Artikel-Nr.: 056393
Version 3.0
Stand: März 2022

Aufholverstärker AHV 100

Die Signalpegel verschiedener Audiogeräte weisen oft sehr unterschiedliche Werte auf, so dass beim Anschluss an Universal-Eingangsbuchsen z. B. einer Hi-Fi-Anlage beim Umschalten von einer zur anderen Signalquelle unangenehme Pegelsprünge (Lautstärkeunterschiede) auftreten.
Dieses Manko behebt der Aufholverstärker AHV 100. Er ermöglicht eine für die beiden Stereo-Kanäle getrennte Anpassung der Signalpegel verschiedener Audioquellen und erspart so das sonst unvermeidliche Zwischenschalten eines Mixers.

Zu laut, zu leise …

Früher, ja, da war alles besser…(?) Da konnte man sich zumindest darauf verlassen, dass an einem DIN-Ausgang mindestens 500 mV bei einem Ausgangswiderstand von 470 kΩ bereitstanden und ein DIN-Eingang entsprechend über einen Eingangswiderstand von 470 kΩ verfügte und 500 mV bis 2 V erwartete. Moderne Geräte hingegen arbeiten mit Cinch-Ein- und -Ausgängen und den unterschiedlichsten Pegeln und Impedanzen. Die sind zwar von Geräteklasse zu Geräteklasse IEC-genormt, aber unterscheiden sich eben deutlich, etwa für CD-Player, Tuner oder Kassettendecks. Signifikant ist hier der große Unterschied erstens zu (heute zwar kaum noch genutzten, aber gerade als Kassettendeck noch oft vorhandenen) DIN-Geräten und zweitens zwischen Ein- und Ausgang der Cinch-Geräte. Diese weisen meist 47 bzw. 50 kΩ Eingangswiderstand auf und erwarten hier 100 mV für die Vollaussteuerung. Ausgangsseitig hingegen geben sie mindestens 500 mV bei einer Ausgangsimpedanz von ca. 5 kΩ ab. Wie

Technische Daten:

Spannungsversorgung:	12–15 V/DC (Steckernetzteil)
Stromaufnahme:	max. 10 mA
Ein-, Ausgänge:	Cinch-Buchsen
Frequenzgang:	8 Hz – 28 kHz (-3 dB)
Verstärkung:	0–15 dB (~5fach)
Max. Ausgangspegel:	4,8 V_{ss}
Klirrfaktor:	0,04 %
Abmessungen:	
Platine:	46,5 x 71 mm
Gehäuse:	51 x 95 x 19 mm

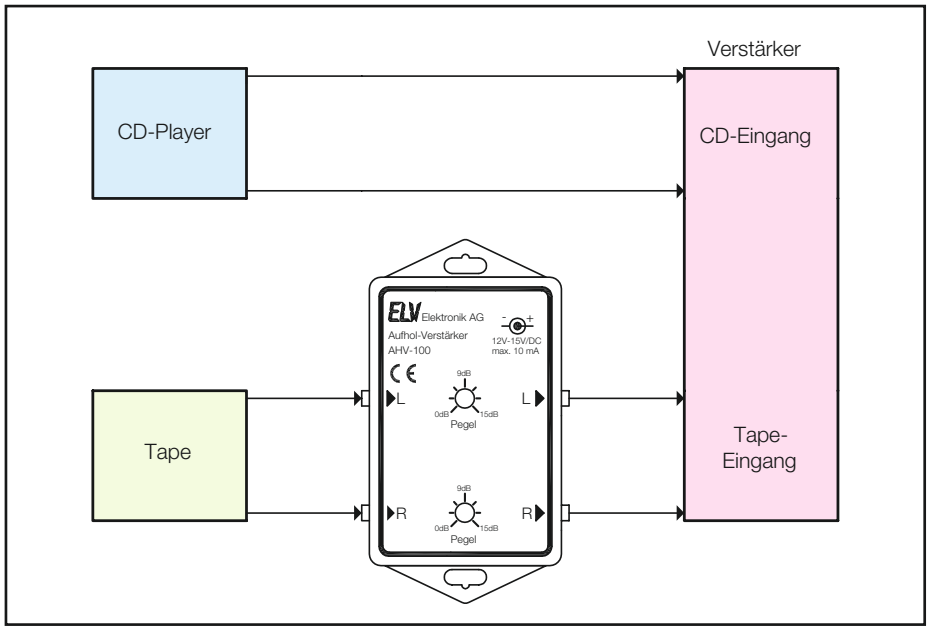


Bild 1: Beschaltungsbeispiel für den AHV 100

gesagt, nicht alle Geräteklassen und Hersteller halten sich an derartige Vorgaben. Ein typisches Beispiel ist das Verhältnis zwischen Kassettentonbandgerät (Tape) und CD-Player. Bei Umschaltung von CD auf Tape ist die Lautstärke immer zu gering, so dass ständig die Lautstärke des Verstärkers angepasst werden muss – unangenehm und lästig. Hier setzt der Aufholverstärker AHV 100 an – er dient der Pegelanpassung zwischen verschiedenen Hi-Fi-Geräten. Um beim erwähnten Beispiel zu bleiben, zeigt Bild 1 die typische Konfiguration, wenn ein CD-Player und ein Tape-Deck an einen Verstärker angeschlossen werden sollen. Mit dem Aufholverstärker lässt sich die Lautstärke (der Ausgangspegel) des Bandgerätes anheben (verstärken), so dass der (mittlere) Pegel am Tape-Eingang des Verstärkers gleich dem Pegel am CD-Eingang ist. Somit ist nach der Umschaltung von CD auf Tape keine Lautstärkeänderung mehr nötig.

DIN oder nicht?

Der AHV 100 weist einen nahezu linearen Frequenzgang (siehe Bild 2) auf, der auf jeden Fall deutlich über den Anforderungen der Hi-Fi-Norm bleibt.

Lassen Sie uns dazu einen kurzen Exkurs in die Hi-Fi-Technik machen. Diese im Heimbereich lange und zum Teil noch heute gültige Norm DIN 45500 erfordert als Minimal-Anforderung an einen Endverstärker einen Frequenzgang von 40 bis 16.000 Hz, ab diesen Frequenzen darf der Pegel schon um 1,5 dB abfallen, der Klirrfaktor darf bei 100 Hz nicht mehr als 0,7 % betragen. Für Geräte wie Vollverstärker, Bandgeräte, Plattenspieler und Tuner sind die Forderungen noch geringer, Letztere müssen nur 40 bis 12.500 Hz (-3 dB, K<1 %) übertragen können. Dies gilt, vor allem auf Seiten der Geräteindustrie, bis heute. Diese bezieht sich noch jetzt meist auf diese völlig veraltete, aus den 1950er-Jahren stammende, 1973 eingeführte und erst Mitte der 1990er-Jahre zum Teil abgelöste Norm. Die aktuelle DIN EN 61035 geht hier nur in Teilbereichen weiter, sie wird von der Geräteindustrie in der Erwähnung weitgehend links liegen gelassen, denn DIN 45500 gilt für weite Teile der Industrie als nicht vollständig abgelöst. Dass heute tatsächlich jede gut dimensionierte NF-Schaltung weit besser funktioniert, als es DIN 45500 vorschreibt, ist nichts Ungewöhnliches – heute zählen allgemein 20 bis 20.000 Hz (-3 dB) und ein Klirrfaktor um 0,1 % zum guten Ton unter allen renommierten Hi-Fi-Herstellern – was besser ist, geht allmählich in Richtung Highend. Allerdings nutzen viele Hersteller auch das untere Preissegment, um mit DIN 45500 zu werben – und tatsächlich auch nicht mehr zu leisten! So kommen Billig-Anlagen und -Boxen zu Hi-Fi-(Werbe-)Ehren, die sie unter heutigen Gesichtspunkten eigentlich nicht verdient haben.

Nun fragt man sich, wozu dieser Aufwand von möglichst weit unter 20 Hz bis (bei Highend) nach oben quasi offen, wenn der normale Mensch doch nicht mehr als 30 bis max. 16.000 Hz erfasst? Der Musikliebhaber differenziert am Klang mehr als nur den reinen, technischen Frequenzgang. Hier spielen die Obertöne die erste Geige – sie machen ein Musikstück erst zum vollen Klangerlebnis. Erst, wenn auch diese, die durchaus Frequenzen bis 30 kHz und mehr erreichen, im vollen Umfang, vor allem nicht unterdrückt und unverzerrt, übertragen werden, kommt der volle Klangumfang zur Geltung, ohne dass man ein Katzen- oder Hundegehör haben muss. Auch nach unten heraus spielt die Erweiterung des abgestrahlten Frequenzganges eine nicht geringe, vor allem hörpsychologische Rolle. Real hören wir zwar über unser Hörorgan selten unter 30 Hz, aber das ringt Konzert-Bühnentechnikern, Auto- oder Heim-Hi-Fi-Fans nur ein müdes Lächeln ab. Herbert Grönemeyer hat es in seinem

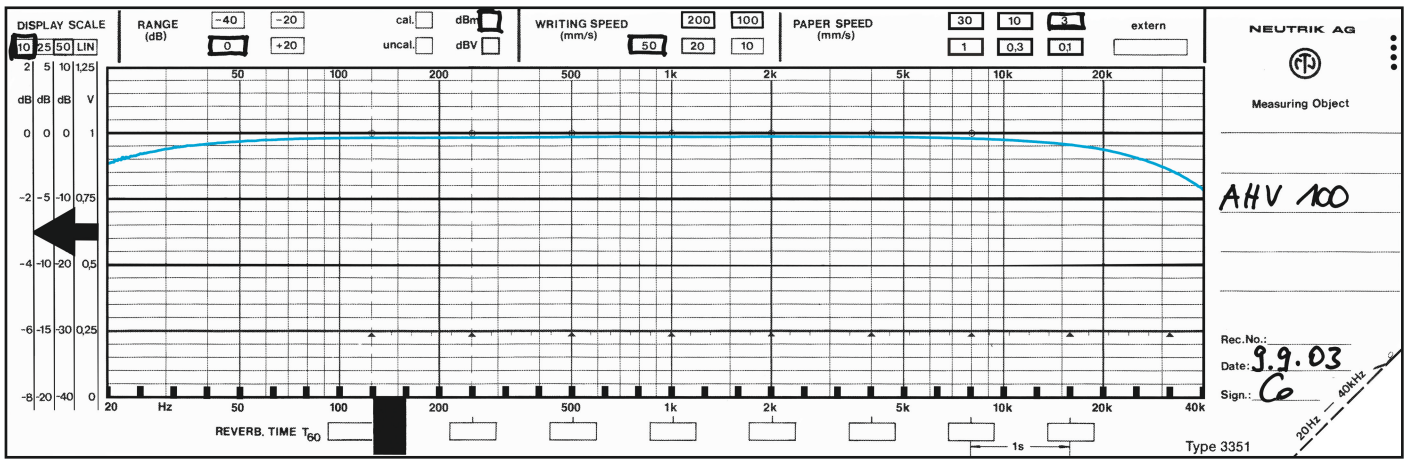


Bild 2: Der Frequenzgang des AHV 100

Liebeslied an eine Gehörlose: „Musik nur, wenn sie laut ist“, grandios auf den Punkt gebracht:

Zitat aus dem Text:
„sie mag Musik nur, wenn sie laut ist,
wenn sie ihr in den Magen fährt …
wenn der Boden unter den Füßen bebt,
dann vergisst sie, dass sie taub ist …“

Sinngemäß gilt dies auch für den Hörenden – es sind die unhörbaren, aber spürbaren Schallwellen, die den Bereich unter der Hörschwelle so interessant und den Sound erst komplett machen. Stellen Sie sich eine moderne Hi-Fi-Anlage oder gar ein Konzert ohne Subwoofer-Einsatz vor!

Was hat dieser Exkurs mit unserem AHV 100 zu tun? Nun, er weist einen bemerkenswerten Frequenzgang auf, der ihn aus der Masse der normalen „Vorverstärker“ heraushebt:

Untere Grenzfrequenz:

$$f_u = \frac{1}{R_2 \cdot C_1 \cdot 2 \cdot \pi} = 7{,}2Hz$$

Obere Grenzfrequenz:

$$f_o = \frac{1}{(R_3 + R_{1\max}) \cdot C_{10} \cdot 2 \cdot \pi} = 27{,}8kHz$$

Die Bauteilbezeichnungen entsprechen denen des Schaltbildes in Bild 3. Vergleicht man diese Berechnung mit der Messung der realisierten Schaltung (Bild 2), so sieht man, dass die praktische Ausführung den berechneten Werten weitgehend entspricht und letztendlich mit einem -3-dB-Frequenzgang von 8 bis 28.000 Hz aufwarten kann – das wird, wie auch der Klirrfaktor von max. 0,04 %, auch den Audiophilen zufrieden stellen.

Die Verstärkung des AHV 100 ist für jeden Kanal zwischen 0 und 15 dB einstellbar, sodass eine Anpassung des Verstärkereingangs an die verschiedensten Quellen möglich ist.

Das Ganze ist, versorgt durch ein externes Netzteil, in ein sehr kompaktes Gehäuse (optional erhältlich) verpackt, das – da im Normalbetrieb nicht mehr zu bedienen – noch in jeder Verkabelung seinen Platz findet.

Schaltung

In Bild 3 ist das Schaltbild des Aufholverstärkers (AHVV100) dargestellt. Im unteren Drittel des Schaltplans sieht man die Spannungsversorgung und -stabilisierung. Die Schaltung wird über BU5 mit einer Gleichspannung zwischen 12 und 15 V versorgt, die z. B. ein (unstabilisiertes) Steckernetzteil liefern kann. Dabei ist darauf zu achten, dass der Pluspol am Innenleiter des Niedervolt-Rundsteckers liegt. Der Elko C4 dient zur Glättung der unstabilisierten Spannung, bevor sie auf den Spannungsregler IC2 gelangt. Dieser gibt an seinem Ausgang eine stabilisierte Spannung von 8 V aus. Diese Spannung dient als „eigentliche“ Betriebsspannung des Aufholverstärkers. Die Kondensatoren C3 und C8 dienen zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung.

Kommen wir nun zur Beschreibung der Signalverstärkung. Da die beiden Kanäle (L und R) identisch aufgebaut und funktionsgleich sind, wird im Folgenden nur ein Kanal (L) beschrieben. Das Audio-Signal wird dem AHV 100 über die Cinch-Buchse BU3 zugeführt. Der Widerstand R4 stellt in Verbindung mit R2 den Eingangswiderstand der Verstärkerschaltung dar. Der Kondensator C1 dient zur Gleichspannungsentkopplung und führt das eingespeiste Audio-Signal auf den Operationsverstärker (IC1). Dieser Operationsverstärker ist als invertierender Verstärker beschaltet. Dies bedeutet, dass die Ausgangsspannung des AHV 100 um 180° phasenverschoben wird. Da die Audio-Signale beider Kanäle (L und R) gleichermaßen um 180° phasen-

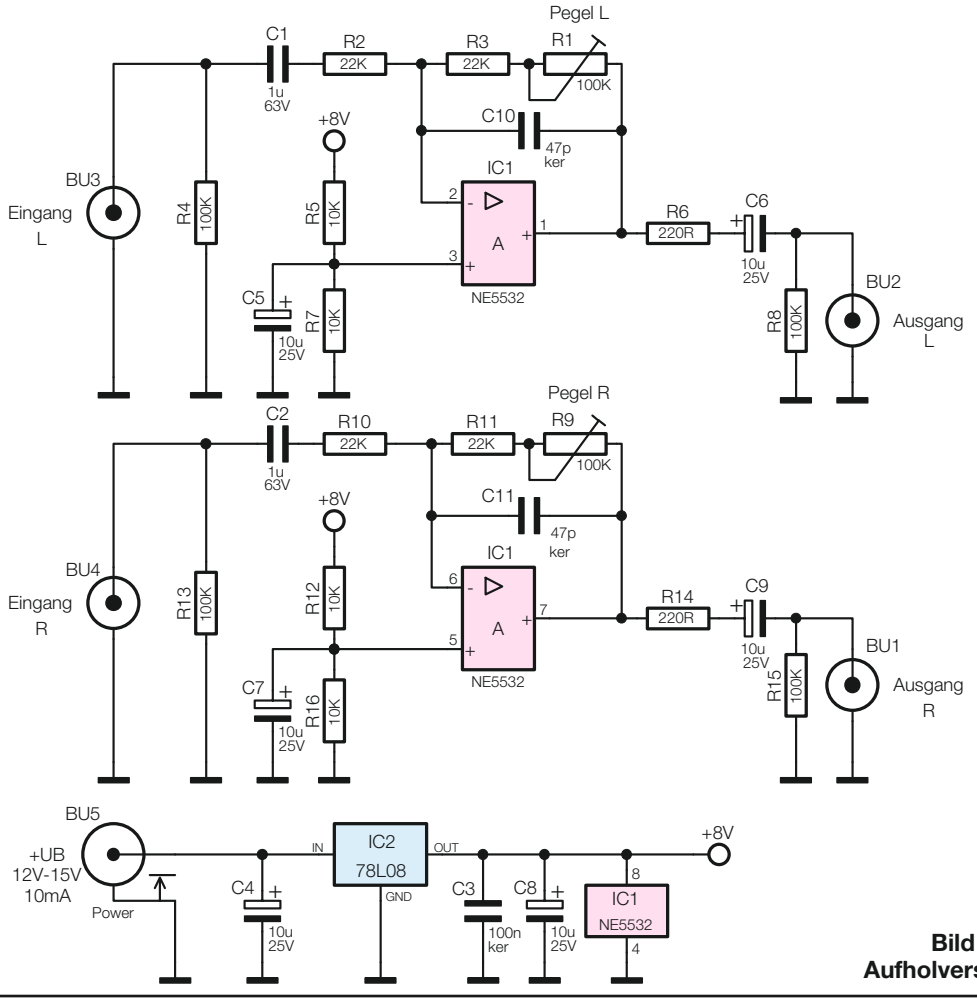
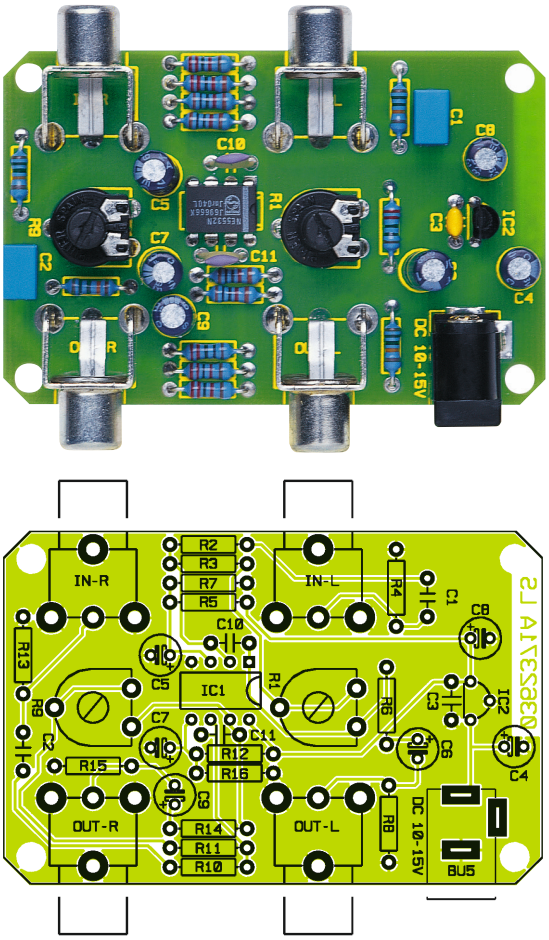


Bild 3: Schaltbild des Aufholverstärkers AHV 100

Entsorgungshinweis

Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!



Ansicht der fertig bestückten Platine des Aufholverstärkers AHV 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

Wichtiger Hinweis:

Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung gemäß EN60950-1 handeln, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von handelsüblichen Steckernetzteilen mit entsprechender Leistung erfüllt.

Stückliste: Aufholverstärker AHV 100

Widerstände:

220 Ω.....R6, R14
10 kΩ..... R5, R7, R12, R16
22 kΩ.....R2, R3, R10, R11
100 kΩ..... R4, R8, R13, R15
PT10 für Sechskantachse, liegend, 100 kΩ.....R1, R9

Kondensatoren:

47 pF/ker C10, C11
100 nF/ker C3
1 µF/63 V/MKT C1, C2
10 µF/25 V C4–C9

Halbleiter:

NE5532..... IC1
78L08 ..... IC2

Sonstiges:

Cinch-Einbaubuchse, print BU1–BU4
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print BU5
2 Poti-Steckachsen

verschoben sind, macht sich dies klanglich nicht bemerkbar.

Das Verhältnis der Reihenschaltung von Poti R1 und Widerstand R3 zum Widerstand R2 legt den Verstärkungsfaktor des Operationsverstärkers fest. Die Impedanzen der Kondensatoren C1 und C10 werden bei der Verstärkungsfaktor-Berechnung vernachlässigt, da C1 innerhalb des Frequenzganges als sehr niederohmig und C10 als hochohmig zu betrachten sind. Der maximale Verstärkungsfaktor dieser Schaltung errechnet sich wie folgt:

$$|V| = \frac{R_{1\max} + R_3}{R_2} = \frac{100k\Omega + 22k\Omega}{22k\Omega} = 5{,}5$$

$$V_{dB} = 20dB \cdot \lg(V) = 20dB \cdot \lg(5{,}5) = 14{,}8dB$$

Dadurch ergibt sich ein maximaler Verstärkungsfaktor von 5,5 oder etwa 15 dB.

Die Widerstände R5 und R7 legen den Arbeitspunkt des Operationsverstärkers fest. Dieser Arbeitspunkt ist auf 4 V gelegt, damit die Eingangsspannung sich um den Arbeitspunkt in positiver wie auch in negativer Richtung bewegen kann. Der Elko C5 stabilisiert diesen Arbeitspunkt. Der Elko C6 am Ausgang dient zur Entkopplung, damit die am Operationsverstärker-Ausgang anliegende Gleichspannung nicht auf den Signal-Ausgang gelangt. Der Widerstand R6 stellt den Ausgangswiderstand des Aufholverstärkers dar.

Durch den Widerstand R8 entstehen beim Anschluss oder Umschalten eines Geräts an den Ausgang keine Knackgeräusche, da dieser Widerstand das Leerlauf-Potential der Signalleitung auf Masse „zieht“. Die verstärkte Eingangsspannung steht schließlich an der Cinch-Buchse BU2 zur Verfügung.

Nachbau

Der Nachbau des Aufholverstärkers erfolgt auf einer einseitigen Platine mit bedrahteten Bauteilen, was den Aufbau auch für Löt-Einsteiger einfach macht.

Anhand der Stückliste, des Bestückungsplans und des Platinenfotos beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Kondensatoren usw.), gefolgt von den höheren bzw. mechanischen Bauteilen. Entsprechend dem Rastermaß sind die Bauteilanschlüsse abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten. Die Elkos sind üblicherweise am Minuspol markiert. Das IC wird so eingesetzt, dass die Gehäusekerbe mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck korrespondiert. Eine gute Hilfestellung gibt hier auch das Platinenfoto.

Als letzter Bestückungsvorgang erfolgt das Einsetzen der Cinch-Buchsen und der DC-Buchse. Hier ist besonders darauf zu achten, dass die Buchsenkörper plan auf der Platine aufliegen, bevor man ihre Anschlüsse mit reichlich Lötzinn verlötet. Denn diese Buchsen werden im späteren Betrieb mechanisch belastet. Die hier wirkenden Kräfte müssen weitgehend direkt vom Buchsenkörper auf die Platine übertragen werden, da sonst die Lötstellen beschädigt werden könnten. Die Poti-Achsen sind so in die Trimmer zu stecken, dass die Einstellmarkierung mit der Skala übereinstimmt. Die Einstellung der Trimmer ist später nach Einbau in das Gehäuse mit einem Schlitzschraubendreher vorzunehmen.

Zum Schluss erfolgt der Einbau der Platine in das Gehäuse, falls dieses mitbestellt wurde. Dazu ist diese in das Gehäuse einzulegen und mit dem Gehäusedeckel zu verschließen. ELV