
Vorwort

In vielen hochwertigen Musikwiedergabeanlagen setzen Audiophile Röhrenverstärker ein, die, nicht nur nach Meinung des Autors, entscheidend für den Wohlklang verantwortlich sind. Diese Röhrenverstärker müssen (dürfen) entwickelt werden, auch dann, wenn sie im Selbstbau entstehen.

Elektronikentwicklung mit Halbleitern und Schaltungssimulation bilden schon seit geraumer Zeit eine untrennbare Einheit. Dafür gibt es viele Gründe, von denen einige in diesem Buch und noch weitere in zahlreichen anderen Büchern genannt werden. Röhrenverstärker und Schaltungssimulation werden (noch) nicht als so innig miteinander verwoben angesehen. Dafür gibt es zwar verständliche, nicht aber berechtigte Gründe. Zum einen fehlt es an Röhrenmodellen. Das Simulationsprogramm SPICE enthält keine generischen Röhrenmodelle. Zum anderen fehlt es, vor allem im Amateurbereich, an Erfahrung im Umgang mit Simulationssoftware, einer Software, die fälschlicherweise als kompliziert angesehen wird. Und schließlich fehlt es an Literatur, die sich mit genau diesem Thema befasst. Dem ist entgegenzuhalten, dass Simulationssoftware auch kostenfrei erhältlich ist und die Einarbeitungszeit, nicht zuletzt auch wegen nunmehr verfügbarer graphischer Benutzerschnittstellen, überraschend gering ausfällt. Zudem zeigt die Erfahrung, dass, wenn man einmal erst eine solche Software nutzen kann, sie nach kurzer Zeit auch intensiv genutzt wird. Wie sonst kann man an einem Abend mehrere Schaltungsvarianten testen?

Der Autor hat schon als Schüler Röhrenverstärker nachgebaut und als Student der Elektrotechnik später dann auch entwickelt. Es folgten ungefähr zwanzig Jahre Pause, in denen der Autor Audiosignale zumeist digital verarbeitet hat, denn das ist sein Beruf. Frühe Leidenschaften können ruhen, sie müssen nicht vergehen. Vor noch nicht zwei Jahren hat der Autor sich wieder den Röhrenverstärkern zugewandt, doch mittlerweile mit den Kenntnissen und Erfahrungen aus zwei Jahrzehnten Tätigkeit als Ingenieur und Universitätsprofessor in der Elektrotechnik. Eine dieser Erfahrungen ist es, zeitgemäße Softwarewerkzeuge für die Elektronikentwicklung als unverzichtbar anzusehen. Die Entwicklung der Röhrenverstärker *in der zweiten Generation* erfolgte dann schon mit der Unterstützung durch SPICE, wodurch auf den ersten Blick das Schöne mit dem Nützlichen verbunden wird und auf den zweiten Blick das zunächst vielleicht nur Nützliche zum ebenfalls Schönen wird. Die Simulation von Röhrenschaltungen gelang so hervorragend, dass auch schnell der Wunsch aufkam, nicht alles angehäuften Wissen für sich selbst

zu behalten, sondern es Interessenten zur Verfügung zu stellen. Das ist die Aufgabe dieses Buchs.

In den ersten Überlegungen zum Inhalt des Buchs stand die Praxis der Simulatorbenutzung noch an recht hoher Stelle. Während des Schreibens stellte sich dann schon nach kurzer Zeit heraus, dass es sinnvoll ist, Schaltungstechnik und Schaltungsberechnung höher zu gewichten. Schließlich sank also der Anteil an Beschreibung von SPICE, denn die Beschaffung von hierzu ein- und auch weiterführender Literatur ist nicht schwierig. Die Schaltungstechnik trat in den Vordergrund. Schaltungen werden stets auf der Grundlage von Berechnungen entworfen. Ergebnisse von Berechnungen findet man auch verstreut in der schon historischen Literatur, wobei der Weg zum Ergebnis manchmal recht dürftig beschrieben ist und die Darstellungen in verwirrender Weise voneinander abweichen können. So wird mancher Leser schon beobachtet haben, dass unterschiedliche Texte unterschiedliche Schreibweisen benutzen, frühere Entwurfsmethoden auf die Verwendung von Nomogrammen und Rechenschiebern abgestimmt waren und viele Texte eher den vordergründigen Wunsch nach Faustformeln unterstützen statt dem Leser das Rüstzeug zur Verfügung zu stellen, das er benötigt, um Schaltungen systematisch zu verstehen und anzuwenden. Erfreulicherweise lassen sich NF-Verstärker mit Röhren wegen der möglichen stromlosen Steuerung der Röhren recht leicht berechnen. Die Berechnung von Transistorschaltungen ist bereits schon etwas aufwändiger. Aus diesen Gründen wird in diesem Buch ein einheitliches Schema dargelegt, nach dem Röhrenschaltungen systematisch mit einfachsten Mitteln berechnet werden können. Das mag an manchen Stellen etwas mühsam und ausufernd aussehen, doch wenn der Leser die Schritte selbst nachvollziehen möchte, wird er, etwas Geduld vorausgesetzt, alles dazu Notwendige auch finden. Im weiteren muß man sehen, dass ohne verlässliche Rechenergebnisse die Genauigkeit der Simulationsergebnisse nicht überprüft werden kann. Der große Schaltungskonzepte-Anteil am Buch wird aber auch genutzt, um fortgeschrittene Themen für den Einsatz von SPICE zu diskutieren, wie z. B. die verlässliche simulierte Messung von Klirrfaktoren.

Der Autor meint, dass man nicht notwendigerweise die alten Schaltungskonzepte der fünfziger Jahre unverändert nachbauen muß. Mittlerweile haben sich auch viele Erkenntnisse im Verstärkerbau mit Transistoren ergeben und können vorteilhaft für den Entwurf moderner Röhrenverstärker genutzt werden. Auch ist die Spannungsversorgung von Röhrenverstärkern dank moderner Bauelemente schon längst nicht mehr kritisch. Zudem stehen heute Bauelemente in weit höherer Qualität zur Verfügung und auch die Beschaffung von Röhren, dem speziellen Zubehör und Ausgangsübertragern ist via Internet, bei mittlerweile zahlreichen Versandhändlern, ein unproblematischer Vorgang.

Dem Vieweg+Teubner-Verlag und dort dem Cheflektor für die Elektrotechnik, Herrn Reinhard Dapper, spreche ich meinen Dank für den Mut aus, ein recht spezielles Buch herauszugeben, das sicher nie in den Bestsellerlisten aufgeführt werden wird. Ich danke der Firma NXP Semiconductors, gegründet von Philips, für die Erlaubnis, Diagramme aus den historischen Verstärkerröhrendatenblättern in diesem Buch abbilden zu dürfen. Diese Datenblätter sollten wegen ihrer Ausführlichkeit, wegen ihrer Darstellungsqualität und wegen ihrer Internet-Verfügbarkeit ständige Begleiter derjenigen sein, die sich mit

Verstärkerröhren beschäftigen. Meiner Familie, Julia, Nikolas und Sophia, danke ich für das Ertragen eines Schreibens, das auch dem Familienleben Abstriche abverlangte.

Dem Leser wünsche ich, dass er Gewinn aus möglichst vielen Teilen dieses Buches ziehen möge, denn nur dann erhalte ich als Autor einen Lohn für meine Mühen.

Neustadt an der Weinstraße, November 2008

Prof. Dr.-Ing. habil. Alexander Potchinkov

Simulation von Röhrenverstärkern mit SPICE
PC-Simulationen von Elektronenröhren in
Audioverstärkern

Potchinkov, A.

2015, XV, 594 S. 283 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-8348-1472-2