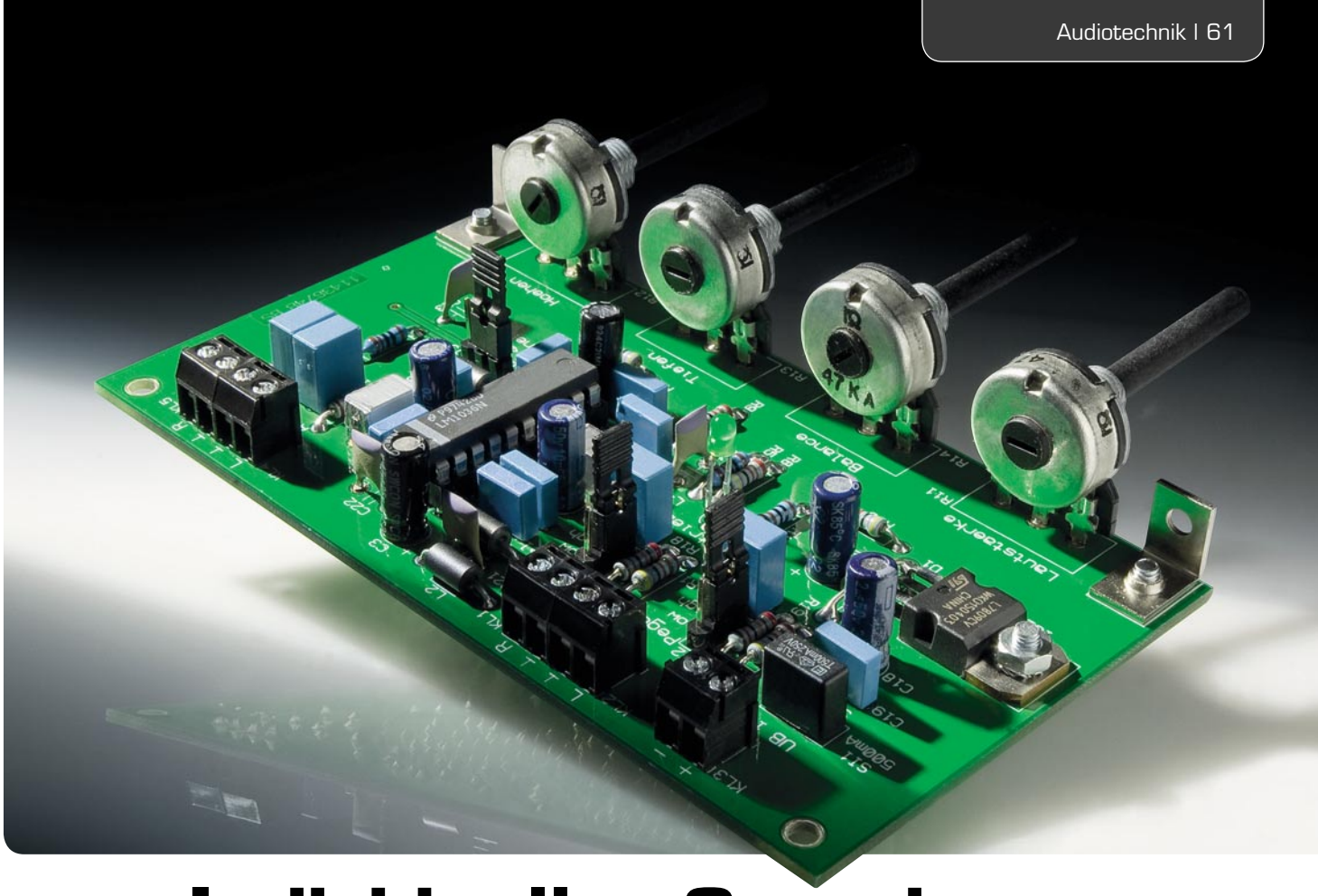


Individueller Sound – Klangregelstufe KLS1

Die KLS1 ist eine sehr rauscharme Klangregelstufe mit dem bewährten LM1036 zur Einstellung von Lautstärke, Balance, Tiefen und Höhen. Eine zuschaltbare „Loudness-Compensation" sorgt für eine gehörrichtige Lautstärkeregelung. Dank des ausschließlichen Aufbaus mit bedrahteten Bauteilen ist die leicht aufzubauende Schaltung auch für Anfänger geeignet.

Klingt (nicht) gut …

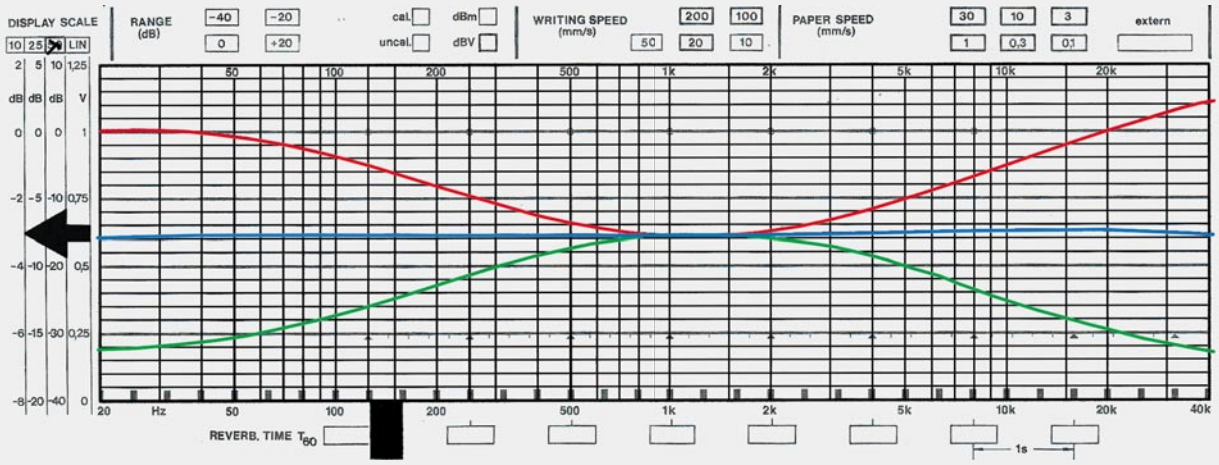
Wenn diese Äußerung fällt, meint jemand umgangssprachlich, dass ihm eine Idee, ein Vorschlag, eine Lösung, eine Nachricht (nicht) gefällt. Im Wortsinn jedoch beurteilt man damit ganz individuell den Klang einer Musikquelle. Da hat wohl jeder andere Vorstellungen – Puristen hassen jede Beeinflussung des Originals, der eine mag es mehr bassbetont, der andere mehr höhenbetont, je nach Musikstück und Leistungsfähigkeit der Wiedergabetechnik. Auch das Alter spielt eine Rolle, bereits kurz nach der Jugendzeit nimmt die Fähigkeit, hohe Frequenzen zu hören, stetig ab, womit eine Klangkorrektur nötig wird, um den gewohnten Klangeindruck wiederherzustellen. Auch das Hörmaterial spielt eine große Rolle: Rockmusik stellt andere Anforderungen als klassische Musik oder gar Sprache.

Um den Wiedergabeeindruck (Klangbild) einer Tonquelle auf seine persönlichen Bedürfnisse anzupassen, ist also eine Klangeinstellung erforderlich, die in der Regel zwischen der Quelle und der Endstufe geschaltet ist. Neben der Klangeinstellung ist natürlich auch die Einstellung von Lautstärke und Balance von Bedeutung.

Während früher industriell gefertigte Geräte wie Radios oder Hi-Fi-Anlagen über „Höhen- und Tiefenregler" sowie mehr oder weniger umfangreiche, schaltbare Zusatzfilter, man denke nur an das berühmte „Formantfilter" (betont durch eine spezielle Filteranordnung die spezifischen Klang-Eigenheiten bestimmter Instrumente), verfügten, sind moderne Geräte

Technische Daten

Spannungsversorgung:	12–15 V_{DC}
Stromaufnahme:	max. 40 mA
Eingangsspannung:	max. 1 V_{eff} (Low-Pegel)
	max. 2,8 V_{eff} (High-Pegel)
Ausgangsspannung:	max. 0,8 V_{eff}
Lautstärkeregelbereich:	75 dB
Klangeinstellung:	Tiefen/Höhen (± 15 dB)
Klirrfaktor:	typ. 0,06 %
Kanaltrennung:	>75 dB
Signal/Rauschabstand:	80 dB
Sonstiges:	Potentiometerachse = 4 mm
Abmessungen:	64 x 116 mm



Blaue Linie = Klangregelpotis in Mittelstellung
Rote Linie = Klangregelpotis auf Rechtsanschlag (Maximum)
Grüne Linie = Klangregelpotis auf Linksanschlag (Minimum)

Bild 1: Frequenzgang bei verschiedenen Poti-Einstellungen

meist (auch zusätzlich) mit einer elektronischen Equalizerschaltung bestückt, die feste Frequenzgänge für bestimmte Wiedergabeinhalte oder Wiedergaberäume vorgibt oder einstellbar macht.

Bei (einfachen) Eigenbaugeräten wie etwa den derzeit so beliebten Boomboxen oder anderen Verstärkern hingegen genügt die herkömmliche „Klangregelung" mit Einstellmöglichkeiten für Höhen, Tiefen, Balance und Lautstärke, die auch dank fertig konfektionierter ICs recht einfach und betriebssicher aufzubauen ist. Während die ersten Generationen dieser ICs nicht gerade durch Rauschfreiheit auffielen – hier hatten lange Zeit diskrete Schaltungen die Nase vorn –, haben modernere und inzwischen bewährte Vertreter dieser Gattung wie der hier zum Einsatz kommende LM1036 diesen Makel längst nicht mehr. Sie lassen sich problemlos einsetzen und senken den Bauaufwand für einen kompletten Einstellbaustein erheblich.

Ein solcher ist die KLS1. Bestückt mit ebendiesem LM1036, lassen sich Höhen, Tiefen, Stereo-Balance und Lautstärke einstellen. Zusätzlich ist eine gehörrichtige Lautstärkeeinstellung („Loudness", siehe „Elektronikwissen") integriert.

Über Jumper ist die Eingangsempfindlichkeit der Schaltung an die jeweilige Quelle anpassbar, dies sorgt ebenso für eine universelle Einsetzbarkeit wie der Betriebsspannungsbereich von 12 bis 15 V. Großes Augenmerk wurde bei der Entwicklung der Schaltung auch auf den Schutz vor Störeinstrahlung gelegt.

Der Aufbau erfolgt komplett mit bedrahteten Bauteilen, so stellt der Nachbau auch den Elektronik-Einsteiger vor keinerlei Probleme – zusammen mit einer passenden Bausatz-Endstufe kommt man so schnell und sicher zu einem gut funktionierenden Erstlingswerk!

Wie wirksam die möglichen Einstellungen der KLS1 sind, zeigt Bild 1 mit den aufgezeichneten Frequenzgängen über den Hörbereich bei verschiedenen Poti-Stellungen.

Schaltung

Bild 2 zeigt die übersichtliche Schaltung der Klangregelstufe. Die eigentliche Klangeinstellung erfolgt mit einem speziellen NF-Baustein (IC 1) vom Typ LM1036. Die Einstellungen (Lautstärke, Balance, Tiefen und Höhen) werden über spannungsgesteuerte Eingänge vorgenommen (Pin 4, Pin 9, Pin 12 und Pin 14). Die Spannungssteuerung bringt einen wesentlichen

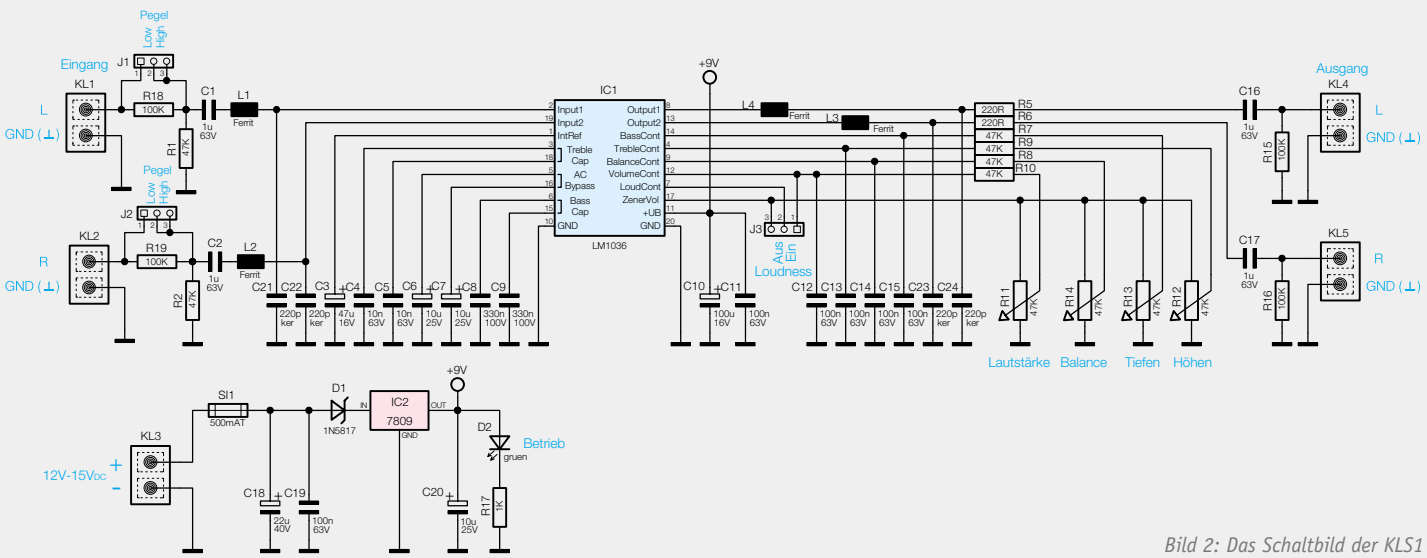


Bild 2: Das Schaltbild der KLS1

Vorteil mit sich – die Einstellpotis (R 11 bis R 14) können einfache und preiswerte Mono-Potentiometer sein. Das typische „Kratzen“, das z. B. bei verstaubten Potentiometern in herkömmlicher Technik auftritt, entfällt hier ebenso wie Gleichlaufprobleme herkömmlicher Stereo-Potentiometer oder Störeinflüsse durch Poti-Zuleitungen.

Die Eingangssignale an den Klemmen KL 1 (L) und KL 2 (R) können mithilfe der Spannungsteiler (R 18/R 1 und R 19/R 2) bei Bedarf abgeschwächt und so an verschiedene Eingangspegel angepasst werden. Mit den Jumpern J 1 und J 2 kann man zwischen Low- und High-Pegel wählen.

Über C 1, L 1 und C 2, L 2 gelangen die Eingangssignale auf die Signaleingänge (Pin 2, 19) von IC 1. Die Ferritdrosseln L 1 und L 2 bilden zusammen mit den Kondensatoren C 21 und C 22 einen Tiefpass, um HF-Einstrahlungen abzublocken. In gleicher Weise werden die Ausgangssignale von Output 1 und Output 2 mit L 4, C 24 und L 3, C 23 gefiltert, bevor die Signale über R 5 und R 6 sowie die Koppelkondensatoren C 16 und C 17 auf die Anschlussklemmen KL 4 und KL 5 gelangen.

Mit dem Jumper J 3 kann eine Loudness-Funktion (siehe „Elektronikwissen“) aktiviert werden, die eine gehörrichtige Lautstärkekorrektur vornimmt.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über die Anschlussklemme KL 3. Die Betriebsspannung sollte in einem Bereich von 12 VDC bis 15 VDC liegen, sie braucht nicht stabilisiert zu sein, da der Spannungsregler IC 2 die Versorgungsspannung für IC 1 auf 9 V stabilisiert. Als optische Betriebsspannungskontrolle dient die Leuchtdiode LED D 2.

Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich recht einfach und ist dank des Einsatzes bedrahteter Bauteile sowohl für Anfänger als auch für erfahrene Elektroniker geeignet.

Die Bauteile werden von der Platinenoberseite (Bestückungsseite) bestückt und anschließend auf der Platinenunterseite verlötet. Auf der Platinenunterseite sind anschließend die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden.

Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile, also den Widerständen. Deren Anschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt, bestückt und verlötet.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die Kondensatoren bestückt. Bei den Elkos ist dabei auf die richtige Polung zu achten. Der Minuspol ist am

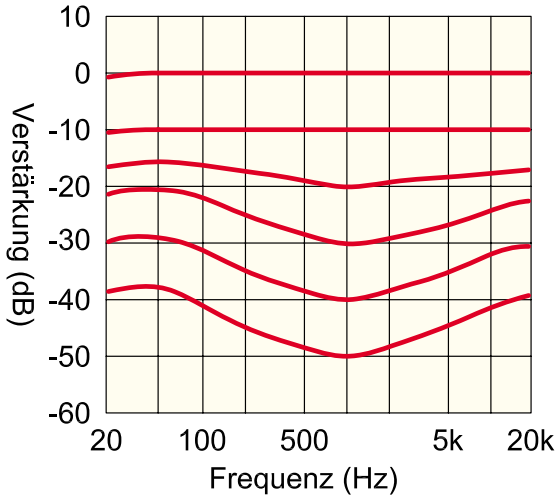
Elektronikwissen

„Loudness“ – gehörrichtige Lautstärkeregelung

Je nach Wiedergabelautstärke haben wir ein unterschiedliches spektrales Hörempfinden für das Gesamt-Klangbild: Je leiser die Wiedergabe ist, desto mehr fehlen scheinbar Höhen und vor allem Tiefen im Frequenzgemisch – die Lautstärkewahrnehmung ist frequenz- und pegelabhängig, unser Gehör ist vor allem für tiefe Frequenzen bei geringen Pegeln weniger empfindlich. Entsprechend klingt etwa ein bei einem bestimmten Hörpegel aufgenommenes Musikstück „flach“, wenn es nur mit geringer Lautstärke abgespielt wird, ja, es kann sogar vorkommen, dass bestimmte Frequenzen aus dem Klangbild ganz verschwinden.

Um nicht bei unterschiedlichen Hörlautstärken ständig die Klangeinstellung z. B. einer Hi-Fi-Anlage bedienen zu müssen, wurde die sogenannte gehörrichtige Lautstärkeregelung entwickelt. Dabei wird der Frequenzgang entsprechend der Einstellung der Lautstärke so verändert, dass Höhen und Tiefen um einen pegelabhängigen Betrag angehoben werden (siehe Grafik rechts). Dabei werden die Tiefen jeweils etwas stärker angehoben als die Höhen. Für eine exakte gehörrichtige Lautstärkeeinstellung gibt es eine Norm, die ISO 226-2003.

Früher konnte man bei Wiedergabegeräten Filter per Taste zuschalten (z. B. „Loudness“, „Leiser“, „Contour“ genannt). Dies war allerdings relativ unexakt, da die Filtercharakteristik hier fest eingestellt war und man also bei unterschiedlichen Lautstärken das Filter jeweils zu- oder abschalten musste.



So erfolgt die Loudness-Korrektur beim LM1036. Man erkennt, dass bei kleinen Signalpegeln tiefe und hohe Frequenzen angehoben werden.

Später wurden hochwertige, logarithmische Lautstärkepotentiometer mit mehreren Abgriffen eingesetzt, an die Filternetzwerke angeschlossen waren, die bei bestimmten Lautstärkeeinstellungen mehr oder weniger wirksam wurden. Auch diese Methode ist nicht immer wirkungsvoll, da sie das tatsächliche Klangspektrum ebenfalls nicht auswertet.

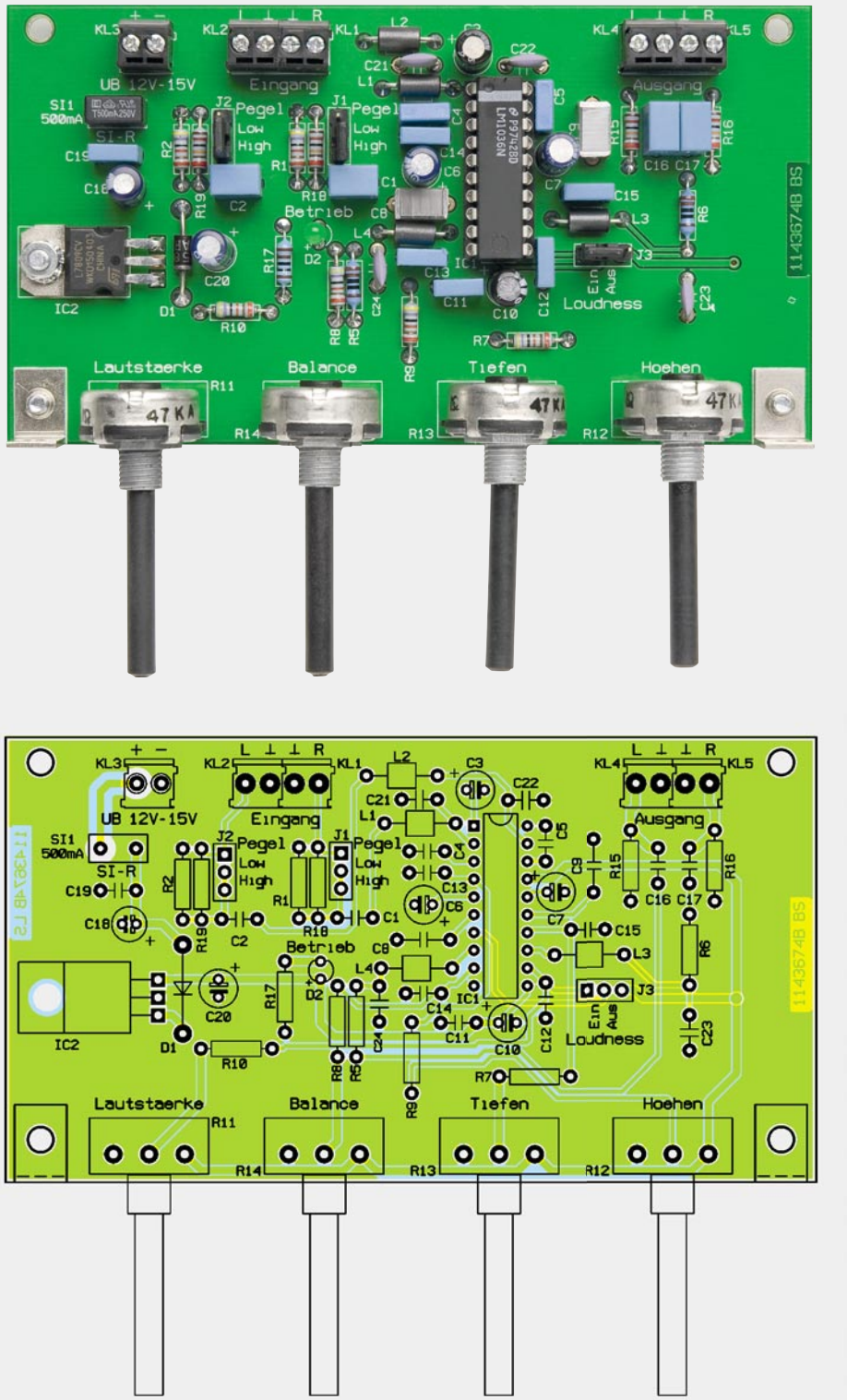
Mit dem Einzug elektronischer Klang-Einstellbausteine konnte diese Funktion wesentlich eleganter und wirksamer in die Einstell-Algorithmen der elektronischen Filterstufen eingebunden werden. Während einfache Einstellbausteine weitgehend ebenso global wirken wie o. g. Potentiometer, werten dagegen volldigitale Klangprozessoren das Klanggemisch auch frequenzselektiv aus und stellen die Hörkurve entsprechend ein.

Elkogehäuse gekennzeichnet (Strichmarkierung oder aufgedrucktes „-“-Zeichen). Auf der Platine hingegen ist der Pluspol (+) markiert. Beim dann folgenden Bestücken der Halbleiter (ICs und Dioden) ist ebenfalls auf die richtige Polung bzw. Einbaulage zu achten. Eine gute Orientierungshilfe gibt hierbei auch das Platinenfoto.

Der Spannungsregler IC 2 wird liegend montiert und vor dem Verlöten mit einer Schraube M3 x 5, Fächerscheibe und Mutter befestigt. Die Anschlussdrähte sind zuvor in einem Abstand von ca. 3 mm zum IC-Gehäuse abzuwinkeln.

Die Polung der Leuchtdiode D 2 ist durch den etwas längeren Anschlussdraht (Anode +) gekennzeichnet. Bei Bedarf kann die LED auch abgesetzt von der Platine montiert werden, wobei dann die Anschlüsse durch Leitungen verlängert werden müssen.

Zum Schluss werden die mechanischen Bauteile (Buchsen und Stiftleisten für die Jumper) sowie die Einstellpotentiometer eingesetzt und verlötet.



Platinenfoto der komplett bestückten Platine mit dem zugehörigen Bestückungsplan

Inbetriebnahme

Das Hauptanwendungsgebiet der Klangregelstufe ist, wie in Bild 3 dargestellt, der Einsatz mit einer Endstufe. Die NF-Verbindungen müssen aus abgeschirmten Leitungen bestehen, um äußere Störeinstrahlungen (z. B. „Netzbrumm" 50 Hz) zu minimieren. Die Abschirmung wird hierbei immer mit Masse/GND verbunden.

Das Netzteil sollte eine Versorgungsspannung im Bereich von 12 V bis 15 V liefern, und, angepasst an die Verstärkerleistung, auch einen entsprechend hohen Strom.

Möchte man die Platine direkt hinter einer Frontplatte befestigen, empfiehlt es sich, die Bohrungen in der Frontplatte entsprechend dem Durchmesser des Potentiometer-Gewindes zu wählen. Im Normalfall braucht die Platine nicht zusätzlich befestigt zu werden und wird durch die in der Frontplatte verschraubten Potis „gehalten". Da die Platine dann aber allein durch die Lötstellen der Potentiometer gehalten wird, empfiehlt sich unbedingt die zusätzliche Befestigung mit zwei Befestigungswinkeln.

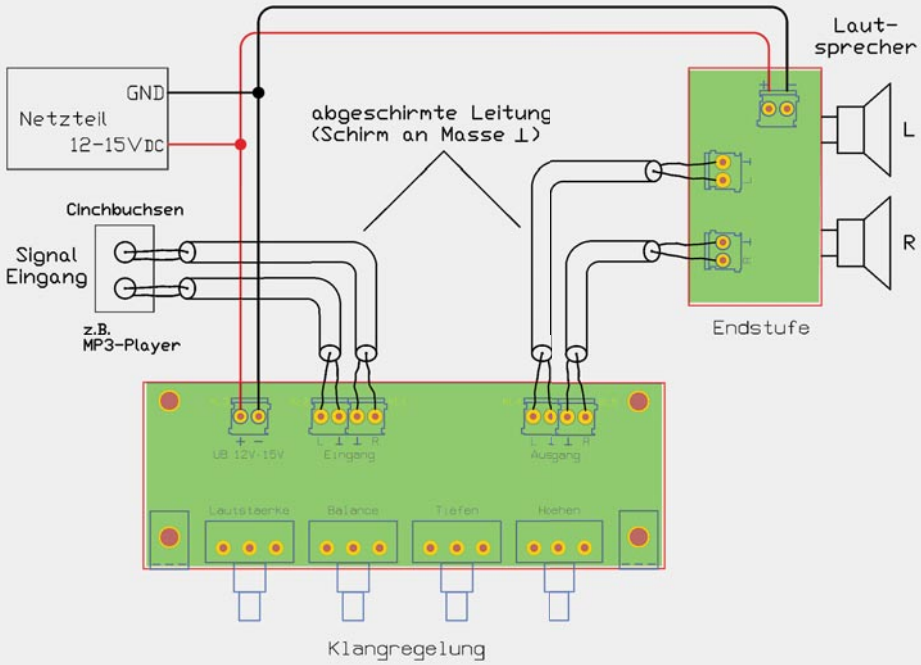


Bild 3: So erfolgt die Einbindung der KLS1 in eine Verstärkeranlage.

Wenn man diese Befestigungsform wählt, ergibt sich ein kleiner Nachteil – die Befestigungsmuttern der Potis sind sichtbar. Dies kann „retuschiert" werden, indem man Drehknöpfe mit möglichst großem Durchmesser verwendet, die dann die Mutter abdecken. Manche Drehknöpfe sind direkt auf diese Montageart ausgerichtet, indem sie so weit auf die Achse aufgesetzt werden, dass die Mutter komplett überdeckt wird und man diese auch von der Seite nicht mehr sehen kann.

Alternativ ist auch die individuelle Befestigung der Leiterplatte innerhalb des Gehäuses denkbar, sodass die Platine mit etwas Abstand zur Frontplatte montiert wird. In diesem Fall würde man die Ausbohrungen in der Frontplatte so bemessen, dass sie nur einen geringfügig größeren Durchmesser als die Achsen selbst aufweisen. Diese Bohrungen dienen dann lediglich als Achsführungen, und es ist auch die optisch ansprechende Montage kleinerer Drehknöpfe möglich.

Die in dieser Schaltung verwendeten Potis weisen einen Achsdurchmesser von 4 mm auf. Möchte man Drehknöpfe verwenden, die eigentlich für 6-mm-Achsen vorgesehen sind, muss ein spezieller Adapter von 4 auf 6 mm verwendet werden (siehe Bild 4). In Bild 5 sind zudem einige passende Drehknöpfe aus dem ELV-Sortiment zu sehen.

Stückliste

Widerstände:

220 Ω	R5, R6
1 kΩ	R17
47 kΩ	R1, R2, R7–R10, R18, R19
100 kΩ	R15, R16
Poti, 4mm, 47 kΩ	R11–R14

Kondensatoren:

220 pF/ker	C21–C24
10 nF/400 V	C4, C5
100 nF/63 V/MKT	C11–C15, C19
330 nF/100 V	C8, C9
1 µF/63 V/MKT	C1, C2, C16, C17
10 µF/25 V	C6, C7, C20
22 µF/40 V	C18
47 µF/16 V	C3
100 µF/16 V	C10

Halbleiter:

LM1036	IC1
7809	IC2
SB120 (1N5817)	D1
LED, 3 mm, Grün	D2

Sonstiges:

Dämpfungsperle, bedrahtet, 6 mm	L1–L4
Kleinstsicherung 500 mA, 250 V, träge	SI1
Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL1–KL5
Stiftleiste, 1x 3-polig, gerade, print	J1–J3
Jumper	J1–J3
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
2 Befestigungswinkel, vernickelt	

Bild 4: Knopfreduzierstück 4–6 mm

Bild 5: Verschiedene Drehknöpfe