehäuse. Installieren Sie keine Ersatzteile und modifizieren Sie das Gerät nicht. Das Gerät enthält keine Teile, die vom Benutzer repariert oder ausgetauscht werden dürfen.
- Um Beschädigungen zu vermeiden, stecken Sie die Netzschnur nur in eine korrekt beschaltete und geerdete Steckdose ein. Versichern Sie sich, dass die Netzspannung dem am Gerät eingestellten Nominalwert entspricht und dass die eingesetzte Sicherung den korrekten Wert besitzt. Betreiben Sie das Gerät niemals während eines Gewitters.
- Benutzen Sie niemals aggressive oder ätzende Reinigungsmittel, meiden Sie die Benutzung organischer Lösungsmittel. Wenn nötig, reinigen Sie das Gehäuse mit einem weichen feuchten Tuch. Versichern Sie sich, dass das Gerät vor dem Einschalten komplett trocken und sauber ist.

! Warnung: Das Gerät erzeugt lebensgefährliche Spannungen. Berühren Sie niemals die Ausgangsanschlüsse, auch wenn das Gerät ausgeschaltet ist.

! Warnung: Der Verstärker ist ein elektronisches Gerät, das empfindlich gegen statische Elektrizität ist. Während der Manipulation mit dem Verstärker müssen die ESD-Schutzmaßnahmen (*Electro-Static Discharge*) unbedingt eingehalten werden.

- ! **Vorsicht:** Blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte rot, fassen Sie den Kühlkörper nicht an, um Verbrennungen zu vermeiden.
- ! **Warnung:** Das Gerät wiegt etwa 28 kg. Benutzen Sie eine stabile Unterlage für dessen Betrieb.
- ! **Vorsicht:** Legen Sie an die BNC-Buchsen V_{IN} keineswegs höhere Spannungen als 15 V an. Eine höhere Spannung kann die Bauteile überlasten und das Gerät dauerhaft beschädigen. Aus selbigem Grund darf keine Spannung angelegt werden, wenn das Gerät ausgeschaltet ist. Ein Defekt im Eingangskreis weist auf eine Fehlbedienung hin, dies führt zum Garantieverlust.
- ! **Vorsicht:** Obwohl die Leistungs-Bandbreite des Gerätes ohne Last höher als 100 kHz ist, darf der Verstärker mit maximaler Amplitude nur bis 100 kHz betrieben werden. Bei Missachtung dieser Regel kann das Gerät überlastet und folglich dauerhaft beschädigt werden. Ein solcher Defekt führt zum Garantieverlust.

Technische Daten

Charakteristik

- zwei Hochspannungs-Leistungsverstärker mit interner Überwachung
- hohe Ausgangsleistung, hohe Bandbreite
- Gleichspannungsgenauigkeit, niedriges Rauschen
- kurzschlussfest, Überstrom- und Übertemperaturschutz
- 6HE 19"-Gehäuse mit aktiver Kühlung

Eingang

- Anschlüsse: zwei 50 Ω -BNC-Buchsen
- maximale Eingangsspannung: ± 10 V
- erlaubte Überlastung: ± 15 V
- Eingangsimpedanz: ca. 1 M Ω
- Eingangsstrom: 0,25 μ A typ., 2 μ A max.

Ausgang

- Anschlüsse: zwei 50 Ω -MHV-Buchsen
- maximale Ausgangsspannung: ± 250 V
- maximale Ausgangsstrom: ± 1 A dauerhaft, Spitzenwert: ± 2 A typ.
- Kurzschlussfestigkeit: Kurzschlussdauer nicht begrenzt
- Bandbreite mit kapazitiver Last von 0..10 nF (-3 dB): DC...>300 kHz
- Leistungs-Bandbreite (Sinus-Ausgang 250 V_p):
 - >100 kHz ohne Last
 - 90 kHz typ. bei kapazitiver Last von 10 nF
- Ausgangs-Offsetspannung: 0,25 mV typ., < 1 mV
- Rauschen und Restwelligkeit (DC-10 MHz):
 - 7 mV_{pp} typ., < 15 mV_{pp}
- Genauigkeit der Verstärkung bei niedrigen Frequenzen:
 - < 4% (1% typ.)
- Temperaturkoeffizient der Verstärkung bei niedrigen Frequenzen:
 - < 200 ppm/K (50 ppm/K typ.)

Monitor-Ausgang

- zwei passive Abschwächer zum Abtasten der Ausgangsspannungen
- Anschlüsse: zwei 50 Ω -BNC-Buchsen
- Dämpfung: 1:100
- Interne Impedanz: 10 k Ω parallel mit 2 nF

Kühlung

- passive Kühlung: Strangkühlkörper an der Rückwand
- aktive Kühlung: vier Lüfter (120 x 120 x 25 mm³, max. 3600 U/min)
- Lüftersteuerung:
 - proportionaler Regler
 - Regelverhalten: 150 U/min/°C
 - Regelschwelle: 30°C
 - Drehzahl bei niedrigen Temperaturen (30°C): 600 U/min
- Temperaturüberwachung:
 - Abschaltswelle 55°C
 - Hysterese: 5°C

Überwachung

- Temperatur
- Stromversorgung
- Lüfter

Stromversorgung

- Nennspannung: 230 V oder 115 V $\pm 10\%$
(umschaltbar durch einen Spannungswahlschalter)
- Nennfrequenz: 50/60 Hz
- Netzanschluss: IEC-Kaltgerätestecker mit integriertem Sicherungshalter und EMC-Filter
- Einschaltstrom: <2 A bei 230 V, <4 A bei 115 V
(limitiert durch einen Einschaltstrombegrenzer)
- Leistungsaufnahme:
 - 760 VA bei Volllast
 - 230 VA ohne Last
 - 16 VA in Bereitschaft (Standby)
- Sicherungen:
 - T 4 A bei 230 V, T 8 A bei 115 V
 - Größe $\varnothing 5 \times 20$ mm

Allgemein

- Farbe:
Frontplatte, Rückplatte: naturfarbig eloxiert
Beschriftung: Gravur schwarz und blau eingefärbt
Deck- und Bodenblech, Seitenteile: weißaluminium
Blenden: anthrazitgrau
Kühlkörper: schwarz eloxiert
- Abmessungen:
6 HE 19"-Tischgehäuse:
Höhe: 266 mm, Breite: 462 mm, Tiefe: 375,5 mm
Gesamttiefe mit Kühlkörper, Lüftern und Griffen: 538 mm
Gesamthöhe mit Gehäusefüßen: 273,5 mm
Gesamtbreite mit 19"-Befestigungswinkeln: 482,5 mm
- Gewicht: 28 kg

Lieferumfang

- Leistungsverstärker 2x ± 250 V, 1 A
- Netzkabel (Kaltgeräte-Anschlusskabel, Länge 1,8 m)
- Ersatzsicherungen 5×20 mm, T 4 A, bzw. T 8 A
- Bedienungsanleitung (elektronisch, im Adobe PDF-Format)

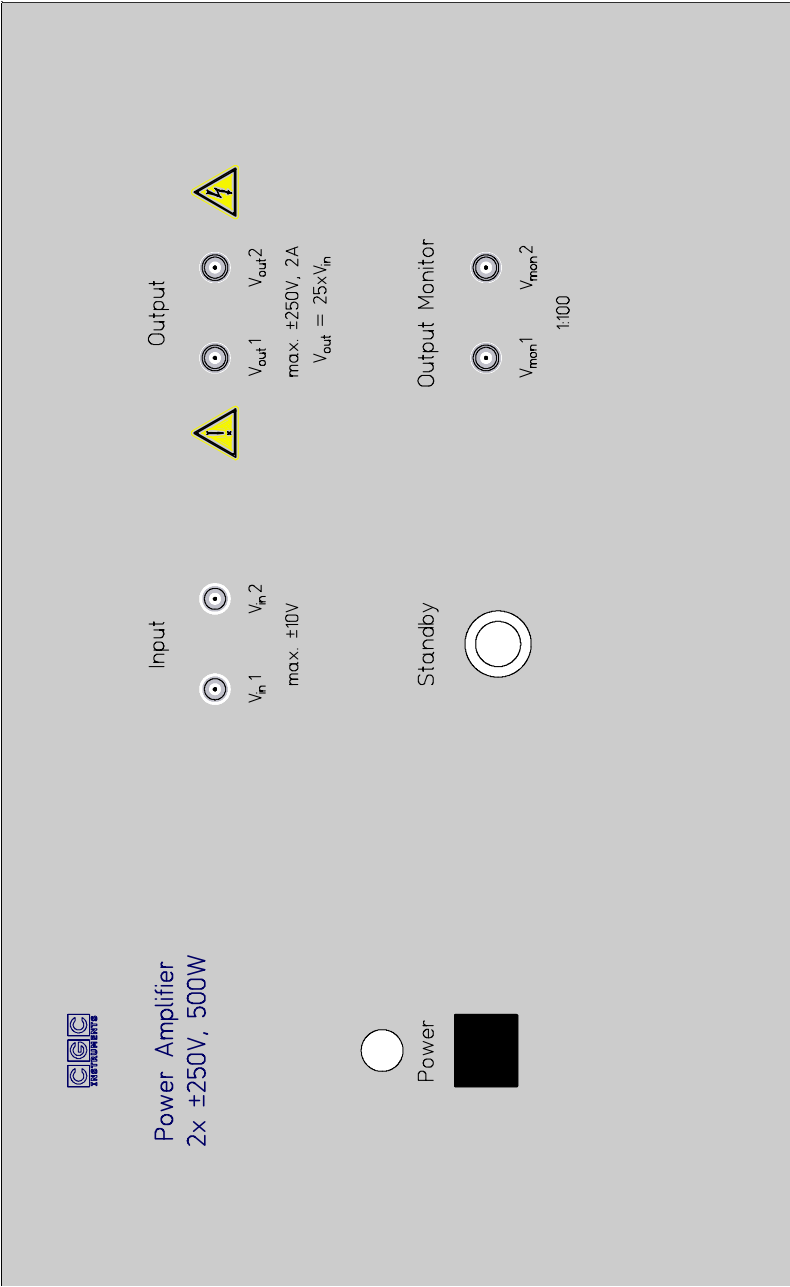


Abb. 1. Anschlüsse und Bedienelemente an der Frontplatte des Gerätes.

Tab. 1. Farbcodes der Leuchtdiode an der Frontplatte des Geräts.

Farben	Bedeutung
gelb	Bereitschaftsmodus (Standby)
grün	Hochspannungen und Verstärker aktiv
grün blinkend	Hochspannungen laufen an, Verstärker inaktiv
gelb blinkend	Hochspannungen fallen ab, Verstärker inaktiv
rot blinkend	Überhitzung
türkis blinkend	Temperatur zu niedrig
pink blinkend	Ausfall einer Versorgungsspannung
weiß blinkend	Ausfall der Hochspannung (Überlastung)
blau blinkend	Lüfterausfall

Beschreibung

Das Gerät besteht aus zwei Hochspannungs-Leistungsverstärkern mit integriertem Netzteil. Die maximale Ausgangsspannung beträgt 250 V; da sich die Verstärkung auf 25 beläuft, wird die maximale Ausgangsspannung bei einem Eingangssignal mit einer Amplitude von 10 V erreicht.

Das Gerät kann dauerhaft einen Ausgangsstrom von etwa 1 A liefern, auf diesen Wert ist die Stromsicherung der Netzteile eingestellt. Der Spitzenstrom der Verstärker liegt typisch bei 2 A, dieser Wert bestimmt die maximale Amplitude eines unverzerrten sinusförmigen Ausgangssignals in eine kapazitive Last:

$$V_{\text{OutMax}} = \frac{I_{\text{OutMax}}}{2\pi \cdot f \cdot C_L}$$

I_{OutMax} steht für den Spitzenwert des Ausgangsstroms, f für die Signalfrequenz und C_L für die Lastkapazität.

Werden gleichzeitig beide Verstärkerkanäle betrieben, wird der dauerhaft zur Verfügung stehende Ausgangsstrom zwischen den beiden Kanälen aufgeteilt. Werden die Kanäle mit ähnlichen Parametern betrieben, steht pro Kanal etwa 0,5 A zur Verfügung.

Die Verstärker sind rauscharm und gleichspannungsgenau. Sie können ohne Stabilitätsprobleme kapazitive Lasten im Bereich von bis zu mehreren 10 nF treiben. Eine kapazitive Last beeinflusst jedoch den Frequenzgang des Verstärkers und schränkt, wie oben beschrieben, seine Leistungsbandbreite ein. Während Lastkapazitäten von mehreren 100 pF keinen signifikanten Einfluss auf die Funktion des Gerätes haben, ist bei Lasten im nF-Bereich mit einer Änderung der Bandbreite zu rechnen. Die Länge der Anschlusskabel ist meistens unkritisch, da Koaxialleitungen in der Regel Kapazitäten von maximal 100 pF/m besitzen.

Nach dem Einschalten befindet sich das Gerät im Bereitschaftsmodus (Standby), dies wird durch die gelbe Farbe der Leuchtdiode an der Frontplatte signalisiert. Liegt kein Fehler vor, können die Verstärker durch den Taster an der Frontplatte aktiviert werden, dies wird durch die grüne Farbe der Leuchtdiode signalisiert. Die Hochspannungen werden zugeschaltet und die Verstärker aktiviert. Solange die Hochspannungen ihren nominalen Wert nicht erreicht haben und die Verstärker inaktiv sind, blinkt die Leuchtdiode grün. Durch erneutes Drü-

cken des Tasters kann das Gerät wieder in den Bereitschaftsmodus umgeschaltet werden. Die Verstärker werden dadurch deaktiviert und die Hochspannungen ausgeschaltet. Solange die Hochspannungen nicht komplett abgesunken sind, blinkt die Leuchtdiode gelb.

Wird das Gerät überlastet, greift die interne Stromsicherung der Netzteile, welche die Hochspannungen herunterregelt. Die Stromsicherung begrenzt den Ausgangsstrom auf etwa 1 A, unabhängig von der Ausgangsspannung, d.h. auch im Kurzschlussfall. Greift die Stromsicherung, wird das Gerät deaktiviert, d.h. es wird wieder in den Bereitschaftsmodus umgeschaltet. Dabei wird durch das weiße Blinken der Leuchtdiode der Ausfall der Hochspannungen signalisiert.

Das Gerät überwacht neben den Hochspannungen auch seine interne Stromversorgung. Liegt eine der Versorgungsspannungen außerhalb der zulässigen Werte, beginnt die Leuchtdiode an der Frontplatte pink zu blinken. Die Verstärker können dabei nicht aktiviert werden, bereits aktivierte Verstärker werden deaktiviert.

Das Gerät ist weiterhin mit einer elektronischen Temperatursicherung ausgestattet, ferner wird die Funktion der Lüfter am Kühlkörper überwacht. Die Temperatursicherung nutzt mehrere Temperatursensoren, welche die Temperaturen der Leistungs-Halbleiterbauelemente abtasten. Die gemessenen Temperaturen werden einerseits zur Steuerung der Lüfter am Kühlkörper genutzt, andererseits erzwingen Sie das Deaktivieren der Verstärker, wenn eine der Temperaturen einen kritischen Wert erreicht. Eine solche Überhitzung wird durch rotes Blinken der Leuchtdiode an der Frontplatte signalisiert. Bei einer niedrigen Temperatur, bei welcher Kondensation der Luftfeuchtigkeit nicht mehr ausgeschlossen werden kann, kann das Gerät ebenfalls nicht aktiviert werden. Eine solche zu niedrige Temperatur wird durch türkises Blinken der Leuchtdiode signalisiert. Ein etwaiger Ausfall der Lüfter wird durch blaues Blinken der Leuchtdiode angezeigt. Dies führt jedoch nicht zur Deaktivierung des Geräts; diese erfolgt erst, wenn es in Folge der nicht ausreichenden Kühlung überhitzt. Beachten Sie, dass das Gerät zwar aktiviert werden kann, die Leuchtdiode dabei jedoch ihre Farbe nicht wechselt.

Alle Fehlzustände werden durch Blinken der Leuchtdiode angezeigt. Wenn die Fehlerursache behoben wird, kann man den jeweiligen Fehlzustand durch Drücken des Tasters löschen. Dadurch gelangt das Gerät in den normalen Bereitschaftsmodus, signalisiert durch die gelb leuchtende Leuchtdiode.

Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme muss das Gerät visuell auf eventuelle Transportschäden kontrolliert werden.

- ! **Vorsicht:** Bei Feststellung jeglicher Mängel muss das Gerät sofort eingeschickt werden. Auf keinen Fall in Betrieb nehmen!

Das Gerät muss nach dem Transport gut temperiert werden, um Wasserdampfkondensation zu vermeiden. Die Plastikschtzhülle darf erst dann entfernt werden, wenn sich die Temperatur des Gerätes der Umgebungstemperatur angepasst hat.

- ! **Vorsicht:** Das Gerät arbeitet mit hohen Spannungen. Ein sicherer Betrieb ist nur dann möglich, wenn alle Teile des Gerätes absolut trocken sind und sich nirgendwo im Geräteinneren kondensiertes Wasser befindet. Feuchtigkeit kann lebensgefährliche Stromschläge verursachen oder eine dauerhafte Beschädigung des Gerätes hervorrufen.

Die Netzleitung wird an den Kaltgeräte-Netzstecker an der Rückwand angeschlossen. Vor dem Einschalten muss ggf. der Nennwert der Netzspannung eingestellt und eine entsprechende Gerätesicherung eingebaut werden. Der Nennwert der Netzspannung kann mit dem Spannungswahlschalter zwischen 230 V und 115 V umgeschaltet werden. Der Sicherungshalter ist in dem Kaltgerätestecker an der Rückplatte integriert.

- ! **Warnung:** Wird das Gerät an eine höhere Netzspannung als der eingestellte Wert angeschlossen, kann es dauerhaft beschädigt werden. Überprüfen Sie daher vor der Inbetriebnahme unbedingt den am Spannungswahlschalter eingestellten Wert.

Beim Einbau des Gerätes ist auf eine gute Kühlung zu achten. Weder der an der Rückplatte angebrachte Kühlkörper, noch das gelochte Bodenblech dürfen abgedeckt werden. Insbesondere beim Einbau in geschlossene Geräteschränke muss auf eine hinreichende Luftzufuhr geachtet werden.

Um das Ausgangsrauschen der Verstärker zu minimieren, muss darauf geachtet werden, dass das Gerät nicht starken externen magnetischen Streufeldern (nicht magnetisch abgeschirmte Transformatoren, Schaltnetzteile, usw.) ausgesetzt wird.

Vorsicht: Sowohl die Inbetriebnahme als auch die weitere Bedienung des Gerätes darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden.

- Eine falsche Bedienung kann zur Zerstörung des Gerätes führen.
- Das Gerät produziert hohe Spannungen. Die Installation der Kabel beim eingeschalteten Gerät oder kurz nach seinem Ausschalten kann lebensgefährlich sein.

Nach dem Einschalten des Gerätes wechselt die Leuchtdiode an der Frontplatte die Farbe zwischen grün, rot und blau, bis sie schließlich gelb aufleuchtet. Dies zeigt den Bereitschaftsmodus an. Leuchtet die Leuchtdiode gar nicht, liegt entweder keine Netzspannung an oder ist die Sicherung unterbrochen. Überprüfen Sie den Netzanschluss und die Sicherung. Ist die Sicherung unterbrochen, tauschen sie diese aus.

Warnung: Wird die Sicherung beim nächsten Einschaltversuch erneut ausgelöst, muss das Gerät eingeschickt werden. Es liegt höchstwahrscheinlich ein ernsthafter Defekt vor. Die Inbetriebnahme des Geräts auf keinen Fall fortsetzen!

Blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte rot, ist der Kühlkörper beim Betrieb zu heiß geworden, die Temperatursicherung wurde aktiviert und die Versorgungsspannung der Verstärker abgeschaltet. Um den normalen Betriebszustand wiederherzustellen, muss der Kühlkörper wieder abkühlen. Dazu soll das Gerät eingeschaltet bleiben, die Lüfter am Kühlkörper sorgen für die erforderliche Zwangskühlung. Wird die zulässige Betriebstemperatur wieder erreicht, kann durch das Drücken des Tasters der normale Bereitschaftsmodus wiederhergestellt werden. Die Leuchtdiode leuchtet danach erneut dauerhaft gelb und die Verstärker können aktiviert werden. Das Auslösen der Temperatursicherung deutet darauf hin, dass das Gerät überlastet wurde oder dass die Kühlung nicht ausreichend war.

Blinkt die Leuchtdiode an der Frontplatte blau, funktioniert einer der Lüfter am Kühlkörper nicht. Ein weiterer Betrieb ist möglich, eine Überhitzung kann dabei jedoch deutlich früher als unter normalen Bedingungen eintreten. Um dies zu verhindern, sollte der defekte Lüfter so schnell wie möglich ersetzt werden. Dies kann jedoch nicht vom Benutzer durchgeführt werden, das Gerät muss dazu eingeschickt werden.

Warnung: Funktioniert einer der Lüfter nicht, wird das Aktivieren der Verstärker nicht angezeigt. Die Leuchtdiode blinkt blau unabhängig

vom Betriebszustand, die Funktion der Geräteüberwachung wird dadurch jedoch nicht beeinträchtigt.

Kann das Gerät ohne eine Fehlanzeige eingeschaltet werden, so kann die Funktion der Verstärker überprüft werden. Aktivieren Sie diese durch das Drücken des Tasters an der Frontplatte. Die Hochspannungen werden zugeschaltet und die Leuchtdiode fängt an grün zu blinken. Wenn die Hochspannungen ihren nominalen Wert erreicht haben und die Verstärker aktiviert wurden, leuchtet die Leuchtdiode dauerhaft grün.

Schließen Sie dann die Eingänge kurz und messen Sie die Ausgangsspannungen mit einem Voltmeter. Die Offsetspannung muss sich innerhalb weniger Minuten nach dem Einschaltvorgang auf den in den technischen Daten angegebenen Wert stabilisieren. Sollte sie wesentlich höher sein, überprüfen Sie den Kurzschluss an dem jeweiligen Eingang. Wenn das Problem weiterhin besteht, muss das Gerät zur Inspektion eingeschickt werden.

Besitzt die Offsetspannung einen korrekten Wert, schließen Sie eine Signalquelle an den Eingang und ein Oszilloskop an den Ausgang an. Steuern Sie den Verstärker mit einem sinusförmigen Signal mit einer Frequenz von etwa 1 kHz an. Erhöhen Sie die Eingangsamplitude bis maximal 10 V und beobachten Sie dabei die Ausgangsspannung. Diese muss, ohne eine sichtbare Verzerrung, der Eingangsspannung entsprechen. Erhöhen Sie die Signalfrequenz schrittweise bis 100 kHz und beobachten Sie dabei die Ausgangsspannung. Jeder der beiden Verstärker muss auch bei der höheren Frequenz ein verzerrungsfreies Signal erzeugen.

! **Vorsicht:** Weicht die Ausgangsspannung vom Erwartungswert ab, muss das Gerät eingeschickt werden. Auf keinen Fall die Inbetriebnahme fortsetzen!

Schließen Sie die Last an und steuern Sie die Verstärker mit einem Signal an. Beobachten Sie mit einem Oszilloskop die Ausgangsspannungen.

! **Vorsicht:** Meiden Sie immer eine Überlastung der Verstärker. Weicht die Ausgangsspannung vom Erwartungswert ab, reduzieren Sie sofort die Signalamplitude. Eine Überlastung kann zu einer dauerhaften Beschädigung des Gerätes führen.

! **Vorsicht:** Hohe kapazitive oder induktive Lasten können zu Instabilitäten des Verstärkers führen. Untersuchen Sie das Ausgangssignal

immer mit einem Oszilloskop, bei Feststellung jeglicher Oszillationen darf das Gerät diese Last nicht treiben. Eine Missachtung dieser Regel kann zur Überlastung des Verstärkers und seiner dauerhaften Beschädigung führen.

Achten Sie beim Betrieb immer auf die Sauberkeit des Kühlkörpers und der Lüfter. Der Kühlkörper und die Lüfter sollten in regelmäßigen Abständen mit einem Staubsauger gereinigt werden. Die Kühlleistung eines stark verschmutzten Kühlkörpers ist deutlich geringer und eine Überhitzung kann wesentlich früher als erwartet eintreten. Ebenfalls beeinträchtigt die Verschmutzung die Lebensdauer der Lüfter.

! Vorsicht: Achten Sie beim Reinigen der Lüfter darauf, dass diese durch den externen Luftstrom nicht auf überhöhte Drehzahlen gebracht werden. Die in den Motoren der Lüfter induzierten Spannungen können ihre elektronische Steuerung beschädigen.