

10.8.5.4 Tube-Screamer (Ibanez)

Ob man den Tube-Screamer als Verzerrer, Overdriver oder Treble-Booster bezeichnen will, ist Geschmackssache – feste Regeln gibt's da nicht. Das zwischen Gitarre und Verstärker zu schaltende Gerät enthält drei Baugruppen: Einen Transistor-Impedanzwandler, einen Verzerrer mit Tiefenabsenkung, sowie ein Klangfilter. **Abb. 10.8.34** zeigt die um einen Analog-OP gruppierten Verzerrerkomponenten. Der Eingangshochpass soll einen definierten AP garantieren, seine Grenzfrequenz ist so niedrig, dass sie im Frequenzgang keine Bedeutung hat. In der OP-Gegenkopplung liegen die für die Verzerrung maßgeblichen Dioden. Für sehr kleine Signalamplituden kann man ihre Wirkung vernachlässigen, dann wirkt die Schaltung als Verstärker mit 720 Hz Hochpassgrenzfrequenz. Sobald aber die Diodenspannung so groß wird, dass ein (gegenüber dem Potentiometer) wesentlicher Flusstrom fließt, beginnen nichtlineare Verzerrungen, die am Potentiometer anliegende Spannung wird begrenzt. Da sich aber die Ausgangsspannung aus zwei Teilen zusammensetzt (Potentiometer-Spannung und Spannung am RC-Zweipol), wird der verzerrten Spannung auch ein Teil des unverzerrten Signals überlagert. Dies ist die Besonderheit des Tube-Screamers: Er verzerrt nicht nur, er mischt auch etwas Originalsignal hinzu. Man erhält ein leichter zu interpretierendes Ersatzschaltbild, wenn man die Ausgangsspannung nicht auf Masse bezieht, sondern auf die Eingangsklemme, und zum Ausgleich die Eingangsspannung invertiert zum Ausgangssignal addiert (unteres Bild).

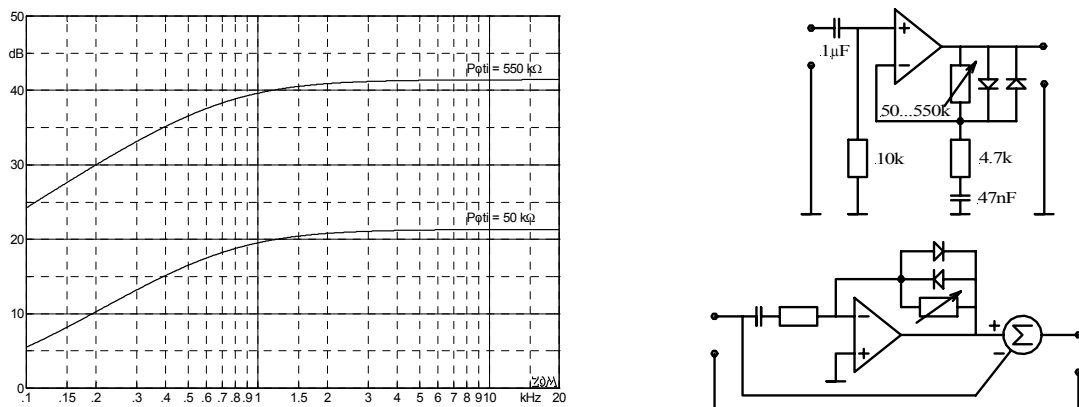


Abb. 10.8.34: Tube-Screamer: Kleinsignalfrequenzgang und Schaltbild des Verzerrers.

Hier sieht man, dass das Ausgangssignal aus zwei Teilen besteht: Der invertierten Eingangsspannung, und der (ebenfalls invertierten) hochpassgefilterten, verstärkten und verzerrten Eingangsspannung. Die gleiche Erkenntnis gewinnt man natürlich auch, wenn man beim Maschensatz die OP-Eingangsdifferenzspannung zu null annimmt.

Mit dem **Potentiometer** kann die Grundverstärkung im Verzerrerkreis eingestellt werden, nicht aber das verzerrte Ausgangssignal. Und auch nicht das unverzerrte Signal. Somit ist bei vorgegebenem Eingangssignal die Balance aus verzerrtem und unverzerrtem Ausgangssignal fest vorgegeben – sie kann ohne Eingriffe in die Schaltung nicht verändert werden. Möchte man den Anteil des verzerrten Signals vergrößern, könnte man z.B. anstatt zwei Dioden vier verwenden: Je zwei in Reihe, und diese beiden Reihenschaltungen antiparallel. Verschaltet man in eine Richtung eine Diode, und in die Gegenrichtung derer zwei, entsteht eine unsymmetrische Signalbegrenzung, deren Klang etwas voller, durchsetzungsstärker ist als der einer punktsymmetrischen Kennlinie. Was man letztendlich bevorzugt, ist Geschmackssache, und im Zweifelsfall für ganz wenig Geld zu ändern. Und wenn man schon Dioden tauscht: Eine Mischung aus Ge- und Si-Dioden kann ebenfalls sehr reizvoll klingen, und sogar LEDs werden von Marshall und Co. inzwischen zum Verzerrern verwendet.

In **Abb. 10.8.35** sind für drei verschiedene Aussteuerungen die Zeitfunktionen der OP-Ausgangsspannung dargestellt. Gut zu erkennen ist die Phasenverschiebung, die nicht vom Eingangs-Hochpass kommt, sondern vom 4.7-k Ω -47-nF-Zweipol. Das rechte Bild zeigt eine Verzerrungsart, die unbedingt zu vermeiden ist: Ein Durchbrechen auf die gegenüberliegende Grenzspannung. Die genaue Ursache (Latch-up?) soll hier gar nicht untersucht werden, wenn das passiert, muss ein anderer OP verwendet werden. Die hier gezeigten Kurven wurden mit einem TL-072 gemessen, der als FET-OP offensichtlich anfällig für derartige Effekte ist. Wobei man zur Ehrenrettung dieses eigentlich sehr guten Analog-ICs sagen muss, dass dieser Effekt erst bei ziemlich großer Aussteuerung auftritt. Wenn's aber dazu kommt, ist der Klang so fürchterlich, dass er wohl nur für Spezialfälle brauchbar ist.

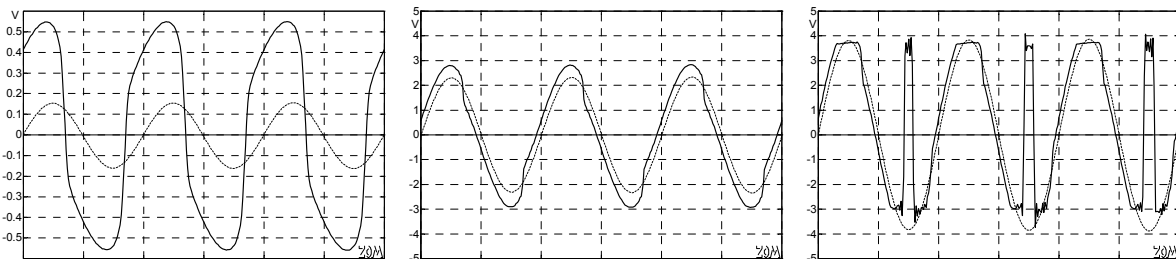


Abb. 10.8.35: Zeitfunktionen für unterschiedlich starke Aussteuerung ($f = 500$ Hz). $U_{\text{Batt}} = 9$ V.

B.C. Meiser listet in seinem lesenswerten G&B-Artikel (11/01) mehrere OP-Typen auf, die sich zum Betrieb im Tube-Screamer eignen (z.B. NE 5532). Und er weist darauf hin, dass der NJM 4558 ungeeignet ist. Ein Grundproblem aller Vorschaltgeräte ist, dass sie mit kleinen Batteriespannungen auskommen müssen. Die für den TL-072 empfohlene **Betriebsspannung** beträgt 30 V, im Tube-Screamer stehen aber nur 9 V zur Verfügung. Und auch nur bei neuer Batterie. Zwar erlauben die OP-Hersteller auch kleinere Betriebsspannungen, kein Datenblatt gibt aber gerne Auskunft, welche Parameter sich dabei verschlechtern. Wenn für die Betriebsspannung des LM 1458 der Bereich zwischen 10...36 V spezifiziert wird, sind 9 V halt schon zu wenig. Der NJM 4558 soll ab 8V funktionieren, aber wie gut? In einigen Datenblättern steht: ab 12 V, beim Texas RC 4558 findet man: ab 10 V. Für die Slewrate findet man beim NJM 4558 = 1V/ μ s, beim RC 4558 = 0.5 V/ μ s, beim MC 4558 = 1.5 V/ μ s. Alle diese Werte sind aber nur für 30 V Betriebsspannung spezifiziert, nicht für 9 V. Wie gut bzw. wie schlecht ein OP bei 9 V funktioniert, findet man nur heraus, wenn man ihn ausprobiert – Datenblätter geben hierüber zu wenig Informationen. Und dann ist natürlich noch zu berücksichtigen, dass die im Tube-Screamer praktizierte Übersteuerung von den OP-Herstellern ja ursprünglich als verboten angesehen wurde. Dass ein OP auch bei Übersteuerung gut klingen muss, hat sich erst sehr spät herumgesprochen. Deshalb: Ausprobieren, diese ICs kosten nicht viel.

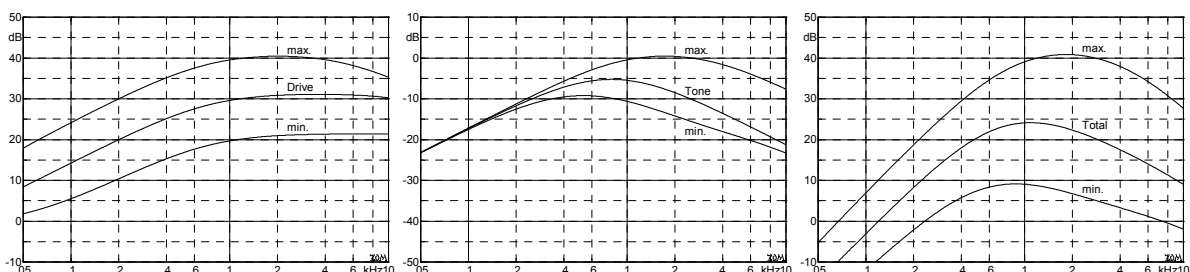


Abb. 10.8.36: Tube-Screamer-Frequenzgänge: Verzerrer, Klangfilter, Gesamtschaltung. Die Übertragungsfunktion des Klangfilters ist leicht berechenbar, wenn man die OP-Eingangsbeschaltung Stern-Dreieck-transformiert.