Tastkopf für ein Röhrenvoltmeter -

Der Beginn meines Elektroniklabors

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	2
Grundlagen der Bastelstube – mein Elektroniklabor	2
Plan zum Messgeräte-Park	3
Erste Begegnungen mit der „Braunschen Röhre“	4
Röhrenvoltmeter nebst Tastkopf	6
Gehäuseproblem	7
Die mechanischen Arbeiten	8
Andere Materialprobleme	9
Zusammenbau	9
Inbetriebnahme und Erprobung	10
Wechselspannungs-Tastkopf	11
Erste eigene Entwicklung	12
Nachtrag	13

© Copyright Peter Salomon, Berlin, 2011

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, Irrtum und Änderungen vorbehalten. Eine auch auszugsweise Vervielfältigung bedarf in jedem Fall der Genehmigung des Herausgebers.

Die hier wiedergegebenen Informationen, Dokumente, Schaltungen, Verfahren und Programmmaterialien wurden sorgfältig erarbeitet, sind jedoch ohne Rücksicht auf die Patentlage zu sehen, sowie mit keinerlei Verpflichtungen, noch juristischer Verantwortung oder Garantie in irgendeiner Art verbunden. Folglich ist jegliche Haftung ausgeschlossen, die in irgendeiner Art aus der Benutzung dieses Materials oder Teilen davon entstehen könnte.
Für Mitteilung eventueller Fehler ist der Autor jederzeit dankbar.

Es wird darauf hingewiesen, dass die erwähnten Firmen- und Markennamen, sowie Produktbezeichnungen in der Regel gesetzlichem Schutz unterliegen.

Vorbemerkungen

Es war die Übergangszeit meiner Kindheit zum Jugendlichen Ende der 1950er – Anfang der 1960er Jahre. Während meine Schulkameraden und Freunde ihre Freizeit in der Regel mit Fußballspielen verbrachten oder anderer, teilweise auch unangebrachter Freizeit-Beschäftigung nachgingen, hockte ich lieber zu Hause in meiner Bastelstube, oder im Keller, um irgendetwas zu bauen.

Schon lange hatten es mir alte Radios aus Vorkriegszeiten angetan, an denen ich meine Neugier ausleben und an meinen Reparaturkünsten üben konnte. Das gelang mir aber nur selten, da einerseits die Ersatzteilbasis noch nicht vorhanden war und andererseits auch mein Verständnis über die Funktion eines solchen Gerätes noch sehr zu wünschen ließ. Des Weiteren fehlte es natürlich auch an geeigneten Mess- und Prüfmitteln, um dem Fehler auf die Spur kommen zu können.

Das Problem mit den Ersatzteilen verminderte sich jedoch immer mehr, je öfter ich dem Auftraggeber sagen musste, dass sein Gerät nicht reparabel war, weil eben die Ersatzteile fehlten. Fast immer konnte ich dann das Gerät zum „Ausschlachten“ behalten – und natürlich auch zum Lernen und Experimentieren.

Anleitung zur praktischen Herangehensweise bei Radio-Reparaturen und das Verständnis für die technischen Zusammenhänge der Röhren-Elektronik habe ich aus Fachüchern entnommen, die ich mir in der Stadtbibliothek ausgeliehen hatte, oder mir zu Weihnachten oder zum Geburtstag schenken ließ. In Dresden gab es aber auch Schülerarbeits-gemeinschaften im Pionierpalast auf dem Weißen Hirsch, wo man unter Anleitung Erfahrener, oft Amateurfunker in die Grundlagen von Theorie und Praxis der Radiotechnik eingeführt wurde. Dort wurde uns auch beigebracht, wenn man sich ernsthaft mit dieser Technik, auch von der praktischen Seite her befassen wollte, bedarf es außer entsprechenden Werkzeugen auch einer gewissen messtechnischer Ausstattung. Vordergründig ging es den Leuten dort aber um die Heranführung von Kindern an den Funksport, um später bei der GST für die vormilitärische Laufbahn das notwendige Interesse zu gewinnen. Das war aber überhaupt nicht mein Ziel, also „fasste“ ich soviel wie möglich Material ab und blieb dann zum Verdruss der Ausbilder weiteren Veranstaltungen fern.

Grundlagen der Bastelstube – mein Elektroniklabor

Eines der wichtigsten Werkzeuge eines Radioelektronikers ist ein geeigneter elektrischer Lötkolben. Also bat ich meine Eltern zum nächstmöglichen Ereignis um einen solchen. Die Enttäuschung war dann ziemlich groß, als ich auf dem Gabentisch zu Weihnachten ein

Ungetüm von einem 200Watt-Lötkolben entdeckte. Mein Vater hatte es gut gemeint und argumentierte, dass man damit ja auch mal einen Topf löten könne. Nun waren wir 15 Jahre nach dem Krieg wahrlich nicht mehr darauf angewiesen einen alten, löchrigen Topf löten zu müssen. Aber so war halt die Denkweise der Kriegsgeneration - besonderes Verständnis für meine Leidenschaft hatte er damit allerdings nicht bewiesen. Meine Mutter gab mir dann heimlich das notwendige Geld, damit ich mir selbst das Richtige kaufen konnte.
Für das sonstige Werkzeug – Schraubenzieher (heute „Schraubendreher genannt“) verschiedener Größe, verschieden Zangen, Feilen, Hämmer und weiters zur Blechbearbeitung konnte ich auf den Fundus meines Vaters und Großvaters mütterlicherseits zurückgreifen. Insbesondere letzterem habe ich viel zu verdanken, unter anderem einen großen schmiede-eisernen Schraubstock, der den Dresdner Bombenangriff unter riesigen Schuttbergen überlebt hatte.
Anders sah es bei der Messtechnik aus. Mein Vater hatte zwar aus seiner früheren Zeit als Handelsvertreter Medizintechnik für Kundendienstzwecke ein einfaches Wechselstrom-Voltmeter – ein so genanntes Weicheisen-Instrument. Das wollte er mir aber nur widerwillig überlassen, weil er glaubte, dass ich damit nicht umgehen konnte. Das Gerät hatte nur einen Messbereich bis 250V, was zwar für Netzwechselspannung geeignet ist, aber z.B. zur Messung von Heizspannungen der Röhren nicht.
Bei meinem Versuch dieses Gerät umzubauen, d.h. mit einer zusätzlichen Wicklung für Niederspannung zu versehen, ist mir leider ein Missgeschick passiert, so das meine Vater recht behielt mit seinem Zweifel an meiner Sorgfalt. Das sollte und musste sich ändern, schließlich wollte ich aus meinen Fehlern lernen!

Plan zum Messgeräte-Park

Mit den Informationen aus der Schülerarbeitsgemeinschaft und dem Studium zahlreicher Fachzeitschriften – insbesondere der damals auch noch in der DDR recht bekannten „Funk-Technik“ [1)] habe ich mir dann einen regelrechten Plan zusammengestellt, in welcher Reihenfolge ich mir welches Messgerät selbst bauen wollte. Dazu gehörten: Röhrenvoltmeter, NF-Generator, HF-Mess-Sender, RLC-Meßbrücke, verschiedene Stromversorgungsgeräte und zum krönenden Abschluss natürlich ein Oszillograph.
Ich kannte die Bilder von Messgeräte-Parks gut eingerichteter Amateurfunker aus den Westzeitschriften, die damals im Wesentlichen die Szene bestimmten.
Zahlreiche Bauanleitungen – auch in der DDR-eigenen „Deutschen Funktechnik“ (die dann

später in „Radio und Fernsehen“ umbenannt wurde) - zeugen davon, dass es zu jener Zeit durchaus üblich war, sich solches alles selbst zu bauen.
Also musste ich das auch können – so der Vorsatz, mit dem ich nur wenig später dann ans Werk gegangen bin.

Erste Begegnungen mit der „Braunschen Röhre“

Als Vorbemerkung sollte noch erwähnt werden, dass ich bereits vor der eigentlichen „Messgeräte-Bauphase“ die Gelegenheit hatte, meine ersten Erfahrungen und Erkenntnisse mit „Braunschen Röhren“ zu sammeln. Grundlage dessen war ein alter Elektrokardiograph (elektronisches Mess- und Aufzeichnungsgerät für Herz- und Kreislauf-Aktivitäten) mit Vorkriegsbaujahr, welcher aus irreparablen Lagerbeständen meines Vaters stammte. Da das Gerät offensichtlich für den mobilen Einsatz im Sanitätsbereich der Wehrmacht vorgesehen war, wurden sämtliche Betriebsspannungen, d.h. Heiz- und Anodenspannung mittels Blockbatterien bereitgestellt. Diese waren natürlich im Nachkriegs-Deutschland „Ostzone“ nicht mehr beschaffbar und außerdem fehlten zwei Spezial-Verstärkerröhren wehrmachtstypischer Bauart (RV12P800).
Im Gegensatz zu den heutigen Geräten gab es bei diesem Gerät keine Schreibstifte, die die Herz-Kreislaufsignale auf Papier zeichnen, sondern diese Signale wurden einer „Braunschen Röhre“ zugeführt, auf deren Bildschirm dann der Kurvenzug abgebildet und auf einen vorbeilaufenden Film aufgezeichnet wurde. Wegen der Lichtempfindlichkeit des Films befand sich die gesamte Anordnung natürlich in einem vollkommen Licht-abgeschirmten Kasten. Das spezielle Filmmaterial gab es natürlich auch nicht mehr.
Die Braunsche Röhre hatte einen blauen Leuchtschirm und nur eine Ablenkeinheit, d.h. eine statisches Ablenkplattenpaar. Ein bei „Braunschen Röhren“ üblicherweise vorhandenes zweites Ablenkplattenpaar mit 90°-Drehung fehlte. Dieses war auch nicht notwendig, weil die zweite Koordinate (Zeitachse) durch den vorbeilaufenden Film gebildet wurde – genau so wie heute beim Papierstreifen eines modernen Elektrokardiographen.

[1)] Die Fachzeitschrift „Funk-Technik, Foto-Kino-Verlag Berlin Borsigwalde “ wurde anfänglich auch noch als Abonnement in der DDR vertrieben. Allerdings konnten später keine neuen Abos mehr abgeschlossen werden und ein vorhandenes Abo war auch nicht übertragbar. So konnte ich zwar von einem alten Rentner einen ganzen Stapel „Funktechnik“ erben, aber eben leider nicht dessen Abo, was dann mit dem Tod des Rentners endete.

Trotzdem hatte das Gerät große Ähnlichkeit mit einem „Oszillographen“ – dem „Non-Plus-Ultra“ eines jeden Amateurlabors.
Nach eifrigem Studium mir zur Verfügung stehender Fachliteratur, z.B. *„Czech – Oszillographentechnik*, Foto-Kino-Verlag Berlin-Borsigwalde“ versuchte ich die zweite Ablenkeinheit in magnetischer Technik, d.h. mit außen an der „Braunschen Röhre“ anliegenden Spulen zu realisieren. Das erwies sich aber schwieriger als erwartet. Zwar konnten mit einigen „Versuchsspulen“ irgendwelche Ablenkungen des Elektronenstrahls bewirkt werden, aber von reproduzierbaren, oder gar vorausberechneten Ergebnissen war ich weit entfernt. Es fehlte vor allem an theoretischem Grundlagenwissen über Magnetismus.
Die in den einschlägigen Fachbüchern enthaltenen Erklärungen und Formeln als solche erschlossen sich mir damals noch nicht als dabei sonderlich hilfreich. Hinzu kam noch die schwierige Handhabung in dem engen Gehäuse des Elektrokardiographen und dann noch bei der sehr gefährlichen hohen Anodenspannung von ca. 800V!
Diese hohe Anodenspannung für die Bildröhre wurde aus der normalen Anodenspannung für die Verstärkerröhren von ca. 120V- mittels eines mechanischen Zerhackers, Trafo und nachfolgender Gleichrichtung erzeugt. Obwohl leistungsmäßig nur wenige Milliampere zur Verfügung standen, musste ich leidvoll erfahren, was ein Stromschlag bei dieser Spannungshöhe für Auswirkungen haben kann. Die Glättungskondensatoren hatten so viel Energie gespeichert, dass meine berührende Hand mit einer wilden Zuckung aus dem Gerät „flog“ und eine Brandblase die Folge war.
Ein abruptes Ende fand dieser Versuch bei einer Messung der Schirmgitterspannung der Bildröhre. Unbeabsichtigt kam es dabei zu einer Verbindung mit einem der benachbarten Heizungs-Anschlüsse, was ein kurzes Aufblitzen innerhalb der Röhre zur Folge hatte und der Heizfaden durchgebrannt war.
Damit war der Umbauversuch zwangsweise beendet, weil an eine Ersatzröhre gar nicht zu denken war und normale Oszillographenröhren, wenn sie schon beschaffbar gewesen wären, das Bastel-Budget bei weitem überschritten hätte.
Das „Oszi“- Projekt wurde für einstweilen als noch nicht realisierbar eingestuft und somit weit nach hinten in der Prioritätenskala geschoben. Das änderte sich ein paar Jahre später, als ich die Gelegenheit hatte, von einem Freund günstig den Bausatz für den berühmten „Oszi 40“ zu erwerben.
(siehe dazu „*Lebenslinien - Der schwere Weg vom Jugendlichen zum Erwachsenen*“von P.S.)

Röhrenvoltmeter nebst Tastkopf

Doch nun zurück zum Röhrenvoltmeter und dessen Tastkopf.

Als erstes aus dem geplanten Messgeräte-Park sollte ein Röhrenvoltmeter gebaut werden. Gründe dafür waren einerseits die Einfachheit des Gerätes und vor allem hätten damit endlich genauere Messungen durchgeführt werden können, als dies mir dem nur zeitweise zur Verfügung stehenden Weicheiseninstrument meines Vaters möglich gewesen war.

Eine gut gehende Bauanleitung hatte ich auch gefunden in der „*Radio und Fernsehen*“ (damals noch ohne „*Elektronik*“) 1959 Heft 4, ab Seite 100.

Natürlich gab es Probleme bei der Beschaffung von Bauteilen, so z.B. das Messinstrument – ein großes Drehspulinstrument mit 50µA Vollausschlag. Zufälligerweise lag aber zu dieser Zeit im Schaufenster des bekannten Dresdner Bastlerladens „Radioquelle“ ein großes 100µA-Drehspulinstrument zum Preis von 50.- Mark. Mehrmals bin ich dort hingefahren, habe sehnsüchtig durch die Scheibe geschaut, aber der Preis war für mich unerschwinglich, auch wenn ich meine Sparbüchse geplündert hätte.

Es war kurz vor meinem 13. Geburtstag. Diesmal bat ich die Verwandtschaft und meine Eltern von allen sonstigen Geschenken Abstand zu nehmen und mir lieber einen kleinen Obolus für meine Sparbüchse zukommen zu lassen. Das hatte funktioniert und stolz bin ich gleich den nächsten Tag wieder zur „Radioquelle“ – ein Glück, das Messinstrument war noch im Schaufenster. Recht ungläubig schaute der Verkäufer mich an, als ich – ein damals noch kleiner Bengel von gerade mal 13 Jahren - den Wunsch nach einem so teueren Teil äußerte. Nachdem ich aber die fünfzig Mark auf den Verkaufstresen gelegt hatte, war der Kauf schnell perfekt. Sorgsam eingepackt und ans Fahrrad gehangen ging es dann wieder nach Hause. Jetzt bloß nicht hinfallen – das waren meine einzigsten Gedanken, bis ich wieder zu Hause war.

Das Fahrrad war übrigens auch so ein „Problemfall“. Der Drahtesel wurde aus Einzelteilen vom Schrott zusammengebaut, weil eine neues kaufen weder für mich, noch für meine Eltern erschwinglich gewesen war. Andauern war daran was kaputt und auch das „Design“ entsprach weder meinem noch den Ansichten meiner Freunde. In dem reichlich ausgestatteten Fahrrad-Einzelhandel gab es zwar fast alles zu kaufen, nur eben nur der Preis war das Problem.

Glücklicherweise stand aber die „Jugendweihe“ vor der Tür und - entsprechend dem Wunsch meiner Eltern - auch noch die „Konfirmation“. Also zwei Feierlichkeiten, die der Sparbüchse regen Zulauf bringen sollte. Dem war dann auch so – die Verwandtschaft und auch die Nachbarn ließen so manchen Geldschein „rüberwachsen“, so dass ich mein Fahrrad nach meinen Vorstellungen nun richtig „aufmotzen“ konnte:

Neu eingespeichtes Vorder- und Hinterrad mit Leichtmetall-Felgen, neues Tretlager mit allem

Zubehör, Gangschaltung mit Freilauf, Sportsattel und vor allem ein „Shopper“-Lenker mit Felgenbremsen gaben dem Fahrrad den seinerzeit richtigen „Pfiff“. Rahmen und Gabel waren die einzigsten Teile, die von den Schrottteilen noch übrig geblieben waren. Deren signalrote Neu-Lackierung rundete das Gesamtbild ab.
Ich war mächtig stolz auf meine „Eigenschöpfung“, mit der ich die gesamte Schulzeit in die EOS und auch zur Lehre im VEB Elektromat bis ins Industriegelände Dresden-Klotzsche gefahren bin.

Gehäuseproblem

Nach dem Ausflug in einige, wenn auch wichtige Nebensächlichkeiten, die das Verständnis um jene Zeit etwas näher bringen sollen, nun wieder zurück zum Röhrenvoltmeter nebst Tastkopf.
Als nächstes war das Gehäuseproblem zu lösen. Von den zwei zur Verfügung stehenden Möglichkeiten – Metall oder Holz – entschied ich mich für letzteres, weil mein Onkel väterlicherseits selbständiger Tischlermeister war und mir sicherlich dafür etwas Ordentliches bauen konnte.
In den Großen Ferien bin ich dann mit dem Fahrrad nach Pulsnitz gefahren, etwa 50km von Dresden entfernt. Mein Onkel, ein griesgrämig-wortkarger Mann mit berufsbedingtem „Buckel“ war von meinem Ansinnen gar nicht begeistert. Von meinen mitgebrachten Zeichnungen nahm er kaum Notiz und eigentlich hatte ich gehofft, die beiden Gehäuse (eines davon war bereits für das nächste Projekt „NF-Generator“ vorgesehen) nach meinem mehrtägigen Aufenthalt gleich mitnehmen zu können. Meine Tante erklärte mir aber, dass er so viel zu tun hat, weil gerade wieder ein Geselle gekündigt hatte und er nunmehr alleine die ganze Arbeit machen müsse. Ich bot ihm meine Hilfe an, was er jedoch mit der Bemerkung ablehnte, dass Kinder in der Tischlerwerkstatt mit all den gefährlichen Werkzeugen und Maschinen nichts zu suchen hätten. Andererseits hatte ihn das auch nicht gestört, als ich noch viel jünger war und ihm bei der Arbeit zugeschaut hatte. So habe ich ihm dann bei „ungefährlichen“ Auf- und Umräumarbeiten geholfen.
Mit seinem Versprechen, meine „Kisten“ so schnell wie möglich zu realisieren, bin ich nach ein paar Tagen wieder nach Hause gefahren.
Einige Tage später kam eine Nachricht aus Pulsnitz – er hatte Wort gehalten.
Also wieder auf’s Fahrrad und die langen Weg dorthin. Die Tante freute sich, weil sie mich mal wieder richtig „durchfüttern“ konnte. Als Nachkriegkind war ich ihrer Meinung nach viel zu schwächlich.

Bei meinen von Neugier geprägten Streifzügen durch das weitläufige Anwesen fand ich in einer Bodenkammer ein mehrbändiges Lexikon – „*Meyers Konversationslexikon von A-Z*“ aus dem Jahre 1871. Mein Interesse daran bekundend und die Frage nach dessen Herkunft stellte sich heraus, dass ein ehemaliger Kunde meines Onkels dieses in Kriegszeiten als Pfand in Zahlung gegeben hatte, dann aber bei einem Bombenangriff mit seiner ganzen Familie ums Leben kam. Groß war die Freude, als ich meinen Onkel nach der Überlassung dieser wunderbaren Wissensquelle fragte und er nach einigem Zögern dann zustimmte.
Die beiden fertigen Kisten wurden rechts und links ans Fahrrad gebunden und mit den dicken Büchern des Lexikon voll gestopft. Leider konnte ich nicht alle 17 Bände auf einmal mitnehmen. So musste ich wohl oder übel noch mehrmals fahren.
Leider ist mir auf der letzten Fahrt ein großes Unglück widerfahren. Auf einer Bergabfahrt bin ich bei rasendem Tempo in einer Kurve mit versandeter Fahrbahn zu Fall gekommen. Das Fahrrad schlitterte einige Meter vor mir und die angebundenen Bücher hatten sich gelöst. Und wie der Zufall es oft ganz böse will – am Ende befand sich eine Brücke über die Eisenbahn. Die Bücher rutschen weiter bis an das Geländer. Zwei von ihnen fielen jedoch in die Tiefe – und jetzt kommt das Verrückteste - ausgerechnet zu jener Zeit fährt dort ein Güterzug mit offenen Güterwagen vorbei! Die beiden Bände waren somit weg und nicht wieder zu beschaffen. Weil ich zunächst meine „Wunden lecken“ musste, konnte ich nicht mal sagen, in welchem Wagen die beiden Bücher wohl gelandet sind. Nachforschungen blieben vergebens. Zu Hause angekommen, habe ich den Verlust dann zwar sehr bedauert, mich letztendlich aber wieder meiner Aufgabe zugewandt.

Die mechanischen Arbeiten

Die mechanischen Arbeiten zur Frontplatte, Chassis und Bügelrahmen gestalteten sich nicht nur sehr schwierig, sondern waren auch sehr langwierig. In der Konstruktion hab ich nicht 1:1 alles übernommen, sondern musste entsprechend der vorhandenen Materialsituation hie und da Anpassungen vornehmen. Außerdem wollte ich auch mein gestalterisches Können und konstruktive Eigenheiten einbringen.
Zunächst mussten die Aluminium-Bleche für Frontplatte und Chassis beschafft werden.
Im volkseigenen Metallurgiehandel auf der Leipziger Strasse gab es aber kein „Buntmetall“ – wozu auch Aluminium gehört. Glücklicherweise gab und gibt es immer noch in Dresden einen privaten Metall-Handel, das „Messinghaus Rehlken“ im Obergraben in Neustadt – also unweit von meinem Zuhause und mit dem Fahrrad gut zu erreichen. Dort konnte man sich die gewünschten Maße gleich millimeter-genau mit einer Tafelschere zuschneiden lassen, so dass

die Bleche eben bleiben und keine Verformungen durch den Schnitt eintraten.
Da natürlich keine Stanzwerkzeuge zur Verfügung standen, mussten alle größeren Löcher mittels „Ausbohren“ und anschließendes Feilen hergestellt werden. Auch für das Bohren normaler Löcher bis 6mm stand nur eine Handkurbel-Bohrmaschine zur Verfügung. Eine elektrische Bohrmaschine bis 13mm konnte ich erst nach der Liquidierung des Betriebes, in dem mein Vater bis zu letzt arbeitete, mein eigen nennen.
Auch die Formbügel wollte ich zunächst aus Alu-Blechstreifen herstellen. Jedoch erwiesen sich 2mm-Blechstreifen als zu unstabil und dickeres Material brach jedes Mal beim Abkanten. In einer zweiten Version habe ich diese dann aus blankem Eisenblech hergestellt. Auch diese 20mm breiten Blechstreifen habe ich mir vom VEB Metallurgiehandel in der Leipziger Strasse direkt von einer 1m-Tafel abschneiden lassen. Die Material-Kosten waren vergleichsweise so gering, so dass es mein monatlich stets zu kleines Budget nur wenig belastet hatte.

Andere Materialprobleme

Als Netztrafo konnte ich einen geeigneten aus meinen „ausgeschlachteten“ Beständen verwenden. Andere Bauteile, wie z.B. die Röhre ECC81, die ich anstelle der in der Bauanleitung angegebenen 6SN7 verwendete, musste ich ebenfalls käuflich erwerben. Diese waren jedoch so preiswert und demzufolge erschwinglich, dass keine negativen Auswirkungen auf nachfolgende Projekte entstanden.
Ein kleines Problem war die Beschaffung geeigneter, engtolerierter Widerstände für den Messbereichs-Spannungsteiler. Durch Ausmessen von Standard-Widerständen mit Hilfe meines Freundes konnte auch dieses Problem gelöste werden. An Spezial-Widerstände mit geringem Temperaturgang, z.B. Metallschicht-Widerstände, war natürlich damals für mich noch nicht zu denken.

Zusammenbau

Nachdem alle mechanischen Vorarbeiten erledigt waren, erfolgte das Zusammenschrauben von Frontplatte mit dem Chassis und den Formbügeln. Danach kam die Montage aller Frontplatten-Elemente, gefolgt von den Chassis-Bauelementen und zum Schluss musste noch die Verdrahtung zusammen gelötet werden. Hier waren dann das erste Mal wirklich meine Lötkünste gefordert, denn bedingt durch die Hochohmigkeit der Eingangsschaltung des Röhrenvoltmeters durfte keine übermäßige Benutzung von Flussmittel – und hier ging sowieso nur Kolophonium – erfolgen.

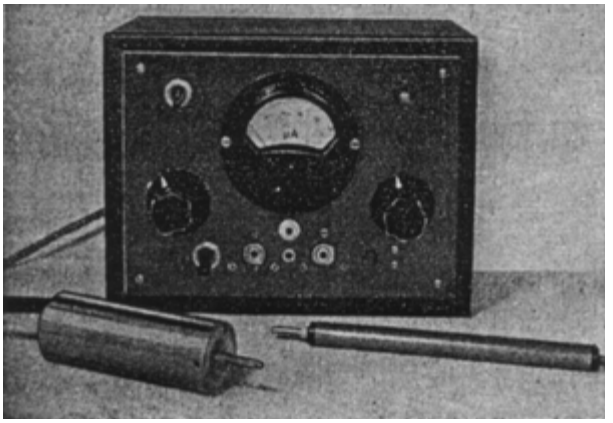


Bild 1: Das fertige Röhrenvoltmeter (Bild ist aus der „Radio un Fernsehen“)

Vor der Erstinbetriebnahme habe ich dann noch einmal ganz sorgfältig die ausgeführte Verdrahtung mit dem vorliegenden Schaltplan überprüft. Trotzdem habe ich sicherheitshalber vor dem Einschalten der Netzspannung das Mikroamperemeter abgeklemmt, damit im Falle eines Fehlverhaltens nicht das teure Instrument zerstört werden konnte. Anstelle des Mess-instrumentes wurde ein 50mA-Lämpchen angeschlossen, was bei kurzgeschlossenem Eingang eigentlich nicht leuchten sollte, wenn die Brückenschaltung des Röhrenvoltmeters ordnungsgemäß auf „Null“ abgeglichen werden konnte.

Inbetriebnahme und Erprobung

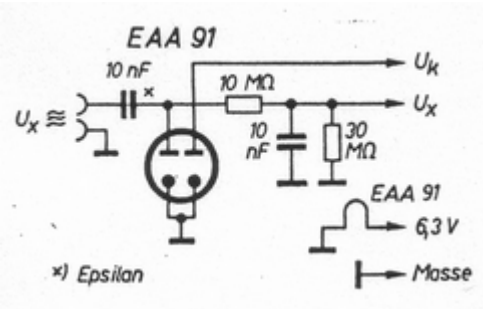
Die Erst-Erprobung verlief zur vollsten Zufriedenheit und nach dem Einfügen des Mikroamperemeters konnte dann auch der Feinabgleich erfolgen. Hierbei stellte sich aber bald heraus, dass ein gewisser Temperaturgang vorhanden war, d.h. der Abgleich musste nach einer kurzen Einlaufzeit jedes Mal noch einmal korrigiert werden.
Die Überprüfung der Messgenauigkeit, bzw. die Eichung erwies sich zunächst als unlösbares Problem. Ein genaues Vergleichsinstrument stand nicht zur Verfügung, so dass nur eine grobe Überprüfung auf Basis des alten Dreheiseninstrumentes meines Vaters möglich war.

Da die normalen Messbereiche nach der Auslegung in der Bauanleitung nur Eingangs-spannungen bis maximal 50V zuließen, habe ich einen hochohmigen 1:10-Eingangs-spannungsteiler vorgesehen, welcher aber nur für den 500V-Bereich eingeschaltet wurde. In der Original-Schaltung war dieser Eingangsspannungsteiler in einem Tastkopf vorgesehen, was ich aber für den normalen Messbetrieb als zu umständlich empfand.
Soweit war das schon die erste Modifikation der Original-Schaltung.

Wechselspannungs-Tastkopf

Da Röhrenvoltmeter gemeinhin nur Gleichspannungen messen, muss zur Messung von Wechselspannungen ein Gleichrichter vorgeschaltet werden. In der Fachliteratur gibt es aber auch andere Konzeptionen, wonach die Gleichrichtung mittels einer Graetzschaltung von Gleichrichterdioden – einem so genannten „Sirutor“ - direkt vor dem Messinstrument vorgenommen wird. Temperatur-, Frequenz- und Linearitätsprobleme lassen jedoch nur auf wenig Erfolg hoffen.

In der Bauanleitung wurde deshalb ein Tastkopf mit einer einfachen Einweggleichrichtung vorgesehen, wobei die bei Röhren typische Anlaufspannung mit einem zweiten Diode-System (Duo-Diode EAA91) am anderen Eingang des Röhrenvoltmeters kompensiert wurde. Trotzdem lassen sich Nichtlinearitäten, besonders bei Wechselspannung kleiner 1V nicht vermeiden.



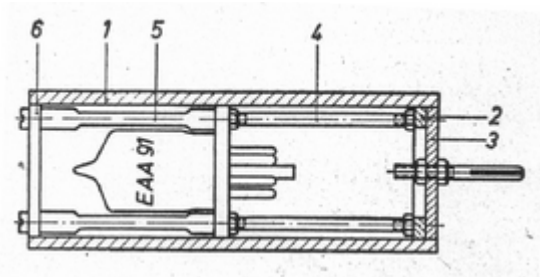


Bild 2: Der Tastkopf aus der Bauanleitung

Und hier setzt nun meine zweite „Innovation“ an.

Da ich insbesondere auch Wechselspannungen im NF-Bereich mit Größenordnungen im mV-Bereich messen wollte, war dieser Tastkopf somit nicht besonders geeignet.

Als ich mir wieder einmal bei „Radioquelle“ die Schaufensterauslagen anschaute, war dort auch eine Röhre des Typs EABC80 ausgestellt. Diese kannte ich noch nicht und habe deshalb zu Hause gleich mal im „Beier“-Röhrentaschenbuch nachgesehen.

Es handelte sich um eine Röhre mit sage und schreibe 3 Systemen:

eine Duo-Diode wie die EAA91, noch ein weiteres Dioden-System und eine Triode.

Beim Betrachten des Röhrenschaltbildes hatte ich dann die entscheidende Eingebung:

Wie wäre es, wenn ich mit dem Triodensystem zunächst das mV-Signal verstärke und anschließend mit dem Duo-Diodensystem die normale Gleichrichtung, wie in der Bauanleitung vornehme.

Erste eigene Entwicklung

Gesagt – getan, d.h. eigentlich „ausgedacht und umgesetzt“ war es dann relativ einfach. Da die Röhre etwas dicker in der Bauform als die EAA91 ist, musste auch ein etwas größeres Gehäuse her. Hier bot sich nun der Alu-Becher eines ausgedienten Elkos an, dessen Oberseite bereits einen geeigneten Durchbruch von dem damals noch allgegenwärtigen Überduckventil hatte. Der Durchbruch war sinnigerweise mit einem ovalen Querschnitt ausgeführt, so dass es mit gelang, anstelle des einen Taststiftes im Original nunmehr zwei vorzusehen.

Die Drehteile aus Kunststoff mussten mittels eines Hand-Kreisschneiders aus dem Werkzeugfundus meines Vaters aus einer „weggefundenen“ PVC-Platte geeigneter Dicke herausgeschnitten werden. Eine Drehbank zur weiteren Feinbearbeitung stand damals natürlich nicht zur Verfügung.

Als Stromversorgung diente das Netzteil des Röhrenvoltmeters. Da die Verstärkung des Triodensystems der EABC80 sehr von der anliegenden Anodenspannung abhängt, musste noch eine Stabilisierung mittels eines Glimmröhren-Stabilisators nachgerüstet werden. Die dazu erforderlichen Nacharbeiten mechanischer Art am fertig montierten und verdrahteten Chassis waren mit besonderer Sorgfalt und Umsicht durchzuführen, was natürlich wiederum mit einem hohen Zeitaufwand verbunden war.

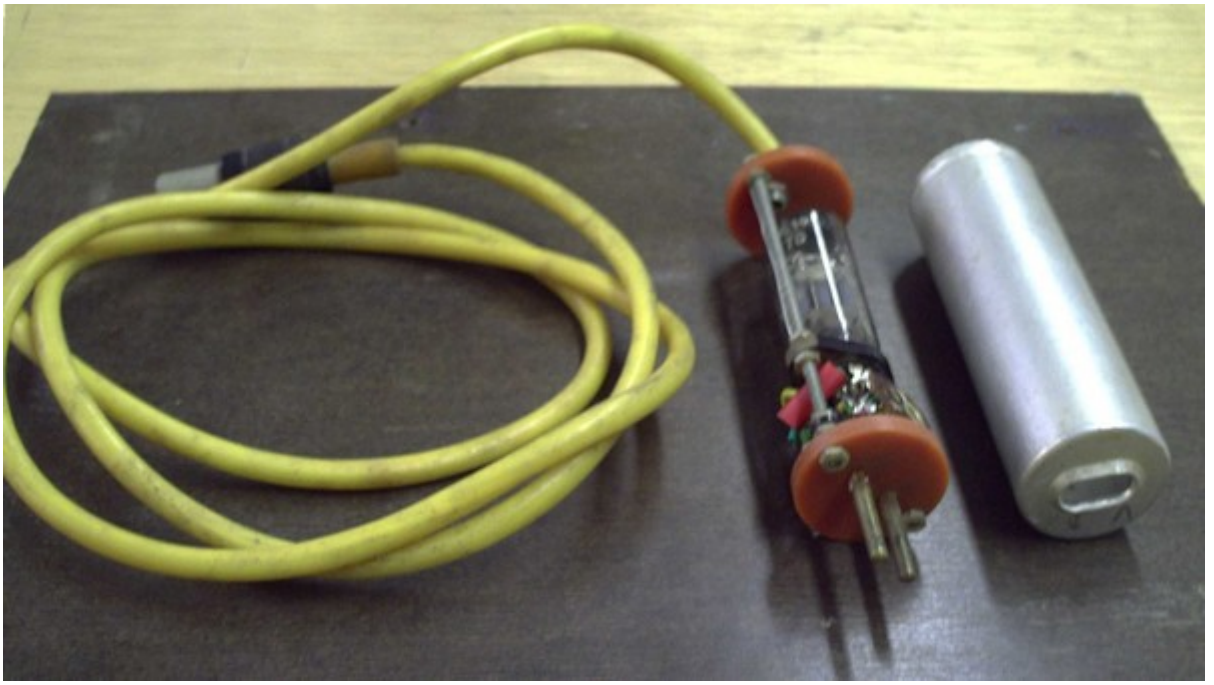
Der Tastkopf wurde mit einem mehradrigen, selbst hergestellten Kabel über eine handelsübliche Diodenbuchsen-Steckverbindung mit dem Röhrenvoltmeter verbunden. Für das Kabel mussten mehrere Einzellitzen - wobei zwei abgeschirmte Leitungen verwendet wurden - in einen entsprechend großen Isolierschlauch eingezogen werden. Das war an und für sich keine komplizierte Arbeit, aber in diesem Fall doch sehr mühsam.

Besonders schwierig erwies sich zunächst die Eichung des Gerätes. Schaltungsbedingt war mit einer Verstärkung von ca. 100 zu rechnen, so dass Wechselspannungen – auf jeden Fall im NF-Bereich - bis zu 10mV Vollausschlag noch messbar sein sollten. Die Verstärkung läßt sich mit einem Trimm-Regler einstellen, dessen Temperaturgang sich aber später dann wieder als Problem herausstellen sollte. Die in dem Blechgehäuse untergebrachte Röhre erzeugt doch eine Menge Verlustleistung und somit eine regelrechte „Stauhitze“ im Inneren des Tastkopfes.

Bevor also Messungen stattfinden sollten, musste Röhrenvoltmeter und Tastkopf wenigstens 30 Minuten „vorgeheizt“ werden.

Wie aber sollten die Einstellung der Verstärkung und damit die Eichung des Gerätes stattfinden, ohne geeignete Vergleichsinstrumente? Das Problem wurde wieder mit einem Spannungsteiler gelöst, der an eine messbar eingestellte Wechselspannung angeschlossen war

und dessen Teilerspannungen entsprechend dem Widerstandverhältnis dann bekannt waren. Die Widerstände für den Spannungsteiler hatte ich mir wiederum von meinem Freund ausmessen lassen. Trotzdem war das Verfahren in Anbetracht der zur Verfügung stehenden Messmittel recht ungenau.



Nachtrag

Erst ein Jahr später konnte ich dann eine Überprüfung mit einem kommerziell hergestellten Messgerät vornehmen. Als 14-Jähriger durfte ich in den Großen Ferien das erste Mal arbeiten gehen und aus meiner Sicht “richtig“ Geld verdienen. Meine Mutter war bei der Deutschen Reichsbahn beschäftigt und hatte mir einen 3-wöchigen Ferienjob in der Gepäckaufbewahrung im Neustädter Bahnhof besorgt. Den Erlös von mehreren hundert Mark der DDR einschließlich „Trinkgeld“ verwendete ich u.a. für den schon lange gehegten Kaufwunsch eines Vielfachmessgerätes, den „Vielfachmesser III“ vom VEB Messgerätewerk Mellenbach. Im Fachjargon wurde das Gerät wegen seiner mehrfarbigen Schalterskala auch „Bunte Kuh“ genannt.

Gekauft habe ich es wieder bei „Radioquelle“ in der Schweriner Strasse. Der Verkäufer machte auch diesmal eine ungläubige Bemerkung, wie damals beim Kauf des 100µA-Instruments. Doch in dem Fall ging es um ca. 300.-M und erst als ich ihm glaubhaft versicherte, dass das der Erlös meiner Ferienarbeit ist, kam dann auch der Kauf zustande. Dieses Messgerät hat mir im Laufe meiner langjährigen Bastelpraxis viele unschätzbare

Dienste geleistet, u.a. dann auch noch bei den Fernsehreparaturen während meines Studiums (siehe dazu die PS-Geschichte „*Der Beat und die Elektronik*“).
Mit dem Röhrenvoltmeter einschließlich Tastkopf, dem danach noch entstandenen „Durchstimmbaren NF-Generator“, zwei regelbare Stromversorgungs-Netzteile und dem später dann auch noch gebauten „Oszi40“ (siehe Bauanleitung in Radio und Fernsehen 1958, H13, S411ff, H14, S457ff; dazu die PS-Geschichte „*Lebenslinien – der schwere Weg vom Jugendlichen zum Erwachsenen*“) stand mir schon ein recht brauchbares Elektroniklabor-Instrumentarium zur Verfügung, mit dem eine Vielzahl von Projekten bearbeitet wurden. Literaturhinweise in „*Der Beat und die Elektronik*“ belegen dies.

Bemerkenswert sind noch einige Details zur Konstruktion der beiden Netzteil-Geräte.
Beide wurden während meiner Lehrzeit als Elektromechaniker gebaut - unter „Zuhilfenahme einiger Möglichkeiten“ im VEB Elektromat Dresden. Sie sind elektronisch geregelt und in ihrer Ausgangsspannung einstellbar.
Für das Gerät für hohe Gleichspannungen bis ca. 200V- wurde als Stellglied eine Röhre EL81 eingesetzt, welche aus einem ausgeschlachteten Fernseher stammte. Als Netztrafo kam ein geeigneter aus einem geschlachteten Radio zum Einsatz, womit auch mehrere unterschiedliche Heizspannungen zur Verfügung standen.
Das Gerät für kleine Gleichspannungen bis ca. 30V- hat als Stellglied schon einen Ge-Leistungstransistor, allerdings russischer Bauart (P4B), weil die damals verfügbaren Leistungstransistoren aus dem HFO (Serie GD1xx) nicht genügend Verlustleistung verkraften konnten und somit nicht einmal 0,5A Ausgangsstrom kurzschlussfest realisierbar gewesen wäre.
Vorgesehen waren auch entsprechende Messinstrumente für Strom und Spannung am Ausgang. Da ich immer noch hoffte, geeignete Instrumente irgendwo „wegfinden“ zu können, wurden zunächst „Attrappen“ in Form alter ausgedienter, nur noch als Gehäuse bestehender Instrumente eingebaut. Dabei ist es dann bis heute geblieben!
Interessant ist auch die für mich damals neuartige Chassis-Konstruktion gewesen.
Bei meinen Streifzügen durch die riesigen Hallen im Industriegelände II - Dresden Klotzsche des ehemaligen Flugzeugwerkes wurden auch regelmäßig die diversen Abfallbehälter inspiziert. Schon damals war man angehalten materialmäßig streng den Abfall zu sortieren – Stahl, Buntmetalle (Aluminium, Kupfer, Messing) und Kunststoffe (z.B. PVC) jeweils in getrennten Behältnissen. Da es auch ein „offizieller“ Lehrmeister-Auftrag war, gab es

keinerlei Bedenken beim Durchwühlen der Behältnisse und die dort tätigen Arbeiter kümmerten sich auch nicht darum.
Außer einigen Abschnitten aus sonderbar hartem Aluminium (wie sich später herausstellte eine nicht biegbare Aluminium-Magnesium-Legierung - offensichtlich noch aus alten Beständen des ehemaligen Flugzeugwerkes, fielen mir auch diverse PVC-Plattenabschnitte in die Hand, die man sicherlich gut gebrauchen konnte. Die PVC-Verarbeitung war wesentlich einfacher und vor allem – man konnte das Material wunderbar scharfkantig biegen. Dazu musste es allerdings erhitzt werden, aber nur an der Biegekante!
Wie macht man so etwas? –
Es wurde ein ca. 1mm dicker Widerstandsdraht entsprechender Länge zwischen zwei Porzellanisolatoren gespannt, welcher mittels eines leistungsstarken Heiztrafos zum dunkelroten Glühen gebracht wurde. Wird nun die PVC-Platte in geringem Abstand lange genug dicht über dem Glühdraht gehalten, so wurde der „bestrahlte“ Streifen weich und die Platte ließ sich einfach abwinkeln, wobei die warme Seite außen und die kalte innen war. Diese „Glühdraht-Biegevorrichtung“ ist heute noch erhalten geblieben.

- ende -