

10.2.3 Mischstufe

Die meisten Gitarrenverstärker haben mehr als einen "Kanal", d.h. es gibt mehrere Eingangsbuchsen, die unterschiedlichen Verstärkerzweigen zugeordnet sind. Diese Zweige unterscheiden sich im Klang, in der Verzerrung, und/oder in den zuschaltbaren Effekten. Alle Verstärkerzweige münden aber in denselben Endverstärker, und dazu müssen ihre Signale addiert werden. Anstelle von Addieren ist auch "Mischen" üblich, wobei hiermit aber nicht die in der HF-Technik gebräuchliche Bedeutung Frequenzumsetzung gemeint ist. **Mischen = Addieren.**

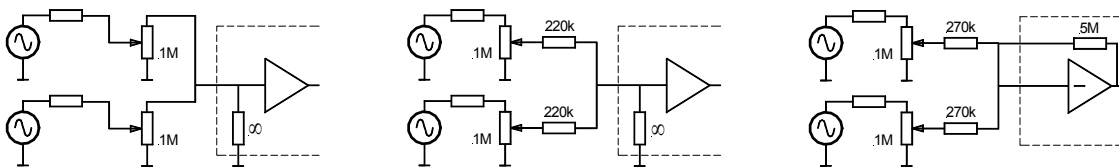


Abb. 10.2.17: Schaltungskonzepte zur Signal-Addition: Revers-Mode, Standard-Mode, Aktiv-Mode (v.l.n.r.).

In **Abb. 10.2.17** sind drei häufig verwendete Schaltungskonzepte dargestellt. Der sog. Revers-Mode ist vor allem in den Verstärkern der Anfangszeit zu finden; er wurde bald durch den Standard-Mode abgelöst. Ein genereller Nachteil aller passiven Mischstufen ist die gegenseitige Beeinflussung der Potentiometer: Hat man in einem Kanal (z.B. CH1) das Potentiometer ganz aufgedreht ($\alpha = 100\%$), und dreht nun das Potentiometer des zweiten Kanals ebenfalls voll auf ($\beta = 100\%$), so wird hierdurch das Verstärkungsmaß des ersten Kanals um bis zu 6dB reduziert, weil sich die Kanäle gegenseitig belasten. In **Abb. 10.2.18** ist diese Beeinflussung in Abhängigkeit von der Schleiferstellung des kontralateralen Potentiometers (β) dargestellt.

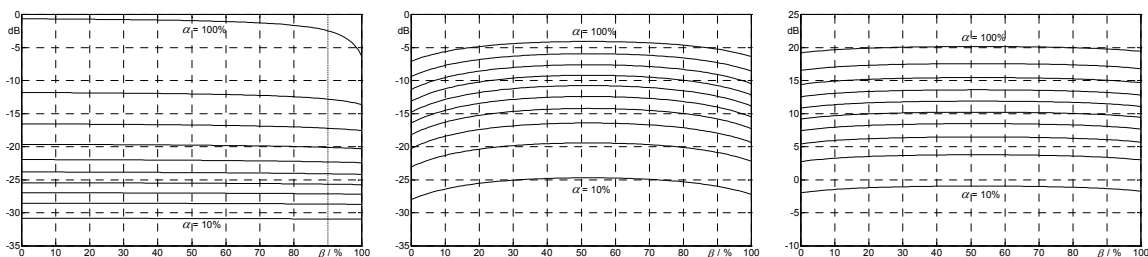


Abb. 10.2.18: Gegenseitige Beeinflussung der beiden Potentiometer; $\alpha = \text{CH1}$, $\beta = \text{CH2}$. Bildzuordnung wie in Abb. 10.2.17. Potentiometer = 1 M Ω , Mischwiderstände = 220 k Ω bzw. 270 k Ω . Passiv-Modi: Verstärkung bis zum Summierpunkt. Aktiv-Mode: Verstärkung incl. Röhrenstufe ($v = -50$).

Die Innenwiderstände der Quellen, die beim Triodenverstärker in Kathoden-Basis-Schaltung ca. 40 k Ω betragen (Röhre // Anodenwiderstand), wirken bei aufgedrehten Potentiometern auf die Gegenseite und bedämpfen deren Signal. Im **Standard-Mode** wird diese Wirkung durch zusätzliche Summierwiderstände (in Reihe zum Schleifer) verringert. Beim Deluxe 6G3 sind an dieser Stelle 220-k Ω -Widerstände eingebaut, es gibt aber auch Verstärker, die 470 k Ω verwenden (z.B. Bassman 6G6). Größere Summierwiderstände ergeben bessere Unabhängigkeit, als Nachteile sind aber höheres Rauschen und schlechtere Höhenwiedergabe zu erwarten. Bei der dritten Variante, dem **Aktiv-Mode**, verringert ein Gegenkopplungswiderstand sowohl das Verstärkungsmaß, als auch den Eingangswiderstand (Strom-Spannungs-Gegenkopplung). Mit hoher Schleifenverstärkung und starker Gegenkopplung könnte hiermit der kontralaterale Einfluss praktisch vollständig eliminiert werden, beim typischen Röhrenverstärker mit $v = -$ (30 ... 50) verbleibt ebenfalls eine kleine Abhängigkeit, die aber in der Praxis nicht stört. Als weitere Auswirkung der Gegenkopplung verringern sich maximale Verstärkung und Klirrfaktor.

Aktive Mischstufen sind bei Gitarrenverstärkern eher selten: In Fender-Verstärkern tauchen sie Mitte der 50er-Jahre auf (5E4, 5E5-A, 5D6-A), um kurz darauf wieder zu verschwinden. Mit Abstand am häufigsten kommt der Standard-Mode zum Einsatz, mit Mischwiderständen von 220 – 470 k Ω . Maßvolles Verkleinern der Mischwiderstände bringt praktisch keinen Gewinn bei der Verstärkung, erhöht aber die obere Grenzfrequenz (und verschlechtert die gegenseitige Beeinflussung). In Mittelstellung der Potentiometerschleifer beträgt der Quellwiderstand, den das Röhrgitter "sieht", ungefähr $(P/4 + R)/2$, mit P = Potentiometerwiderstand und R = Mischwiderstand; typische Werte für diesen Quellwiderstand sind ca. 250 k Ω . Zusammen mit der Röhren-Eingangskapazität, die wegen des Miller-Effekts bis zu 150 pF betragen kann, ergibt sich ein **Tiefpass** erster Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 4 – 8 kHz. Dem damit einhergehenden leichten Brillanzverlust wird bei einigen Verstärkern mit einem **Überbrückungs-Kondensator** begegnet, der Potentiometer und/oder Mischwiderstand überbrückt – allerdings nur in einem Kanal, sonst würde sich die Wirkung reduzieren. Der derart modifizierte Kanal wird dann gerne mit "Bright" oder "Treble" oder "Instrument" bezeichnet, der verbleibende andere Kanal mit "Standard" oder "Normal".

Bei **Marshall's JTM-45**, einem Gitarrenverstärker aus den Anfängen der 60er-Jahre, erfolgt die Signaladdition zunächst über zwei 270-k Ω -Widerstände – wie beim Fender-Vorbild. Bald vollzieht sich aber ein Wechsel zu 470-k Ω -Widerständen, und dabei bleibt es über mehrere Modellgenerationen. Um den damit verbundenen Höhenverlust zu kompensieren, werden Überbrückungskondensatoren eingebaut, deren Werte modellspezifisch variieren. Die frühen Marshall-Verstärker gab es für Gitarre (Lead), für Orgel (Organ), für Bass und als PA; die Kondensatorwerte änderten sich, die Widerstandswerte auch.

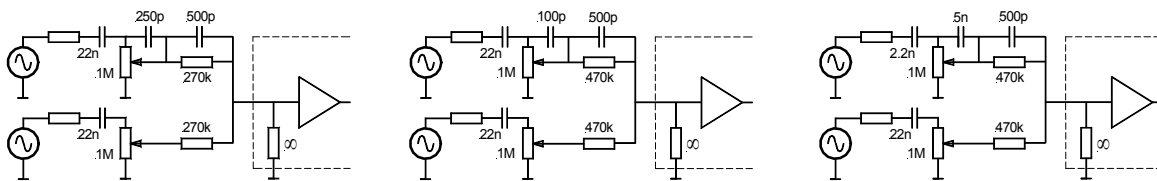


Abb. 10.2.19: Marshall-Verstärker, verschieden dimensionierte Addierstufen.

Abb. 10.2.19 zeigt drei Versionen der Addierstufe, für deren erste in Abb. 10.2.20 die Frequenzgänge dargestellt sind. Die grau hinterlegten Flächen zeigen die gegenseitigen Interaktionen der Volume-Potentiometer. Je nach Position in der Hierarchie der Marshallisten lässt sich das als geniale Mannigfaltigkeit interpretieren, oder als grauenhafter Schaltungs-Murks.

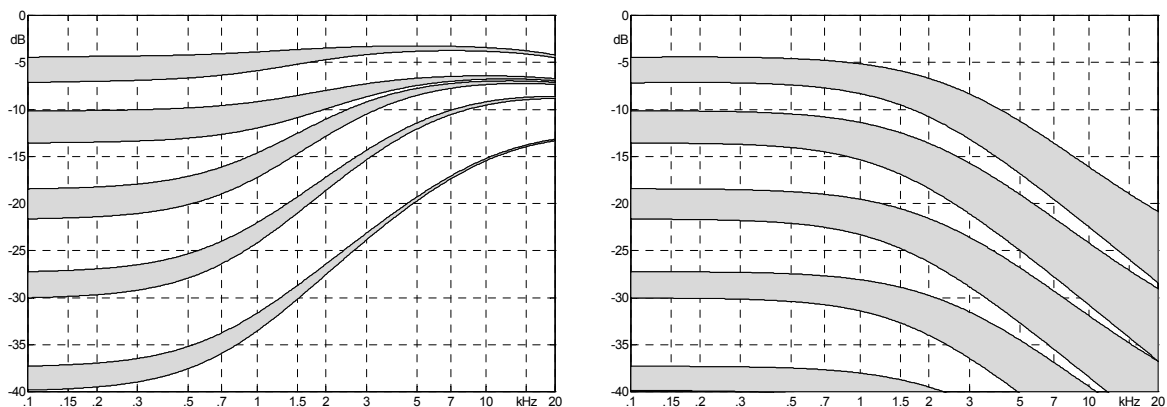


Abb. 10.2.20: Marshall JTM-45, Addierstufe. Links: Frequenzgang des Treble-Kanals, rechts: Normal-Kanal. Die grauen Bereiche geben die gegenseitige Beeinflussungen der Volume-Potentiometer an.

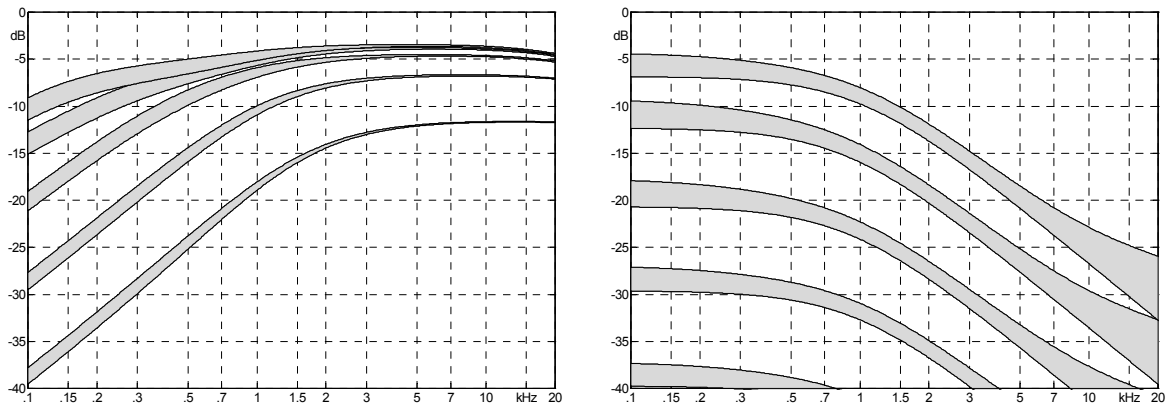


Abb. 10.2.21: Marshall Typ 1987, Addierstufe. Links: Frequenzgang des Treble-Kanals, rechts: Normal-Kanal. Die grauen Bereiche geben die gegenseitige Beeinflussungen der Volume-Potentiometer an.

In **Abb. 10.2.21** sind die Frequenzgänge für die in **Abb. 10.2.20** rechts gezeichnete Schaltung dargestellt. Der Wechsel zu dem ungewöhnlich großen 5-nF-Kondensator ergibt eine spezielle Tiefenabsenkung, im üblicherweise verwendeten oberen Drehbereich arbeitet das Volume-Poti des Treble-Kanals fast nur noch als einstellbarer Bass-Cut. Und wie man hört, mit Erfolg. Eine zusätzliche Tiefenabsenkung bewirkt der auf 2.2 nF verkleinerte Koppelkondensator, und da anscheinend hiermit der Klang immer noch nicht aggressiv genug war, wurde in der zweiten Röhre der Kathodenwiderstand kapazitiv überbrückt. Aber nicht, wie bei Fender üblich, mit einem Elko, sondern mit einem 680-nF-Kondensator (**Abb. 10.2.22**). Bei hohen Frequenzen arbeitet diese Röhre folglich mit maximaler Verstärkung, bei tiefen Frequenzen erfolgt eine leichte Gegenkopplung. Einige Marshall-Verstärker hatten einen weiteren Kondensator zur Überbrückung des Kathodenwiderstandes der Vorröhre, einige verzichteten aber auch gänzlich auf Kathoden-Kondensatoren. Es gibt eben weder "die" Marshall-Schaltung, noch "den" Marshall-Sound.

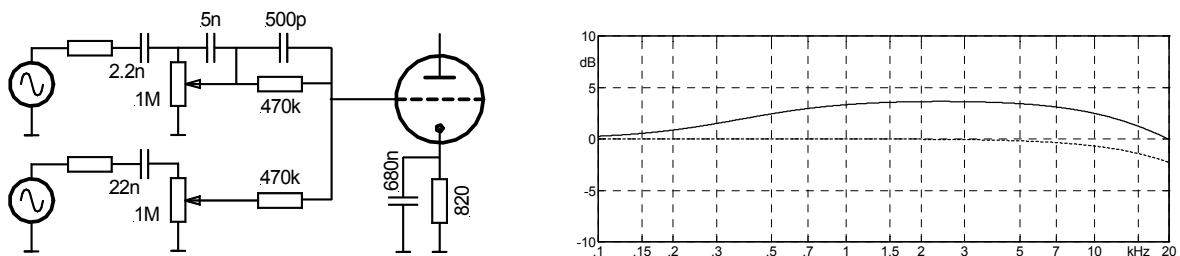


Abb. 10.2.22: Links: Kapazitiv überbrückter Kathodenwiderstand im Marshall-Verstärker Typ 1987 / 1959. Das rechte Bild zeigt die vom Kathodenkondensator bewirkte Höhenanhebung.