

# Gitterstrom bei Trioden

Manfred Zollner

In vielen Gitarrenverstärkern werden die Röhren oft übersteuert, d.h. außerhalb ihres lehrbuchmäßigen Bereichs betrieben. Das oft zitierte Dogma, Verstärkerröhren seien in ihrem Eingangskreis sehr hochohmig, verliert in diesem Betriebszustand seine Gültigkeit: Der Eingangswiderstand bemisst sich dann nicht mehr nach  $M\Omega$ , sondern kann Werte um (oder sogar kleiner als)  $1\text{ k}\Omega$  erreichen. Die Folge sind einseitige Signalbegrenzungen (Verzerrungen, deshalb macht man's ja), sowie Potentialverschiebungen bei Koppelkondensatoren, und als deren Konsequenz Sperrverzerrungen (Blocking Distortion). Reihenuntersuchungen an 74 Trioden (ECC83 bzw. 12AX7) zeigten allerdings, dass die Röhreneigenschaften bei dieser Betriebsform starke Streuungen aufweisen – die einsetzenden Gitterströme sind sehr unterschiedlich, die damit einhergehenden Verzerrungen auch. Es verwundert deshalb nicht, dass Gitarristen einzelnen Röhren einen speziellen Sound zuschreiben. Dessen Ursache ist jedoch nicht im Frequenzgang zu suchen ("druckvolle Bässe, jede Menge Treble"), sondern in der individuellen Verzerrungscharakteristik der Röhren. Die fertigungsbedingt stark streut – und zu wenig kontrolliert wird.

Als wichtigste Triodenparameter werden üblicherweise genannt: Steilheit, Innenwiderstand, Leerlaufverstärkung, sowie Anodenstrom und Gitterspannung im Arbeitspunkt. Eventuell auch noch Heizspannung und -strom, und Grenzparameter wie maximale Anodenverlustleistung und maximale Anodenspannung. Der Gitterstrom gehört nicht zu den als wichtig erachteten Parametern. Nur ganz selten findet man hierzu in Datenblättern Hinweise, und dann auch nur in der Form  $I_g < 0.2\text{ }\mu\text{A}$ . Daraus könnte man den Schluss ziehen, dass bei  $U_{gk} \approx 1\text{V}$  der Eingangswiderstand der Röhre mindestens  $5\text{ M}\Omega$  beträgt, und folglich als ausreichend hochohmig angesehen werden darf. Bei Gitarrenverstärkern, deren Röhren stark ausgesteuert werden, ist diese Betrachtung aber unzuverlässig – hier können auch viel kleinere Eingangswiderstände auftreten.

Gängige Triodenmodelle gehen von der Annahme aus, dass von der glühenden Kathode Elektronen durch das Steuergitter zur Anode fliegen. Statt "durch das Gitter" kann man auch sagen: "an den Gitterdrähten vorbei". Einige Elektronen treffen dabei aber direkt auf die Gitterdrähte, freunden sich mit ihrer neuen Umgebung an, und fließen als Elektronenstrom aus dem Gitter heraus. Mit üblicher Vorzeichendefinition (technische Stromrichtung) bedeutet das: in das Gitter fließt ein positiver Gitterstrom hinein. Solange das Gitterpotential negativ gegenüber der Kathode ist, versuchen die Elektronen aber, diesem Hindernis auszuweichen; sie fliegen lieber zur positiven Anode, die den weitaus größten Teil des Kathodenstroms aufnimmt. Doch sobald (bei Aussteuerung) Kathoden- und Gitterpotential ungefähr gleich groß werden, gewinnt das Gitter als Landeplatz an Attraktivität. Je positiver das Gitter, desto mehr Elektronen landen auf ihm. Mag der Gitterstrom unter irgendwelchen Datenblattbedingungen auch kleiner als  $0.2\text{ }\mu\text{A}$  sein, bei positiver Aussteuerung kann er auch größer als  $500\text{ }\mu\text{A}$  werden. Und unter diesen Bedingungen ist der Röhreneingang nicht mehr hochohmig, sondern überraschend niederohmig.

Die restlichen 9 Seiten sind als PDF downloadbar: [www.gitec-forum.de](http://www.gitec-forum.de)