



Ein Aufsatz zum Thema Audio-Verstärker

Die Röhre war gut - ein Plädoyer für den *richtigen* Verstärker

Audio-Transistorverstärker sind zu über 99% mit bipolaren Transistoren aufgebaut. Die Endstufen sind als Emitterfolger konstruiert und liefern den Lautsprecherstrom aus den Emittern. Dies trifft generell zu - vom Küchenradio bis zum High-End-Verstärker.

Gibt es noch eine Chance für die Röhre?

Das Äquivalent zum Emitterfolger wäre bei einem Röhrenverstärker ein Kathodenfolger, auch als Anodenschaltung bezeichnet. Aber alle bekannten Röhrenverstärker sind im Ausgang in Kathodenschaltung aufgebaut. Sie liefern den Lautsprecherstrom über einen Ausgangstransformator, meistens als Ausgangsübertrager bezeichnet, aus den Anoden der Endröhren.

Schon vor Einführung des Transistors gab es Versuche, Röhrenverstärker eisenlos, das heißt ohne Ausgangsübertrager und als Kathodenfolger aufzubauen. Vergleichbare Mängel wie bei handelsüblichen Transistorverstärkern, haben schon damals verhindert, dass diese Schaltungsvariante weiter angewandt wurde. Die Lautsprecher werden hier direkt an die Kathoden geklemmt. Dazu sind sehr kräftige Röhren erforderlich. Man hat sogar Senderöhren in Kilowatt-Dimension eingesetzt.

Heutige Versuche mit Kathodenfolgern gehen von der Auffassung aus, dass Röhrenverstärker, allein weil sie mit Röhren arbeiten, bereits besser seien als Transistorverstärker. Und wenn der Ausgangsübertrager, der als Klangschädling eingestuft wird, wegfällt, müsste das Ergebnis das Non plus Ultra sein.

Diese Annahme ist falsch! **Röhrenverstärker können allenfalls dann besser tönen, wenn der Lautsprecherstrom aus den Anoden kommt - und das, obwohl ein Ausgangsübertrager im Spiel ist.**

Machen es Transistoren besser?

Praktisch alle Röhrenverstärker liefern den Lautsprecherstrom aus den Anoden der Endröhren. Das entspricht dem Kollektor beim Transistor. Dennoch hat sich dies bei Transistorverstärkern nicht durchgesetzt. Das hat der Autor dieser Abhandlung nicht zu verantworten, hat ihn aber veranlasst, jahrelang darüber nachzudenken... Offenbar ist es entscheidend einfacher, mit Komplementär-Transistoren einen Emitterfolger zum Funktionieren zu bringen. Anscheinend ist es weitgehend unbekannt oder es wird ignoriert, dass die Emitterfolgerschaltung keine ideale Spannungsquelle ist und darum auch keine komplexen Lasten, besonders keine induktiven, fehlerfrei beherrschen kann.

Transistorverstärker mit Ausgangsübertrager?

Aus der Erfahrung aus über 25 Jahren mit der ABACUS-Verstärkerschaltung kann konstatiert werden, dass es auch mit Komplementär-Transistoren nicht einfach ist, einen Verstärker zu entwickeln, der gleich einem Röhrenverstärker in Kathodenschaltung mit Transistoren in Emitterschaltung funktioniert. Zu allererst ist das Ziel: der Lautsprecherstrom muss aus den Kollektoren kommen. In Anlehnung an die Röhrentechnik bietet sich an, einfach einen Ausgangsübertrager einzubauen. Das wäre höchst abwegig, denn man weiß doch, dass ein Ausgangsübertrager – auch der beste – stark mangelbehaftet ist.

In einer Röhrenverstärkerschaltung ist der Ausgangstransformator allerdings auch aus anderer Sicht erforderlich:

- Die Anodenspannung ist mit generell über 200 Volt lebensgefährlich und muss vom Lautsprecher ferngehalten werden;
- die Impedanz der Röhren muss an die des Lautsprechers angepasst werden.

Die Ausgangsspannung von Transistorverstärkern ist allgemein ungefährlich. Auf weitere Konstruktionsspielarten wie Spar- oder Autotrafo als Ausgangstransformator muss wegen deren Bedeutungslosigkeit nicht eingegangen werden.

Emitterschaltung ist xxx-mal schneller!

Eine Emitterschaltung ohne Ausgangsübertrager ist wesentlich schneller als ein Emitterfolger. Darum besteht eine sehr große Schwingneigung, die meistens zur Selbstzerstörung schon im Einschaltmoment führt. Hier bestätigt sich die Erfahrung, dass Verstärker mit Gegenkopplung potenzielle Oszillatoren sind. Tatsächlich wäre es wohl am bequemsten, einfach einen Ausgangstransformator einzubauen, weil der wie eine Drosselspule den Verstärker abbremst.

Die bekannten negativen Eigenschaften des Ausgangsübertragers sind hinreichend bekannt. Die Entwickler von Verstärkern sahen damals in Transistoren die große Chance, gerade auf den Ausgangsübertrager als ungeliebtes Bauelement zu verzichten.

Die Emitterschaltung - Verstärker oder Oszillator?

Besonders wegen der Selbstzerstörungsneigung der Emitterschaltung und der elektrischen Fehler des Transformators im Ausgang legte sich die Branche auch unter Einfluss der Halbleiterhersteller auf den Emitterfolger fest. Ob es damals bereits Vorbehalte gab, ist dem Autor dieser Abhandlung nicht bekannt; sehr wahrscheinlich ist aber, dass hier die Wurzel für den historischen Irrtum des Emitterfolgers liegt. Der Emitterfolger war eben preiswert, einfach und unkritisch zu bauen und war damals sicher dem Groß der Röhrenverstärker überlegen. Falsch war der Emitterfolger aber damals schon – und ist es heute noch.

Wie es zum ABACUS-Verstärker kam



Bereits als Schüler lötete der Verfasser dieser Abhandlung Röhrenverstärker zusammen, die stets auf Anhieb funktionierten. Ein Verstärker mit Röhren ist ebenso simpel im Aufbau wie ein Emitterfolgerverstärker. Jahre später, in den 60er-Jahren, scheiterte sein ehrgeiziger Versuch, einen Transistorverstärker in Emitterschaltung zu entwickeln. Die Aktion wurde schließlich wegen ihrer Kostspieligkeit einerseits, und der scheinbaren Unmöglichkeit andererseits abgebrochen. Die Erfahrung bestätigte den Leitspruch der

Gilde der Verstärkerkonstrukteure: „Verstärker schwingen immer - Oszillatoren nie.“

Erst Anfang der 80er Jahre gelang es nach Kenntnis des Verfassers, erstmals einen funktionsfähigen Transistorverstärker in Emitterschaltung zu bauen. Seit 1984 werden solche Verstärker von ABACUS electronics entwickelt und industriell hergestellt. Seitdem hat ABACUS diese Schaltungstechnik in diversen Variationen für unterschiedliche Anwendungen konstruiert. Heute rühmt sich ABACUS, damit einerseits in audioteknischer Hinsicht das zurzeit Machbare zu repräsentieren und andererseits in puncto Betriebssicherheit höchsten Anforderungen gerecht zu werden.

Wenn der Klangcharakter entscheidet

Es mag verwundern, dass namhafte Hersteller von Weltbedeutung immer noch auf Verstärker in Emitterfolgerschaltung setzen. ABACUS muss den Grund dafür nicht kennen. In der Audio-HiFi-Szene versucht man sich mit kleinen Tricks wie zum Beispiel mit Klasse-A-Technik und mit klanglichen Optimierungen. Man begnügt sich offenbar damit, seinen Produkten einen populären oder verkaufsfördernden Klangcharakter anzuerziehen... Man setzt auf Optimieren und Korrigieren, statt den Fehler zu vermeiden. Bei Geräten in der

Mess- und Regeltechnik wären die Fehler eines Emitterfolgers nicht akzeptabel. Und so etwas wie „Charakter“ einer Schaltungstechnik würde dort auch niemand erlauben.

Wer mit wem? – Verstärker und Lautsprecher

Eine besondere Betrachtungsweise gilt dem Lautsprecher. Aus diversen Gründen und allgemeinen Erkenntnissen kann ein Schallwandler nicht perfekt funktionieren. Die Tatsache, dass Lautsprecher und herkömmlich funktionierende Verstärker einen Charakter haben, führt gelegentlich dazu, dass ein Lautsprecherentwickler einen Lautsprecher mit „seinem“ Verstärker züchtet. Dies ist besonders in der sogenannten High-End-Szene verbreitet. Darum ist zuweilen zu hören, dass zu einem ganz bestimmten Lautsprecher ein ganz bestimmter Verstärker empfohlen wird.

Ein Verstärker in der ABACUS-Emitterschaltung regelt allerdings die Lautsprecherparameter in seiner direkten Gegenkopplung aus. Bereits ein Lautsprecher der Kategorie „Fischkiste“ tönt erstaunlich gut und normale passive Lautsprecher werden mehr „aktiv“ als die meisten, die sich so nennen. Auch High-End-Lautsprecher kommen am ABACUS-Verstärker der Wahrheit meistens ein gutes Stück näher.

August 2009 – khs