

Warum baut man heute noch einen Verstärker mit Röhren?

Einige interessante Aspekte, die uns zu diesem Thema motiviert haben:

von Henry Westphal

Mythos Röhre:

Der Röhrenverstärker ist ein Produkt, von dem für viele Menschen eine zunächst unerklärliche Faszination ausgeht. Die Beschreibungen des Klangs in den „Testberichten“ der einschlägigen Zeitschriften lesen sich ungefähr wie Weinkritiken. Für bestimmte Verstärker oder auch Bauteile werden abenteuerlich hohe Preise gezahlt. Die sonst übliche Korrelation zwischen meßtechnisch erfaßbaren Qualitätsmerkmalen und der subjektiv vom Nutzer empfundenen Produktqualität ist hier nicht vorhanden. Verstärker mit aus technischer Sicht ungeeigneten Schaltungskonzepten und aus meßtechnischer Sicht relativ bescheidenen Übertragungseigenschaften werden bei Hörtests als besonders hochqualitativ empfunden und erzielen weit über dem Marktniveau liegende Verkaufspreise. Interessanterweise ist die Röhrentechnik heute wieder ein Wachstumsmarkt. Seit dem Tiefpunkt der Röhrenproduktion in den 80-er Jahren ist über die 90-er Jahre hinweg ein kontinuierlicher Anstieg der Produktionsmengen zu beobachten. Firmen aus den ehemaligen Ostblockstaaten, wie z.B. Tesla (Slowakei) oder Svetlana (Russland), agieren gezielt auf dem weltweiten Audio-Markt und bringen inzwischen sogar wieder neue und verbesserte Röhrentypen auf den Markt.



thetubestore.com
[Return to Front Page](#)
[Search for a Tube](#)
[Info](#)
[Show Basket](#)

Western Electric 300B



This is the 300B against which all other 300B's are compared. A recent review in Stereophile magazine placed this tube at the top of the 300B category, and this new production version is much easier to obtain than a vintage pair of bottles. Every triode is individually numbered, with its own test results included as well. The packaging is also exquisite: a cherry box engraved with the Western Electric name contains both sealed tube boxes. Each sealed tube

box has a serial number sticker and a velvet lining where they can "lie in state" while awaiting the call to take center stage in your amplifier.

Availability: Out of stock.



[Other Western Electric tubes](#)

300B [300B Types](#)

WE-300B \$699.95 Price is for a matched pair.

Endstufen	
Accuphase A-50 V um 14.000 Euro (Test 2/99)	
Herausragend gut klingende Stereo-Endstufe in Class-A-Technik. In Verbindung mit Leistungsgradstärkern: Schallwandlern geht das Konzept voll auf.	
Accuphase M-8000 um 39.600 Euro/Paar (Test 2/03)	
Diese Giganten nehmen es mit jeder Box auf. Ihr Klang ist wie von einem anderen Stern. Gebüsch (unterer Balken, 79.200 Euro): Simply the best.	
Audio Aero Prestige um 18.800 Euro (Test 4/01)	
Die ungewöhnlichen Röhren-Mono-Endstufen vereinen edelsten Klanggenuss mit einer mächtigen Portion Exklusivität. Für einen Trioden-Amp sehr kräftig.	
Audionet AMP III um 2550 Euro (Test 2/02)	
Kraftvolle Endstufe mit viel Liebe für musikalische Details. Technisch ein auf die Endstufen-Aufgabe reduzierter SAM V2 (siehe Vollverstärker).	
Audio Note Conquest Silver Signature um 16.500 Euro (Test 3/01)	
Die Single-ended-Triode schreit komplexe Laute. Mit harmonisierenden Lautsprechern aber schenkt die Conquest dem Hörer die schönsten musikalischen Momente.	
Audio Physic Mono um 15.000 Euro/Paar (Test 1/04)	
Mono-Endstufen, die dank zukunftsweisender Digitaltechnik den besten Röhren- und Transistor-Amps des Globus das Wasser reichen. Kompakter Bauform.	

Mit Audio-Produkten in Röhrentechnik lassen sich bei geschicktem Marketing hohe Verkaufspreise erzielen.

Alles nur Wunschdenken oder Einbildung?

Als vorläufiges Ergebnis unserer Arbeit kann jetzt schon, als Ergebnis der ersten Hörtests der Vorverstärker, festgestellt werden, daß sich bei Verwendung einiger der getesteten Röhrenschaltungen eine von allen Zuhörern (auch nicht an diesem Projekt beteiligten Personen) übereinstimmend empfundene besondere Freude am Zuhören eingestellt hat. Die Musik erschien uns präsenter und intensiver, ohne erdrückend oder bedrängend zu sein. Die Instrumente waren deutlicher voneinander getrennt und hatten eine klarere Position im Raum. Dieses Erlebnis stellte sich bei 3 von 5 getesteten Schaltungsvarianten ein. Eine anschließende meßtechnische Untersuchung der Übertragungsfunktionen zeigte, daß diese relativ ähnlich waren und daß die Streuung über die 3 als gut empfundenen Schaltungen größer war als die zwischen den „guten“ und den nicht so „guten“ Schaltungen. Mit den –zugegebenermaßen bescheidenen– meßtechnischen Mitteln, die uns zu diesem Zeitpunkt zur Verfügung standen, konnten wir also kein „Unterscheidungsmerkmal“ erkennen. (Diese Messungen werden im weiteren Fortgang unseres Projekts mit verfeinerten Methoden wiederholt, wir hoffen sehr, dann dem gesuchten Merkmal auf die Spur zu kommen.)

Eine unglaublich sensible Seele, muss der Hörtester beifügen. Denn für nichts eignete sich der Sinfonietta besser, als das Feinste, das Innerste, den wundersam schimmernden Kern der Klänge offen zu legen. Wie kaum ein anderer erschließt er die prächtige Piano-Welt eines Brad Mehldau, eines Gonzalo Rubalcabas oder eines Jacky Terrason. Wo es sonst oft nur perlt oder plätschert, zelebriert der Lua – von der Anschlag finesse bis hin zum zarten Ausglühen – Ton für Ton. Wo die Zeit sonst eher nur noch dahinzieht, deckt er scheinbar mühelos subtilste rhythmische Spannungsbögen auf. Davon profitieren auch Weltklasse-Drummer, wobei der Sinfonietta auch hingebungsvoll zeigt, wie feinfühlig ein Besen das Tom-Tom-Fell streicheln kann. Wobei er auch Bässe, wie sie sich in Schwärze ergehen, lebendig pulsieren und in höheren Lagen zu singen beginnen, meisterhaft reanimieren kann.

*Auszug aus einem Testbericht über eine Röhrenendstufe
(Aus: Audiophile Magazin 2/2004)*

CD-Klarspüler

Attila Csampai über seine Erfahrungen mit dem neuen CD-Entmagnetisierer Furutech RD-2

Im Prinzip teile ich die Meinung von Joachim Pfeiffer, dass sorgfältig zusammengestelltes, optimal positioniertes und gut verkabeltes HiFi-Equipment keinerlei Wundermittel zur Klangverbesserung nötig



hat. Aber nachdem ich bei einem befreundeten, ähnlich skeptischen HiFi-Enthusiasten einige frisch „entmagnetisierte“ CDs und SACDs im Direktvergleich gehört hatte, wollte ich die kurze Elektrowäsche auch meinen Digitalscheiben nicht länger vorenthalten. Ich weiß zwar noch immer nicht, wie eine solche etwa zehn bis 15 Sekunden währende Entmagnetisierung (jeweils beider CD-Seiten!) das Abtastverhalten des Lasers beeinflusst, aber das hörbare Ergebnis der Prozedur ist so deutlich, dass aller Voodoo-Argwohn verfliegt. Mittlerweile habe ich mehr als 100 Silberscheiben mit dem neuen Furutech RD-2 entladen und sie dann an drei verschiedenen Top-Anlagen und in fünf Playern laufen lassen: Ausnahmslos klang alles wie klargespült, schlanker, frischer, konturierter, tiefenschärfer – wie von einer klebrigen Schmutzschicht befreit. Der Furutech RD-2 verleiht selbst mulmig klingendem Material akustische Durchzeichnung und Feinkontur. Ein faszinierender Elektro-Smog-Killer. Der finanzielle Aufwand von zirka 360 Euro mutet da fast bescheiden an. (www.furutech.com)

Hier spricht alles dafür, daß es sich um Einbildung oder Geschäftemacherei handelt. Der Effekt beruht womöglich darauf, daß durch die Behandlung der CDs eine Erwartungshaltung aufgebaut wird, die dann tatsächlich zu einer für die berichtende Person angenehmeren Hörempfindung führt. Diese könnte jedoch auch alleine durch die zusätzlich eingebrachte Aufmerksamkeit beim Hören bedingt sein.

(Aus: Stereo Magazin 3/2004)

Warum klingen Röhren anders?

Hierfür gibt es keine generalisierende, abschließende Erklärung, aber einige interessante Ansätze in der Literatur:

An erster Stelle ist das überaus komplexe Zusammenspiel zwischen Endstufe und Lautsprecher zu nennen. Ein heute marktüblicher Transistorverstärker hat einen Ausgangswiderstand nahe Null (eine sehr hohe Leerlaufverstärkung wird stark gegengekoppelt), und gibt idealerweise eine über den gesamten Audio-Frequenzbereich konstante Spannung an den Lautsprecher ab. Die Impedanz des Lautsprechers ist jedoch über den Audio-Frequenzbereich nicht einmal annähernd konstant. Sie variiert etwa um den Faktor 10. Damit variiert auch der Strom durch die Schwingspule des Lautsprechers ungefähr um den Faktor 10. Der akustische Effekt ist jedoch –in gewissen Grenzen- zum STROM durch den Lautsprecher proportional. Ein idealer Frequenzgang des Verstärkers führt also noch nicht zwingend zu einem idealen Frequenzgang des akustischen Effekts. Ein Röhrenverstärker hat dagegen, je nach Schaltungskonzept, einen deutlich wahrnehmbaren Ausgangswiderstand. Dies führt zu einer gewissen Ausgleichung des Stroms durch die Schwingspule über den Audio-Frequenzbereich. Gleichzeitig wird die Lautsprechermembran weniger bedämpft. Daher ist an dieser Stelle ein anderer Klangeindruck (ob „besser“ oder „schlechter“ sei dahingestellt) zwingend. In einem Philips-Handbuch zum Empfängerbau aus den frühen 50-er Jahren wird die Berechnung von Endverstärkern tatsächlich auf der Basis des STROMS durch die Schwingspule gezeigt. In diesem Buch wird gezeigt, wie sich durch die Abstimmung der Frequenzgänge des Verstärkers selbst und seines Innenwiderstandes ein ausgewogenes Klangbild erreichen läßt.

Ein weiterer sehr komplexer Effekt ist das Zusammenspiel von Membranbewegung, Dämpfung der Membran und einer Gegenkopplung des Verstärkers. Die parallel zum Lautsprecher abgegriffene, zur Gegenkopplung verwendete Spannung wird auch von der mechanischen Schwingung der Membran bestimmt. Mit der Rückführung dieses Signals zum Verstärkereingang gelangen daher auch durch die elektromechanische Übertragungseigenschaften des Lautsprechers generierte fehlerhafte Signalanteile in den Signalpfad des Verstärkers. Da Röhrenschaltungen, aufgrund der weitgehenden inhärenten Linearität des Bauelements Röhre, mit einem wesentlich geringeren Gegenkopplungsfaktor als Transistorverstärker arbeiten, wird einer möglichen Signalverfälschung durch derartige Einflüsse vorgebeugt.

Ein weiterer in der Literatur erwähnter Effekt ist, daß die Möglichkeit besteht, daß durch Gegenkopplung zwar die Amplitude von unerwünschten Oberschwingungen reduziert wird, aber deren Ordnung erhöht wird. An vielen Literaturstellen findet sich der Hinweis, daß das Ohr bestimmte Ordnungen von Oberwellen auch bei großen Amplituden fast überhaupt nicht wahrnimmt, andere Ordnungen dagegen bereits bei kleinsten Amplituden als überaus störend wahrgenommen werden. Nicht zuletzt ist durchaus möglich, daß Röhrenschaltungen das Klangbild in positiver Weise „verfälschen“, indem sie Oberschwingungen hinzufügen, die dann beim Hörer ein subjektives, stärkeres Erleben des Grundtons hervorrufen. In der Literatur wird von –in der jüngeren Zeit durchgeführten- Hörtests berichtet, bei denen Ausgangsübertrager der holländischen Firma Vanderveen getestet wurden. Einer der Transformatoren hatte eine untere Grenzfrequenz von 30 Hz, der andere von 10 Hz. Interessanterweise wurde der Verstärker mit nur 30 Hz Grenzfrequenz übereinstimmend für seinen kräftigen Baß gelobt, während dieser bei dem Verstärker mit 10Hz Grenzfrequenz als verwaschen empfunden wurde. Des Rätsels Lösung: Der aufgrund der Oberschwingungen beim Verstärker mit 30 Hz Grenzfrequenz nur virtuell empfundene Grundton des Basses hatte –durch sein imaginäres Entstehen gleichsam idealisiert– eine größere Intensität und Brillanz als der tatsächlich wiedergegebene Baßton des anderen Verstärkers. Diese Technik des bewußten Einsatzes von Oberschwingungen wurde, unter dem Namen „artificial Bass“, in den 40-er Jahren im Empfängerbau angewendet, da die damaligen Lautsprecher noch gar keine Baßtöne wiedergeben konnten und man trotzdem ein ausgewogenes Klangbild bereitstellen wollte. Im herkömmlichen Sinne haben solche Techniken natürlich nichts mehr mit dem klassischen Hifi-Konzept zu tun. Es wäre aber auch mit gleicher Berechtigung ein anderes Konzept der Wiedergabekette denkbar, das im nächsten Abschnitt vorgeschlagen werden soll.

Einige Gedanken zur Wiedergabekette:

Die traditionelle Konzeption der Wiedergabekette zielt darauf ab, den Schalldruck/Zeit-Verlauf am Mikrofon durch den Schalldruck/Zeit-Verlauf am Lautsprecher zu reproduzieren:

- ? Schalldruck an Mikrofon
- ? Mikrofon
- ? Studioteknik
- ? Platte/CD
- ? Verstärker
- ? Lautsprecher
- ? Schalldruck am Lautsprecher

Man könnte sich jedoch auch auf den Standpunkt stellen, daß der Schalldruck lediglich ein Hilfs- und Übertragungsmedium in einer umfassenderen Kette ist:

- ? Empfindung / INTENTION des Musizierenden
 - ? Instrument
 - ? Schalldruck an Mikrofon
 - ? Studioteknik
 - ? Platte/CD
 - ? Verstärker
 - ? Lautsprecher
 - ? Schalldruck am Lautsprecher
- ? Empfindung / ERWARTUNG des Hörenden.

Diese „vollständige“, zweite Kette stellt den kommunikativen Prozeß, den man durchaus als tieferen Sinn oder Inhalt der Aufnahme und Verbreitung von Musik ansehen kann sicherlich umfassender dar als die erstgenannte, kürzere Wiedergabekette. Die zweite Wiedergabekette entzieht sich jedoch –im Gegensatz zur ersten- der ingenieurwissenschaftlichen Beschreibbarkeit und Verifizierbarkeit. Auf der Grundlage der zweiten Kette ist es jedoch keineswegs mehr zwingend ein Widerspruch, daß ein meßtechnisch „schlechterer“ Verstärker besser dazu geeignet ist, die Brücke zwischen der Intention des Musizierenden und der Empfindung und Erwartung des Hörenden zu schließen.

Einer besonderen Bedeutung kommt hierbei der Prägung der Zuhörenden und der Musizierenden durch bereits früher, vorzugsweise in der Kindheit, erfahrene Klangerlebnisse. Das prägnanteste Beispiel hierfür ist der Gitarrenverstärker. Auch heute werden professionelle Gitarrenverstärker fast ausschließlich mit Röhren gefertigt, ein signifikanter Teil der heute produzierten Röhren wird in Gitarrenverstärkern eingesetzt. Warum? Der Grund liegt darin, daß, in den 30-er, 40-er und 50-er Jahren des letzten Jahrhunderts als die E-Gitarre aufkam, ein durch die technischen Unvollkommenheiten der damaligen Verstärker gefärbtes, sehr spezifisches Klangbild entstanden ist, das aber dann für die gesamte Rock- und Bluesmusik vorbildhaft und stilprägend geworden ist. Alle nachfolgenden Musikergenerationen strebten an, das Klangbild ihrer Vorbilder zu erreichen, „bessere“ Verstärker wären diesem Vorhaben nur im Weg gestanden. Das ist aber noch nicht alles: Die Spieltechnik des Instruments wurde in der prägenden Zeit der 30-er bis 50-er Jahre auch auf die, damals unabänderlichen, Eigenschaften der Verstärker abgestimmt. Als Beispiel sei die gleichzeitige Anwendung von verzerrender Übersteuerung und akustischer Rückkopplung genannt, die der Gitarre ein weiches und überschwingungsreiches Klangbild ähnlich eines Streichinstruments verleiht. Letztendlich ist der Verstärker klangbildendes Teil des Instruments geworden. Ein meßtechnisch idealer Verstärker würde hier klanglich enttäuschen.

Ein ähnliches Phänomen kann bei Personen, die heute 40 Jahre oder älter sind vermutet werden, die ihre ersten prägenden Hörerlebnisse noch mit Röhrenradios hatten und sich letztendlich nach der Intensität dieser prägenden Erlebnisse zurücksehnen und hierbei unter Umständen von einem Röhrenverstärker unterstützt werden. Es ist geplant, auch diesen Aspekt in weitergehenden Testreihen zu untersuchen. Wenn sich diese Hypothese bewahrheitet, müßte sich ein signifikanter Unterschied in der subjektiven Hörbewertung entlang einer Altersgrenze um die 40 finden lassen.

Subjektives Klangempfinden und ingenieurmäßiges Vorgehen. Wie paßt das zusammen?

Ein vielzitatierter anekdotischer Satz lautet: „Wenn der Verstärker gute meßtechnische Eigenschaften hat und schlecht klingt, ist er einfach schlecht. Wenn der Verstärker dagegen gut klingt, aber meßtechnisch schlechte Eigenschaften zeigt, wurde das Falsche gemessen“

Aus unserer Sicht besteht kein Widerspruch zwischen der Orientierung am subjektiven Klangempfinden und einem ingenieurwissenschaftlichen Anspruch. Im Gegenteil: Wenn man in den Bereich kommen möchte, in dem die „Magie“ beginnt, ist eine ingenieurwissenschaftliche Entwurfsmethodik die einzige Möglichkeit, effektiv und ohne Zeitverlust in den interessierenden Arbeitspunkt- und Frequenzbereich zu kommen, in dem die –für uns zur Zeit noch unerklärlichen- Phänomene nachweisbar sind. Eine durch „Probieren“ dimensionierte Schaltung wird aller Wahrscheinlichkeit nach grobe Fehler in Arbeitspunkt (und damit Linearität) und Frequenzgang haben, die die hier interessierenden sehr feinen Nuancen bei weitem überschattet und verdeckt. Das Ziel ist die Bereitstellung eines Produkts, daß angenehme Empfindungen beim Nutzer hervorruft. Das Mittel, dieses Ziel zu erreichen, ist das ingenieurmäßige Vorgehen. Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die Betriebssicherheit und Reproduzierbarkeit und die Möglichkeit, das Produkt zu marktkonformen Herstellungskosten produzieren zu können. Diese Anforderungen bedingen im hohen Maße ingenieurmäßiges Vorgehen.

CES-Workshop

Nordost führte die Unterschiede zwischen Netzkabeln vor

A u ja, einmal nicht selbst vorführen, sondern etwas gezeigt bekommen. Wir sagten nicht nein, als uns der amerikanische Kabelspezialist Nordost die Güte seiner Netzkabel vorführen wollte.

So war am verwendeten Gamut-CD-Spieler schon das Einstiegerskabel Shiva (um 350 Euro) dem Originalkabel überlegen. Räumlichkeit und Auflösung gewannen deutlich. Das Klangbild löste sich von den Lautsprechern. Ein nochmals gesteigertes Spektrum bei eklatanter Zunahme und Differenzierung der Klangfarben lieferte das Vishnu für 700 Euro, und als

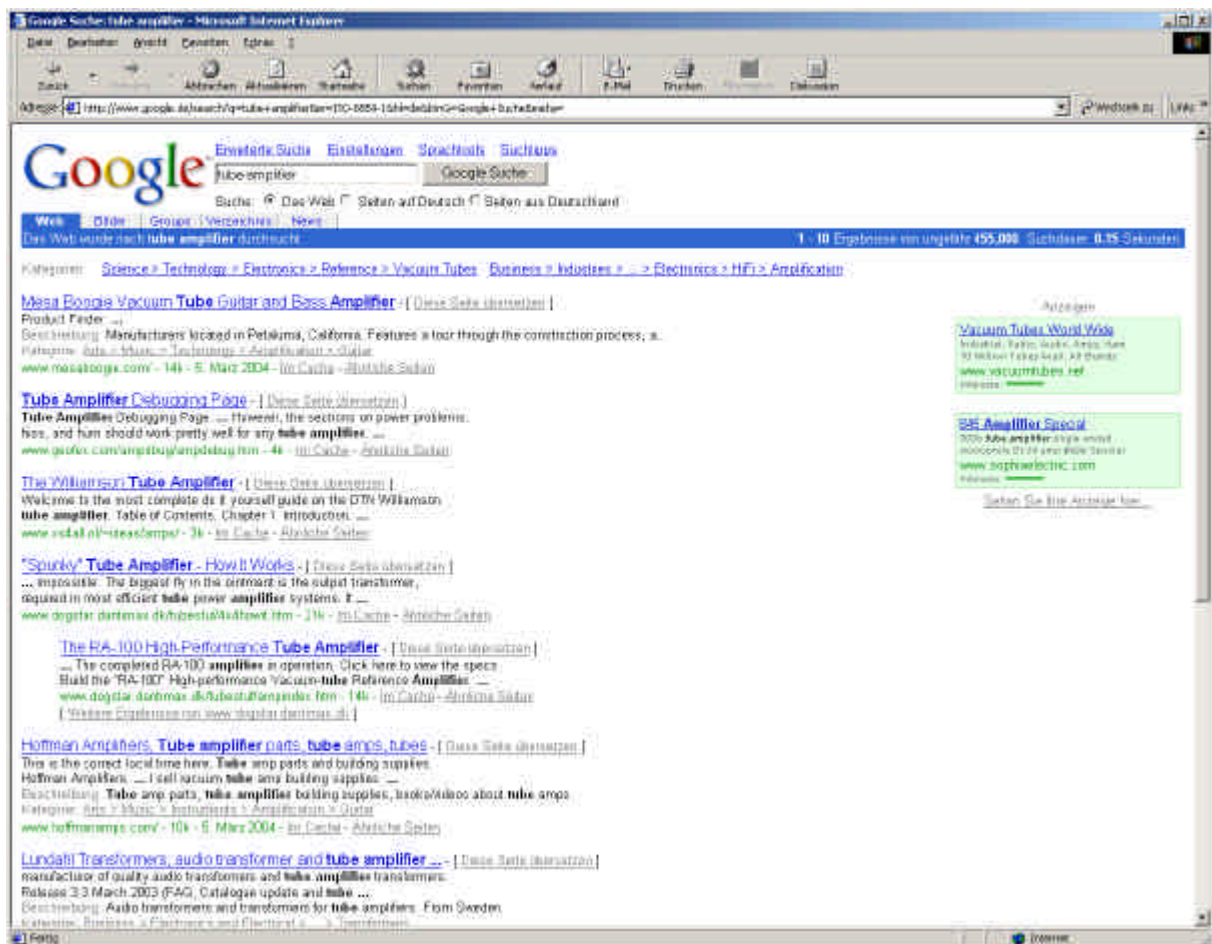


Nordost-Mitarbeiter Jason Humphries (o.) auf das Spitzenkabel Valhalla für heftige 2700 Euro umsteckte, wurden sämtliche Qualitätsparameter abermals nach oben geschoben. Wow, was für ein Bass. Bei der Gegenprobe mit dem Ausgangskabel fiel die Pracht wieder in sich zusammen. Danke für die tolle Demonstration!

Hier ist anzunehmen, daß mit völlig unsinnigen Produkten viel Geld verdient wird. Eine ingenieurmäßige Herangehensweise bewahrt vor solchen teuren Fehlern

Traditionelle Röhrentechnik im High-Tech Zeitalter. Widerspruch oder Ergänzung?

Die klanglich interessanten Eigenschaften der Röhre können, wie wir festgestellt haben, noch wesentlich besser zur Geltung kommen, wenn moderne Halbleiterschaltungen im Umfeld der Röhre eingesetzt werden, um Heiz- und Betriebsspannungen zu stabilisieren. Der heute mögliche Aufbau auf mehrlagigen Leiterplatten vermeidet manche bei der früher angewendeten freiverdrahteten Aufbautechnik aufgetretenen Nachteile, da nun alle Leiterzüge optimal verlegt werden können und großflächige Masselagen eingefügt werden können. Die Verfügbarkeit von modernen CAD- und Simulationstools erlaubt es, stundenlange Rechnungen durch sekundenschnelle Simulationsläufe zu ersetzen. In wenigen Stunden am Rechner erstellte Leiterplattenlayouts ersetzen handverdrahtete Aufbauten, deren Erstellung Tage gekostet hätte. CAD-Schaltpläne sichern eine fehlerfreie Umsetzung von Schaltplan zu Layout. Nicht zuletzt hat der durch das Internet mögliche Informationsaustausch unsere Arbeit ganz erheblich vereinfacht. Es gibt eine Vielzahl an Internet-Fundstellen mit wertvollen Informationen zur Röhrentechnik. Es war möglich, weltweit mit verschiedenen Ansprechpartnern per e-Mail Fragen zu klären. Also hat gerade das uns heute zur Verfügung stehende High-Tech-Umfeld das Arbeiten mit Röhren besonders angenehm, schnell und effektiv werden lassen.



Im Internet stehen tausende von Fundstellen mit wertvollen Informationen über Röhrentechnik zur Verfügung

Die Faszination des Einfachen, Durchschaubaren und Urtümlichen:

Bei einer Röhrenschialtung lassen sich die wichtigsten Schaltelemente durch bloßes Hinsehen erkennen und identifizieren. Dies steht im krassen Gegensatz zu neuzeitlichen Audiogeräten, etwa einem MP3-Player, bei dem hochintegrierte Bausteine mit vielen 100 Anschlußpins zum Einsatz kommen, die von ihrem äußeren Erscheinungsbild keinerlei Rückschuß mehr auf die Funktion zulassen. Die Funktionsweise einer Röhre hingegen kann man, schon durch Blick in den Glaskolben hinein, intuitiv verstehen. Wenn das nicht ausreicht, kann eine defekte Röhre händisch zerlegt werden und die innere Struktur ist sofort und unmittelbar zu erfassen. Es findet eine überschaubare Zahl an Bauelementen Anwendung, größere Leistung ist z.B. unmittelbar an größeren Bauelementeabmessungen erkennbar. Als Nutzer oder Erbauer eines derartigen Verstärkers hat man somit einen spürbaren emotionalen Mehrwert, der im Bewußtsein darüber besteht, das Gerät in seinen Grundzügen intuitiv zu verstehen und zu beherrschen. Das direkte Gegenteil dieses emotionalen Mehrwerts ist sicherlich jedem PC-Benutzer bekannt, der sich hilflos unerklärlichen Systemabstürzen oder sporadischen Fehlfunktionen ausgesetzt sieht. Die direkte Erkennbarkeit von bestimmten Qualitätsmerkmalen des Verstärkers an Baugröße oder Gestalt der verwendeten –und meist offen sichtbar platzierten- Bauteile erlaubt es dem Nutzer, sich selbst innerhalb des Kreises der Verstärkerbesitzer einzuordnen und auch von anderen eingeordnet zu werden. Die dazu identische soziale Funktion von Automarken ist hinreichend bekannt.



Röhrenverstärker aus den frühen 50-er Jahren, die einzelnen Bauelemente und ihre Funktion sind auf den ersten Blick intuitiv zu erfassen und zuzuordnen.

Die optische Faszination der Röhrentechnik.

Diese Faszination kann weniger durch geschriebenen Text als durch die folgenden beispielhaften Bilder vermittelt werden. Ein Teil des Reizes ist sicherlich dadurch begründet, daß aus dem äußeren Erscheinungsbild der Bauelemente intuitiv auf deren Funktion geschlossen werden kann.

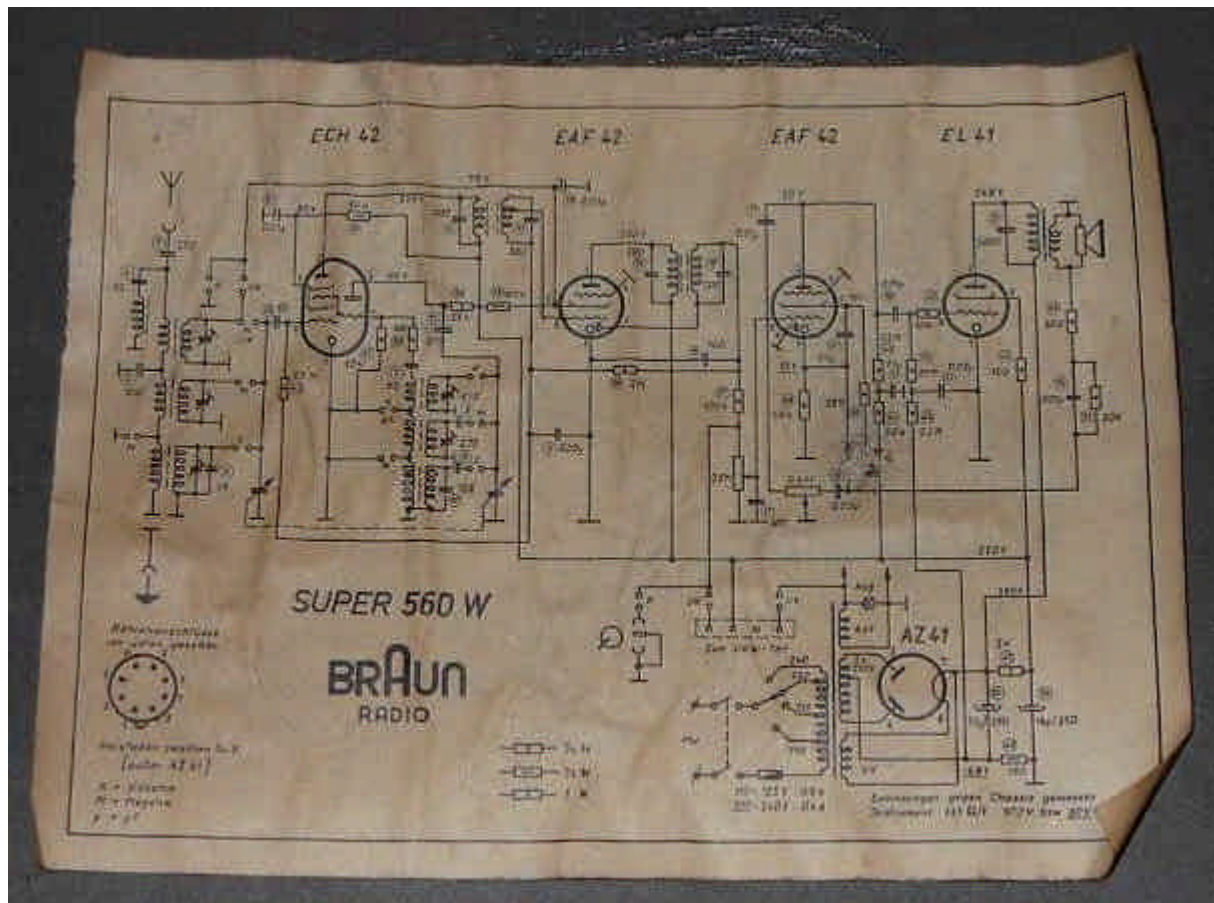




Zur optischen Faszination der Röhrentechnik

Die Faszination des Schaltungsentwurfs mit Röhren.

Es erstaunt, mit welcher geringer Anzahl an Bauelementen bereits sehr gut funktionierende Schaltungen realisiert werden können. Die intuitive Durchschaubarkeit des Bauelements Röhre ist ein besonders reizvoller Faktor bei Schaltungsentwurf und Inbetriebnahme. Der Entwerfende genießt das Gefühl, unmittelbar am physikalischen Geschehen innerhalb der Röhre teilzuhaben, ohne dabei aber – wie etwa beim Entwurf von diskreten Transistorschaltungen – mit einer übergroßen Komplexität des physikalischen Prozesses und der Signalverläufe konfrontiert zu sein. Dies ist völlig anders als der heutige Schaltungsentwurf mit hochintegrierten Schaltkreisen, bei dem in vielen Fällen ein Großteil der Arbeitszeit dafür verwendet werden muß, Fehlern in den oft mehreren hundert Seiten starken Dokumentationen der Schaltkreise auf die Spur zu kommen.



Ein in Röhrentechnik realisiertes Radio besteht aus so wenig Bauteilen, daß der komplette Schaltplan auf einem DIN-A-5-Blatt unterzubringen ist.

Die Faszination der Rückkehr zum Ursprung aller Elektronik

Alle uns heute umgebenden elektronischen Geräte wie Computer, Fernsehgeräte, Handys... wurden in ihrer Urform zunächst einmal in Röhrentechnik realisiert. Dies gilt auch für heute immer noch verwendete Grundbausteine wie Operationsverstärker und Flipflops. Die grundlegenden Denkstrukturen der Elektrotechnik wurden zunächst aus der Röhrentechnik heraus entwickelt. Im Zuge der Arbeit mit Röhren wurden diese daher von uns besonders intensiv wahrgenommen. Für den Verfasser dieses Beitrags ergab sich ein besonderer Aha-Effekt: Zu Beginn der 90-er Jahre waren große Teile des Grundstudiums an unserer Universität von der Denkweise der Röhrentechnik geprägt, ohne daß uns dies zur damaligen Zeit bewußt war. Es wurde letztendlich Röhrentechnik ohne Röhren gelehrt. Die vermittelten Methoden und Denkweisen paßten nicht so richtig zur Erfahrungswelt der „heutigen“ Elektronik. Beim Entwurf dieses Verstärkers paßten dagegen die Methoden und Inhalte des Grundstudiums wie der Schlüssel zum Schloß, viele der damals gelernten Dinge machten nun für den Verfasser 14 Jahre später das erste Mal Sinn.



Für viele (zumindest aus der Generation des Verfassers) die erste Motivation zur Beschäftigung mit Elektronik: Der Blick hinter die Kulissen des geheimnisvollen Röhrenradios.



Fingers You Can Count On.

These are electronic "fingers" — the vacuum tube relay assemblies that are the heart of IBM Electronic Business Machines. They help speed counting, sorting and adding up a new way for the most accurate, economy and intensive requirements of business, industry and engineering.

These "fingers" — backed by IBM service, research, and development — are helping to build production through such accuracy of time, materials, and costs.

IBM Electronic Business Machines

PIERCING THE UNKNOWN

This IBM electronic tube assembly cuts through the unknown like a rocket through the stratosphere.

It probes the mysteries of the atom's core; predicts critical wing flutter of fast aircraft; traces paths of light through a lens system; calculates trajectories of guided missiles; plots the course of planets for the navigator.

It calculates payrolls, inventories, costs; points out savings of time and money.

These compact, pluggable units are the heart of IBM Electronic Calculators.

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES

IBM

IBM Electronic Business Machines are vital systems in the hands of our nation's industrial engineers and accountants.



You are looking inside the world's most remarkable business machine... the IBM Electronic Calculator. It solves accounting and research problems faster than any other commercial calculator in general use.

GETTING YOUR ANSWERS

... at electronic speed!

IBM's vast engineering know-how is helping business, industry and the Armed Forces get the answers... fast. Through its leadership in applying electronic principles to calculators and other types of punched card business machines, IBM has given greater speed, accuracy and economy to the nation's vital processes of calculating and accounting.

Already thousands of IBM Electronic Business Machines are in everyday use. We are continuing to manufacture them in quantity... as fast as quality production will permit.

IBM INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES
370 NASSAU AVENUE • NEW YORK 22, N. Y.

Auch der heute allgegenwärtige Computer wurde in seiner Anfangszeit mit Röhren realisiert.
Anzeigenserie für Röhrencomputer aus den 50-er Jahren