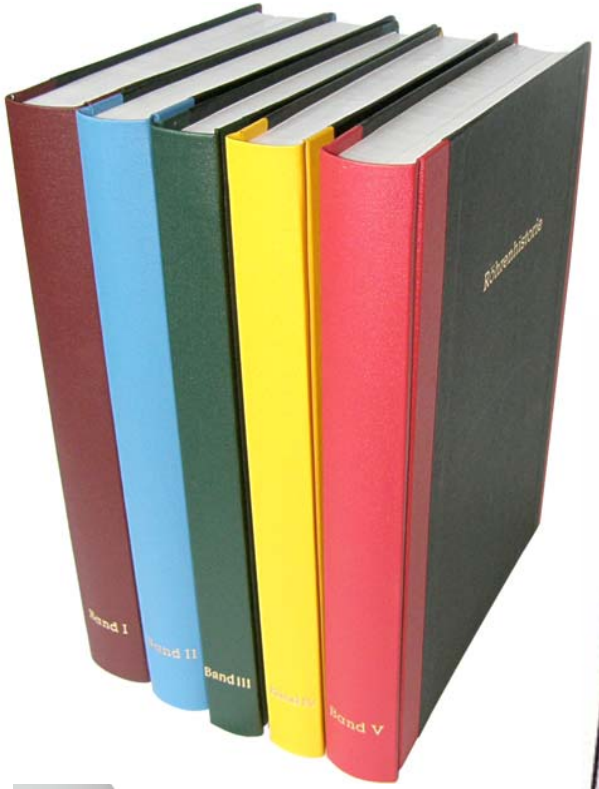
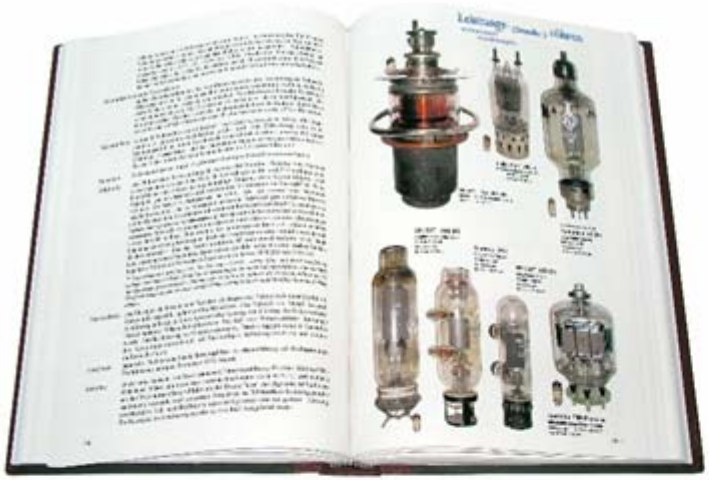
100 Jahre - Technikgeschichte und die Elektronenröhre



BAND I



BAND II Firmenportraits

Inhaltsverzeichnis

BAND I Seiten

1. **Vorwort**
   Ein Jahrhundert Zeitgeschichte der Elektronenröhre 01 - 42
2. **Meilensteine der Röhrenentwicklung** 43 - 50
   Deutsche Röhrenpatente der ersten drei Jahrzehnte 51 - 70
   Entwicklungen Deutscher Röhren - Erscheinungsjahre / Flussdiagramm 71 - 74
   Bewertung der Röhrenentwicklung Stand 1923 / Fortentwicklungen 75 - 98
3. **Technologie der Elektronenröhre** **99 - 158**
   Die Glühkathode - Aktivierte Zusammenstellungen
   - Spezialkathoden, - Katodenbelastbarkeit 99 - 126
   Röhren-Zuverlässigkeitskriterien:
   - Qualitätsklassifizierung, - Prüfungen, - Lebensdauer 127 - 150
   - Störgeräusche: Brummen, Klingen, Rauschen... 151 - 158
   Anwendungen eines Röhrenherstellers zu zuverlässigen Röhren 159 - 170
   Röhrenentwicklung "Kaltkit" aus Anwendersicht 171 - 176
4. **Röhren-Lexikon** - Definitionen von A ➔ Z 177 - 342
   - Röhrenbegriffe in sechs Sprachen 343 - 350
5. **Codierungen** **351 - 496**
   Chronologie der Röhrensockel 351 - 374
   Röhrenschlüssel - Normierungen 375 - 400
   Fertigungskennungen Valvo/Philips, Telefunken usw. 401 - 454
   Röhrenpreise 1930 bis 2000 und volkswirtschaftliche Betrachtungen 455 - 496
6. **Literaturzusammenstellung** **497 - 534**
   Valvo - technische Informationen für die Industrie 497 - 500
   Die Telefunken Röhre und 30 Jahre Telefunken-Zeitung 501 - 534

BAND II

Firmenporträts
RRF Valve - das Röhrenwerk Hamburg
Telefunken - Röhrenera
RFT und Gmom Röhren
Biller - Röhren

BAND III

Max Funke - Röhrenprüfgeräte
Röhrenregenerierung, Anleitung, Gerätebeschreibung

BAND IV

Militärröhren Deutsches Reich 1933-1945
Übersicht und technische Entwicklungsdetails

BAND V ZUSAMMENSTELLUNGEN

1. **Röhrenhersteller / Brands - Kartons / Label**
2. **Röhrendaten und -Sockelschaltungen 1920 - 1970**
3. **Vergleichsübersichten Rundfunkröhren** - moderne/alte Typen

Inhalts-
Kurzübersicht
BAND I bis V

BAND III
Röhrenprüfgeräte Funke

BAND IV Deutsche Wehrmacht

BAND V Brands / Signets
techn. Daten
Vergleichslisten

Inhaltsverzeichnis

BAND I Seiten

1. **Vorwort**
Ein Jahrhundert Zeitgeschichte der Elektronenröhre 01 - 42
2. **Meilensteine der Röhrenentwicklung** 43 - 50
Deutsche Röhrenpatente der ersten drei Jahrzehnte 51 - 70
Entwicklungen Deutscher Röhren -Erscheinungszeiten / Flussdiagramm 71 - 74
Bewertung der Röhrenentwicklung -Stand 1923 / Fortentwicklungen 75 - 98
3. **Technologie der Elektronenröhre** **99 - 158**
Die Glühkatode -funktionelle Zusammenhänge
-Spezialkatoden, -Katodenbelastbarkeit 99 - 126
Röhren-Zuverlässigkeitskriterien:
-Qualitätsklassifizierung, -Prüfungen, -Lebensdauer 127 - 150
-Störgrößen: Brummen, Klingen, Rauschen ... 151 - 158
Aufwendungen eines Röhrenherstellers zu zuverlässigen Röhren 159 - 170
Röhrenentwicklung "Kalkül" aus Anwendersicht 171 - 176
4. **Röhren-Lexikon** -Definitionen von *A* ➢··➢ *Z* 177 - 342
-Röhrenbegriffe in sechs Sprachen 343 - 350
5. **Codierungen** **351 - 496**
Chronologie der Röhrensockel 351 - 374
Röhrenschlüssel –Normierungen 375 - 400
Fertigungskennungen Valvo/Philips, Telefunken usw. 401 - 454
Röhrenpreise 1930 bis 2000 und volkswirtschaftliche Betrachtungen 455 - 496
6. **Literaturzusammenstellung** **497 - 560**
Valvo technische Informationen für die Industrie 497 - 500
Die Telefunken Röhre und 30 Jahre Telefunken-Zeitung 501 - 560

BAND II

Firmenporträts
RRF Valvo das Röhrenwerk Hamburg
Telefunken Röhrenära
RFT und Gnom Röhren
Hiller -Röhren

BAND III

Max Funke -Röhrenprüfgeräte
Röhrenregenerierung, Anleitung, Gerätebeschreibung

BAND IV

Militärröhren Deutsches Reich 1933-1945
Übersicht und technische Entwicklungsdetails

BAND V ZUSAMMENSTELLUNGEN

1. **Röhrenhersteller / Brands - Kartons / Label**
2. **Röhrendaten und -Sockelschaltungen 1920 - 1970**
3. **Vergleichsübersichten Rundfunkröhren** moderne/alte Typen

Teilauszug als Beispiel

Zuverlässigkeitskriterien

bestimmend für Qualität und Lebensdauer

Lebensdauer

Die Lebensdauer einer Röhre ist in großem Maße durch konstruktive Vorgaben bestimmt. Anhand der Triode PTT 301 [die CETT-Röhre] von CSF/Frankreich, die für eine garantierte Lebensdauer von 100 000 Betriebsstunden und Seekabeleinsatz konzipiert wurde, lässt sich dies gut aufzeigen. Diese von CSF garantierte Betriebszeit ist beachtlich, denn für normale Oxidkatodenröhren mit < 200 mA/cm² Katodenbelastung stehen lediglich max. 2000, für normale Langlebensdauerröhren je nach Typ und Anwendung dagegen 10 000 bis zu 30 000 Betriebsstunden. Von großer Wichtigkeit ist die richtige Einstellung der Betriebstemperatur, denn hohe Temperaturen können Gasreste freisetzen, die zu Katodenvergiftungen führen und als häufigste Ursache für Emissionsverlust und verminderte Lebensdauer stehen. Um betriebsbedingte Gasaustritte zu vermeiden, wurden hochwertige Werkstoffe, Reinstmetalle, eingesetzt und thermisch aufwendig vorbehandelt. Für die Gitter wurden dünnste Molybdändrähte [8 µm] und für Gitterstege gezogene vergoldete Molybdänstäbe [0,5 mm] verwendet. Außerdem setzte man ein hochschmelzendes Glas ein, um schon während des Pumpens bei hohen Temperaturen eine bessere Entgasungen durch-führen zu können. So ließen sich bereits Werte von knapp 10^{-6} Hg -sonst meist 10^{-4}- erreichen. Beim Verschmelzen des Kolbens mit dem Röhrenfuß waren entsprechende Fertigungstechnologien erforderlich, damit die eingesetzten Flammen am Glasfluss wenig Oxidation verursachten. Das Getter und die Katode wurden reichlich mit Bariumreserven ausgestattet. Bevor Röhren dieser Qualitätsklasse zur Auslieferung kommen, durchlaufen sie, um Frühausfälle auszuschließen, aufwendige Prüfungen und zur Stabilisierung chemischer Abläufe, ausgeklügelte Brenn- und Formierungsprozesse, sowie 4000 Betriebsstunden dauernde Voralterung.

Qualitätsklassifizierung

Im Herstellungsprozess einer Röhre können verschiedenste Unzulänglichkeiten entstehen, die zu einer Qualitätsminderung bei der fertigen Röhre führen. Die Qualität kann in ein Erzeugnis nicht hinein gemessen bzw. hinein gefertigt werden, sondern muss ihre Grundlage schon in der Entwicklung finden. Die richtige Materialwahl, eine ausgefeilte Technologie, eine gut vorbereitete Überleitung aus der Entwicklung in die Fertigung sind Kernpunkte für qualitativ hochwertige Erzeugnisse.

Qualität beginnt mit der Wareneingangskontrolle** und läuft über die Einzelteilekontrolle bis zum

** *siehe Eingangskontrollen mit chemisch-analytischen Untersuchungen und fotometrischer Materialprüfung*

fertigen Produkt mit der Endkontrolle. In Großserien der Massenfertigung sind Methoden der statistischen Qualitätskontrolle unerlässlich, damit sich mit niedrigstem Aufwand ein Höchstmaß an Sicherheit erlangen lässt. Für die Qualitätsfeststellung bei großen Prüfposten kommen weltweit aus Wirtschaftlichkeitserwägungen meist Stichprobeentnahmen mit verschiedenem Bewertungssystem zur Anwendung, wie:

- Stichprobepläne des AWF [**A**usschuss für **W**irtschaftliche **F**ertigung]
- Philips-Standardstichprobensystem
- Prüfpläne für Stichprobenprüfung VG 95083 des Bundesamtes
- Prüfsystem von Wehrtechnik und Beschaffung
- amerikanischer Military Standard No.105
- amerikanischer Military Standard No.414

Die Qualitätskontrolle hat die Zustände zu erfassen, Exemplare auszumustern oder gegebenenfalls sie in Güteklassen nach Toleranzabweichungen zu selektieren. Für Ursachen fertigungstechnischer Fehler bei Röhren stehen verschiedene Zustände, wie z.B. gestauchte Gitterstege, deformierte Katoden, Glimmerbeschädigungen, Unsymmetrien im Systempäckchen, Heizerunterbrechungen, schlechte Punktschweißungen, Heizer-Katodenschlüsse, Kriechströme, Spratzen, Glasfehler, Vakuum bzw. Gase ...usw., die verschiedenste Auswirkungen verursachen. Selten, weil dies meist in einbezogenen Versuchsabteilungen und Nullserien vorher erkannt wurde, stehen konstruktionsbedingte Fehler, die zu Nachbesserungen oder technologischen Abänderungen führten, z.B. Umstellung der Anodenblech-Al-Bedampfung auf Ni-Besprühung, Emissions-Schichtdickenherabsetzung zur Schichtwiderstandsreduzierung, Umsetzen auf Sprühtechnologien, verbesserte Emissionspasten oder gar mechanische Umkonstruktionen usw.. Änderungen der Konstruktion werden erforderlich, wenn z.B. bei Gitterstegen aus Kupfermateldraht thermisch bedingt der Kupfermantel wandert oder Emissionsmaterial der Katode auf das Steuergitter dampft, sich dadurch die Durchmesser der Gitterdrähte vergrößern und zu einer Abnahme des Durchgriffs und des Anodenstromes führen, gleichzeitig sich der Schichtwiderstand der Emissionsschicht erhöht und einen Rückgang der Steilheit verursacht; oder wenn z.B. der Heizer die Katodenhülse nicht voll ausfüllt, die vorgeschriebene Temperatur somit nicht mehr erreicht wird, usw.. Gitter sind besonders an den Enden empfindlich gegen Deformierung. Treten Stauchungen auf, ist ein zentrischer Aufbau infrage gestellt, der Abstand Katode-Gitter nicht über die gesamte Länge gleich, die elektrischen Daten werden außerhalb der vorgegebenen Toleranz liegen. Geplatzte oder verschobene Gitterwindungen, wenn sie keine Kurzschlüsse verursachen, rufen unkontrollierte Restströme, Schwanzströme hervor. So bleiben dann auch bei hohen negativen Gitterspannungen zwischen den Gitterwindungen Schlupflöcher für die Elektronen auf dem Weg zur Anode. Isolierpastenschäden, lose Systemteile, Kurzschlüsse durch Fremdkörper, verdrehte Systeme, schlechtes Vakuum usw. verursachen Fehler mit Störge-räuschen wie Kracheln, Klingen, Pfeifen, Brummen oder Rauschen. Kracheln kann durch schlechte Elektrodenschweißungen oder Wackelkontakte entstehen. Klingen durch Anodenstromschwankungen ausgelöst von mechanischen Erschütterungen, mit schwingenden Gitterwindungen oder schlechten Glimmerfixierungen. Klingerscheinungen treten bei HF- wie NF- Röhren auf, sind bei NF-Röhren jedoch durch die größere Nachverstärkung auffälliger. Brummen kann Heizer/Katode isolationsbedingt sein, Kapazitätsvergrößerungen Gitter/Katode führen zu Gitterbrummen, verbogene Anschlüsse zum Heizer mit zu geringem Abstand zum Gitteranschluss verursachen induzierte Störspannungen mit Induktionsbrummen. Isolations-Kriechströme bewirken Isolationsrauschen. Metalldampfniederschläge auf Isolierteilen oder dem Bodenteller führen zu Kriechströmen mit Störgeräuschen. Schlechtes Vakuum durch ungenügend entgaste Werkstoffe, mangelhafte Getterung oder Fußtellerundichtigkeit erzeugt Stossionisation und Gasionenrauschen. Störgeräusche durch Unregelmäßigkeiten der Elektronenbewegung von der Katode zur Anode treten dabei als Begleiterscheinung auf. Da die aufgeführten Fehler wiederkehrenden Charakter haben, können sie gruppiert werden. Die Festlegungen sind teilweise firmenspezifisch getroffen und wurden bei DDR Erzeugnissen beispielhaft im TGL 7054 (DDR) festgeschrieben, in folgenden Gruppen definiert:

Gruppe A: erfasst Röhren durch statisch gemessen nachgewiesene Fehler, wie z.B.
A0: kein Anodenstrom . . . . . A6: Isolationsfehler

Gruppe B: mechanisch bedingte Fehler, wie z.B.
B1: Elektrodenschluss, einschließlich Kurzschluss Heizer/Katode
B7: Fremdkörper

Gruppe C: subjektiv erfasste dynamische Fehler, wie:
C1: Pfeifen, Blubbern
C4: Brummen

Gruppe D: verschiedene Fehlerursachen, wie z.B.:
D1: schlechtes Vakuum

Den Qualitätszustand einer Röhre für den Abnehmer erkennbar zu machen, das haben nur wenige Röhrenhersteller konsequent durchgeführt. Röhren aus DDR Produktion von RFT wie vom FWE, Neuhaus RWN, WF usw., weisen eine diesbezügliche Codierung auf.

Qualitätscodierung RFT Röhren nach TGL 3933:

Stempelungen in einem eckengerundeten Dreieck mit in ihm stehenden Zeichen bedeuten:

⇒ ohne Kennzeichnung ⇨ während der Erprobung, Nullserien, vor der ersten Qualitäts-Bewertungs-Einstufung

1 ⇒ Röhren 1. Güteklasse ⇨ Serienfertigung-, wenn alle Prüfungen bestanden waren, Qualität im Durchschnitt gleichartiger auf dem Weltmarkt angebotener Erzeugnisse war und TGL-Prüfungen einhielt

2 ⇒ Röhren 2. Güteklasse ⇨ Erfüllung der Mindestanforderung, Rückstufung wegen erhöhter Reklamationsquote, die noch keine Sperrung erforderlich machte, für Verwendungszweck geeignet.

= ⇒ größere Toleranzabweichungen (Vermarktung u.U. als NO-Name Produkt in Abstimmung mit ASMW)

S ⇒ Sonderfreigabe

goldenes Q freistehend ⇨ quantitative Anforderungs-Erfüllung bei Chargen-Stichproben mit Reklamationsquote "0".

1 im Q stehend ⇨ höchste Qualitätsstufe, alle TGL-Bedingungen sind unter verschärfter Typprüfung bzgl. Klima-, Stoß- u. Schütteltest erfüllt. Ein Zeichen für Erzeugnisse, die mit einer Technologie hergestellt wurden, die den Welthöchststand repräsentieren, mit über dem Durchschnitt stehender Güte, oft zusätzlich mit TGL gestempelt. Gütezeichen wurden vom ASMW (**A**mt für **S**tandardisierung **M**ess-u. **W**arenprüfung vergeben).Mit **Q1** gezeichnete Röhren lassen einen Betrieb von >10000 Stunden erwarten, belegt durch Lebensdauertest. Q1 Röhren repräsentieren einen Massenwaren-Qualitätsstandard, der von keinem anderen Hersteller erreicht wurde.

zusätzliche Markierung mit einem **B** = Spezialröhre für spezielle Zwecke... garantierte Lebensdauer 2000 h
mit einem **E** = Verwendung in elektronischen Applikationen, Lebensdauer garantiert bis 5000 h

Diese Qualitätsnormierungen wurden unter TGL-Maßgabe [**T**echnische **G**üte- und **L**ieferbedingungen], und TKO [**T**echnische Werks-**K**ontroll-**O**rganisation] in den RFT Werken erarbeitet, danach mit dem "ASMW/Dresden", einem Amt für Standardisierung und Messwesen, das alternativ Vorschriften gemäß DIN erarbeitete, sowie dem "DAMW" -**D**eutsches **A**mt für **M**aterial- und **W**arenkunde und VvB -**V**ereinigung der **v**olkseigenen **B**etriebe, einem dem Ministerium untergeordneten Organisation, gemäß ATL -**A**llgemeiner **T**echn. **L**ieferbedingungen, abgestimmt. Die unter TGL festgelegte Mindestlebensdauer betrug 800 h, die vom TKO stichprobenweise überprüft wurde. Dabei wurden i.a. 20 Röhren pro Los oder Fertigungszeitraum entnommen und bei 10 % Unter- bzw. Überheizung betrieben und vermessen. Zusätzlich erfolgten stichprobenweise Prüfungen auf Schwingung/Stoß, Brummen und Klirren. Bevor Röhren in die Serienfertigung gingen, wurden sie Langzeitprüfungen bis 3000 h unterzogen.

Wenn Röhrenerzeugnisse aus DDR-Produktion derartige Qualitätskennzeichnungen für jedermann kenntlich trugen, so bedeutet dies nicht, das bei westlichen Produktionen nicht minder wenig Qualität gegeben war oder weniger Fertigungskontrollen erfolgten. Bei Valvo *siehe nächste Seite, Telefunken oder anderen Herstellern wurden die Markierungen meist nur firmenintern verwendet. Auch hier wurde eine Qualitätsziffer benutzt, die durch Verwertung bestimmter laufend anfallender Ergebnisse entstand und nach der u.a. entschieden wurde, ob die in Einzellosen anfallende Fertigung zur Ablieferung an das Verkaufslager freigegeben werden konnte. Jede vorher festgelegte Fertigungsmenge erhielt ihre einzelne Freigabe. Die Qualitätsziffer stellte eine kurzgefasste ständige Prozess- und Fertigungsgüteinformation dar. Jedes Fertigungslos wurde nach vorhergehenden 100 %igen elektrischen und mechanischen Kontrollen zunächst auf ein Sperrlager gelegt, um an einer großen Stichprobe aus diesem Los drei Gruppen von Freigabeprüfungen durchzuführen, wie: eine 14-tägige Lebensdauerprüfung unter Maximalbedingungen, eine Prüfung auf mechanisch klimatologisches Verhalten und eine Prüfung auf Konstanz der elektrischen Werte. Für jede der Prüfungen in den drei Gruppen war eine maximale Gütezahl festgelegt, von denen aufgrund der Lebensdauer und übrigen Messergebnisse entsprechende Minuspunkte nach einem Bewertungsschlüssel abgezogen wurden. Die gesamte Qualitätsziffer als Produkt der drei ermittelten Zahlen galt für die Stichprobe wie damit für das Fertigungslos und erlaubte aufgrund der Multiplikation der drei Einzelergebnisse eine genügend große Differenzierung. Für die Freigabe

Beispiel für eingestellte Fotos

Ua	= 800 V
Ug_2	= 250 V
U_f	= 6 V ind.
I_f	= 0,8 A
S	= 6,5 mA/V

EL 112 [H LS 50]
strahlungsgekühlte 40 W
Barium-Oxid NF-Leistungspentode

RS 289 spez.
strahlungsgekühlte 12 W
Leistungs [Sende] Pentode

EL 12 spez.
strahlungsgekühlte 18 W
NF-Leistungspentode

Ua	= 450 V
Ug_2	= 200 V
U_f	= 4 V ind.
Ia	= 60 mA
I_f	= 2,1 A
S	= 5 mA/V

Ua	= 425 V
Ug_2	= 425 V
U_f	= 6,3 V ind.
Ia	= 96 mA max.
I_f	= 2,1 A
S	= 10 mA/V

Inhalt Band II

Firmenporträts Seiten

RRF Valvo-	und das Röhrenwerk Hamburg	01 ... 46
Telefunken-	100 Jahre Telefunken-Röhren	47 ... 172
Hiller-	Spezialröhren	173 ... 187
Funkwerk Erfurt-	und seine Gnom-Röhren	188 ... 375

INHALTE BAND I ... IV

BAND I : **Meilensteine der Röhrenentwicklung**
- -Röhrenpatente der ersten drei Jahrzehnte
- Röhren-Entwicklungs-Bewertungen / Erscheinungszeiten

Technologie der Elektronenröhre
- Die Glühkatode
- Zuverlässigkeitskriterien und Störgrößen
- Entwicklungs-Bewertung Anwender / Entwicklung

Röhrenlexikon

Codierungen
- Normierungen, Kennungen, Chronologie der Sockel
- Röhrenpreise 1930 ... 2000 -volkswirtschaftliche Betrachtungen

Literaturzusammenstellungen
- Valvo techn. Informationen / Die Telefunken Röhre / 30 Jahre Telefunken-Zeitung

BAND III : **Max Funke und seine Röhrenprüfgeräte**
- Röhren-Regenerierung

BAND IV : **Deutsche Wehrmachtsröhren 1933 bis 1945**
- Entwicklungsübersicht
- Röhren von Luftwaffe und Heer
- div. Anlagen und Entwicklungs-Laborberichte
- Nachrichtenmittel - Röhren-Schlüssel

BAND V : **Zusammenstellungen**
- Röhrenhersteller / Brands - Kartons - Label
- Röhrendaten und -Sockelschaltungen 1920 - 1970
- Vergleichsübersichten Rundfunkröhren moderne/alte Typen

1. Die Geschichte der RRF Philips/Valvo

einige Seiten Auszug

Mitte des zweiten Jahrzehnts des 20.Jahrhunderts gab es in Deutschland nur wenige Firmen, die sich mit Röhrenentwicklung und deren Fertigung beschäftigten. Zu einem der ersten Unternehmen zählte die Spezialfabrik C.H.F.Müller AG in Hamburg, die zu dieser Zeit bereits Röntgenröhren herstellte. Als junger Glasbläsermeister war Carl Heinrich Florenz Müller 1863 von Thüringen nach Hamburg gekommen, schien Hamburg als Standort für eine Existenzgründung positiv zu bewerten und gründete so nach kurzer Zeit im Jahre 1865 seinen glastechnischen Betrieb C.H.F. Müller. Als dann 1896 die Entdeckung einer "neuen Art Strahlen" von Wilhelm C. Röntgen bekannt wurde, begriff er schnell deren Nutzbarmachung und den darin liegenden Zukunftsmarkt. Nach Wissensvertiefung begann er mit der Herstellung von Röntgenröhren. Die medizinische Anwendung der Röntgenstrahlen verbreitete sich ungewöhnlich schnell, wie auch die Röhren-technik rasche Fortschritte machte. So entwickelte sich sein anfänglicher Handwerksbetrieb rasant zu einer Spezialfabrik für Röntgenröhren. Die mehr oder weniger unbekannte und gefährliche neue Technik, sein während seiner Studien anscheinend unbekümmerter Umgang damit, fügten ihm gesundheitlich irreparable Schäden zu. Als Folge der zugezogen Strahlenschäden verstarb er im Jahre 1912. Sein Nachfolger Conrad Heinrich Müller war nicht minder geschäftstüchtig, denn er prognostizierte die Zeichen der Zeit eines beginnenden Elektronikzeitalters richtig und begann ab 1916 sich zusätzlich mit der Entwicklung und Herstellung von Senderöhren für kommerzielle Zwecke zu befassen. Er vertrat die Ansicht, "*wer Glas blasen kann, der müsse auch Röhren bauen können*". Folgerichtig begann man ab 1920/21 erste Empfängerröhren zu entwickeln, die ausschließlich im Schiffsfunk Verwendung fanden. Als dann 1923 in Deutschland mit Sendebeginn des Berliner Funkhauses das Rundfunkzeitalter anfing, vermutete Müller richtigerweise auch für Rundfunk-Empfängerröhren wachsenden Bedarf. Trotz pessimistischer Prophezeiungen aus seinem Umfeld bestätigte sich nach zähem Beginn seine Entscheidung als positiv und gewinnversprechendes Geschäft und dies trotz galoppierender Inflation [eine Billionen Papiermark hatte einen Gegenwert von einer Goldmark]. Um wegen unübersichtlicher Patentlagen [mit z.B. Siemens, Telefunken, Huth, Loewe, Lorenz, Schott, Seddig ...] das Stammwerk nicht zu gefährden, organisiert man mit Handelsregistereintrag 3. April 1924 die Röhrengeschäfte, mit Sitz Hammerbrookstr. 93 im Müller Gebäude, in einem neu gegründeten selbständigen Unternehmen. Aus einer Abteilung der Fabrik mit 3 Angestellten und sechzig Arbeiterinnen, die pro Tag an die 200 Röhren herzustellen schafften, entsteht die RRF - "Radio-Röhren-Fabrik GmbH". Dieses historische Datum steht gewissermaßen als Geburtsstunde der "Valvo", wenngleich der Markenname Valvo [abgeleitet vom englischen VALVE] verbindlich erst ab Anfang 1927 mit Übernahme durch Philips Gültigkeit erlangt. Zur Fusionierung Philips/Müller existiert nachstehendes Zitat, das der damalige kaufmännische Leiter Graf von Westarp anlässlich des 25-jährigen Valvo-Jubiläums preisgab:

> ".... unsere Mutterfirma, die C.H.F.Müller hatte einen Patentprozess gegen die Firma Siemens verloren. Der zu leistende Schadenersatz ging bei weitem über ihre Kraft hinaus, und es blieb dem alleinigen Inhaber, Herrn Dr. Liebermann, nichts anderes übrig, als Siemens die ganze Firma mit Aktiva und Passiva als Entgelt für die geschuldete Summe anzubieten. Hätte Siemens damals den Vertrag akzeptiert, so wäre die Röhrenfabrik entweder ein Zweigbetrieb von Telefunken geworden oder ganz und gar geschlossen, zumal ja Siemens damals noch mit 50% bei Telefunken beteiligt war. Da tauchte im letzten Moment Philips auf. Die verhandelnden Siemens Herren, an deren Spitze Herr von Bouhl stand, waren sich ihrer Sache so sicher, dass sie noch zusätzlich neue Bedingungen stellten. Dies bot Herrn Dr.Liebermann die Möglichkeit, den von ihm bereits unterschriebenen Vertrag zu zerreißen und den darauf erstaunten Herren einen Scheck über die volle Summe zu überreichen. Ich werde die langen Gesichter der Gegen-seite nie vergessen! ... "

♣♣ *siehe Seite 3 - Anmerkung Telefunken Monopolstellung u. Patente*

1930 erscheint mit der LD 416 D eine mit größerer Empfindlichkeit und Steilheit [1,4 mA/V statt 1,3 mA/V] verbesserte L 415D. Durch Verwendung in zwei Volksempfängern wird sie als erste Röhre in Großserienproduktion in Millionenstückzahl noch bis nach den zweiten Weltkrieg gefertigt. Auch die ein Jahr vorher vorgestellte Kraftverstärkerröhre wird durch eine verbesserte Type, die L 491D ersetzt und gleichzeitig ergänzt durch eine 25 W-Type L 495D. Bereits im Jahre 1929 begannen Überlegungen die Heizungsökonomie verwendeter Röhren in Radioempfänger und an häufig noch anzutreffenden städtischen Gleichstromnetzen betrieben, zu verbessern. Man brauchte Röhren mit niedrigerem Heizstrom für Serienheizung, um nur unter Schwierigkeit anpassbare bisherige Röhren mit uneinheitlichen Heizströmen, zu ersetzen. Valvo verwirklichte diesen Bedarf mit einer neuen auf 100 mA ausgelegten direkt geheizten Röhrenreihe und Typen wie H 410D/ A 410/W 410/L 510D. Als Korrelat zu den statisch außengittergesteuerten Bogenentladungs-röhren Arcotron von Telefunken, stellt Valvo unter Valvetta zwei Eigenentwicklung vor.

1931 folgen für Allstrombetrieb und 180 mA Serienheizung erste Vertreter indirekt geheizter Röhren, Typen A 2118 und H 2018 D.

1932 Es entstehen erste HF-Regelröhren, die ein Gitter mit ungleichmäßiger Steigung besitzen und von Philips/Valvo die Bezeichnung Selektode erhalten. Röhren wie die Tetrode H 4125 D für Wechselstrom- und die H 1918 D für Gleichstrom-Heizung, geeignet um Schaltungen mit automatischem Schwundausgleich aufzubauen. An neuen Leistungspentoden zeigen sich in der 4 V-Reihe mit der L 496 D eine 9 W Endröhre, bestimmt für Mittelklassen-Rundfunkempfänger und mit 6 W angegebener Verlustleistung als erste indirekt geheizte Endpentode die L 4150 D. In paralleler Entwicklung zu diesen Röhren arbeitete man an der Verbesserung indirekt geheizter Katoden, was zum bifilar gewendelten Faden in Form einer doppelgängigen Heizspirale und gleichmäßig verteilter Erwärmung zur Katodenhülse, vor allem zu deutlicher Ver-minderung von Streufeldern und damit verbundenen Brummstörungen, führte bzw. durch festeren Sitz des Fadens, in einem Isolierröhrchen der Katodenhülse auch Kratzstörungen reduzierte. Diese neue Konstruktion bewährte sich bestens, sodass auch ältere indirekt geheizte Typen nun auf Bifilarfäden umgestellt wurden.

1933 Die auf Bifilarfäden[*] umgestellten Röhren erhielten eine das Röhrensystem gegen HF-Einstrahlung abschirmende und die Rückwirkungskapazität[*] Gitter/Anode verringernde, gleichzeitig mit der Katode verbundene, Außenmetallisierung. Der goldenen Farbgebung wegen wurden die Röhren als "Goldene Serie" bezeichnet. Als weitere Neuigkeit wurden bisherige HF-Tetroden von HF-Pentoden und HF-Regelpentoden abgelöst. An Neuentwicklungen kamen folgende Typen: für Wechselspannungsheizung H 4128 D und H 4129, für Gleichstrom bzw. Serienheizung H 2518 D und H 2618 D. Mit diesen Röhren waren die bei Tetroden durch Sekundäremission entstehenden Unregelmäßigkeiten im Kennlinienverlauf beseitigt.

[*] zur weiteren Reduzierung parasitärer Kapazitäten folgte die Verlegung der kritischen Gitterzuleitung an den Röhrenkolbendom, wie im Folgejahr bei der ACH 1 mit der Gitterkappe. Die bifilar gewickelten Heizfäden, eine aus USA übernommene Technik, führten zu gleichmäßigerer Wärmeübertragung und Kratzgeräusch-Reduzierung, siehe Bi-Röhren -Telefunken.

1934 mit der Hexode erscheint ein neuer Röhrengrundtyp, konzipiert als Mischhexode und einer Variante als Regelhexode. Die Mischhexode diente im weiter vordringenden Über-lagerungsempfänger zur multiplikativen Mischung an einer geraden Kennlinie. Steuergitter für die Signalspannung war Gitter1. Das Oszillatorgitter Gitter4 wirkte durch Stromverteilungssteuerung [Negadynschaltung]. Gegen bis dahin üblicherweise zur Mischung eingesetzter Tetroden oder Doppel-Gitter-Röhren [Mischung an quadratischer Kennlinie], ergab sich nun der Vorteil geringerer Rückwirkung von den Oszillator- oder ZF-Kreisen auf den Eingang. Als Röhren für diese Verwendung vor-gesehen, kamen für Wechselstrom die Type X 4122, für Gleichstrom die X 2818. Die zweite Variante war als Regelhexode mit zwei nutzbaren Regelgittern **-Gitter 1 und 3-** vorgesehen. Durch Multiplikation der Regelwirkung und den verhältnismäßig niedrigen Regelspannungsbedarf dieser Gitter, erhielt man schnellere

Regelwirkung. Röhren dieser Art waren insbesondere für Empfängereingangsstufen bestimmt, für Wechselstromheizung die X 4123 und für Gleichstrom eine X 2918. Zur multiplikativen Mischung entwickelte man ergänzend preisgünstige Oktoden. Zunächst die regelbare AK 1 mit Stiftsockel, die mit einer hohen Mischverstärkung auch bei niedriger Speisespannung arbeitete, jedoch in Bezug auf Entkopplung Oszillator➡ Eingang sowie guter Frequenzstabilität beim Regeln in der Anwendung Schwächen zeigte. Endgültig zufrieden-stellende Lösung der Mischprobleme brachten erst Kombinationsröhren mit Triode/Hexode, Diode/Tetrode bzw. Diode/Triode und bei Regelröhren Regelpentoden, die sich zum Ende 1934 ankündigten, 1935 dann offiziell erschienen.
Zur Erzeugung der Regelspannung ebenso wie zur Demodulation begann man Röhrendioden ein-zusetzen, z.B. die neu herausgekommenen Typen AB 1, CB 1. In Fortentwicklung kombinierte man diese mit Trioden und Tetroden. Als erstes kam es zu Kombinationsröhren aus Tetrode/Diode, Typen AN 4126 und AN 2127. In zwei weiteren ähnlichen Typen in Verbindung von Triode-Diode AN 4092 und AN 2718. Die damit entstandenen Röhrentypen erlaubten nun die Funktionen des Audions, Demodulation und NF-Verstärkung elektrisch voneinander zu trennen und die bis dahin durch Kombination in einem Röhrensystem bedingten Nachteile [Übersteuerung durch Einsetzen der Anodengleichrichtung] zu vermeiden. Als neue Mischröhrenversion wurde mit einer Kombination Triode-Hexode die ACH 1/CCH 1 vorgestellt. Dieses Konzept verhalf endgültig restliche Misch-probleme zu lösen. Es erwies sich, dass Verbundröhren dieser Ausführung hinsichtlich Entkopplung zwischen Oszillator und Mischsystem, Kurzwellenverhalten, Raumbedarf, aber auch Preiswürdigkeit, anderen Lösungen gegenüber überlegen waren. Lediglich bei Batterieröhren, bei denen als Haupt-augenmerk geringster Heizungsaufwand gegeben war, entschied man sich weiterhin für die Ver-wendung von Oktoden. An neuen Endröhren in diesem Jahr erschienen nach der KL 1 für Batterie und BL 2 für Gleichstrom, für Allstrom-Netzempfänger die indirekt geheizten Typen CL 1 und CL 2.

1935 wurde für neue Empfänger- und Verstärkerröhren ein internationaler Buchstaben-Typisierungscode eingeführt, der sich in fast ganz Europa als Gemeinschaftscodierung durchsetzte. Der erste Buchstabe der Bezeichnung steht als Angabe für die Heizung **[A, B, C, E, K, U, V]**, der zweite bzw. dritte Buchstabe kennzeichnet Konstruktion oder Anwendung **[z.B. ABL 1 mit A=4 V, B=Doppeldiode, L=Endpentode].** * *siehe Band I -Kapitel 5 Codierungen - Röhrenschlüssel*
Neue Valvo/Philips- Röhren wurden nun mit dem 8-poligen Außenkontaktsockel ausgestattet, der 8 Elektroden gegenüber den 5-poligen Stift- oder Europasockel herauszuführen ermöglichte und so den Bau von Kombinationsröhren begünstigte. In der Technik der indirekt geheizten Katoden machte man weitere Fortschritte durch Entwicklung von Schnellheizkatoden. Gegenüber bisheriger Ausführungen entfiel das die Wärmeübertragung behindernde Isolierröhrchen. Die notwendige Fadenisolation/Katodenhülse wurde durch eine dünne Aluminiumoxidschicht hergestellt, direkt auf die Wendel aufgebracht. Die Anheizzeit bei 4 V geheizten Röhren ließ sich damit von etwa 55s auf 15s verkürzen. *siehe Band I Kapitel 3 Glühkatoden An neuen Röhren erschienen einige interessante Nachfolgeprodukte, als Regelpentoden AF 3/CF 3, ungeregelt die AF 7, an Trioden VC 1, AC 2 auch in C- und erstmals E-geheizter Ausführung, an Duodioden AB 2/CB 2 bzw. in Kombination ABC 1, ABL 1 und die entsprechenden Typen der C-Reihe, als Mischröhre und Ergänzung zur ACH 1 die B-geheizte Variante, sowie mit verbesserten Kurzwelleneigenschaften die AK 2 mit Außenkontaktsockel. Gleichzeitig mit ihr wurden für Misch- und Regelzwecke vorgängerähnliche [X 4122, X 2818, X 4123, X 2918] neue Regelhexoden AH/CH/EH 1 eingeführt, alles Röhren, die eine Verwendung bis zum 7 m-Wellenbereich ermöglichten. In der Anordnung der Gitter entsprach ihr Aufbau mehr den Regelhexoden, allerdings war das Gitter1 als Regelgitter ausgebildet. Für Mischschaltungen bediente man sich zusätzlicher Röhren wie der AC 2- bzw. CC 2 und erzielte damit vorteilhafte Betriebsbedingungen, Mischer und Oszillator völlig unabhängig voneinander einstellen zu können. In vergleichbarer Manier durch Umsockelung, entstand aus der L 496 D die AL 1 mit direkter Heizung.
Weitere Röhrenneuigkeiten dieser und der Folgejahre. * siehe Band I / Kapitel 2 -Flussdiagramm - Zeitverlauf deutscher Röhrentypen Entwicklung

Ein Jahrhundert
Telefunken-Röhren

Graf von Arco

Röhrenwerk Berlin Sickingenstr.

Otto von Bronk

Prof. Dr. Hans Rukop

Dr.Ing. Horst Rothe

Dr. W. Kleen

Dr. Fritz Schröter

Dr. Karl Steimel

EVN 94

RE 97

RE 062

AF 7

RV12 P2000

UF 14

EBC 41

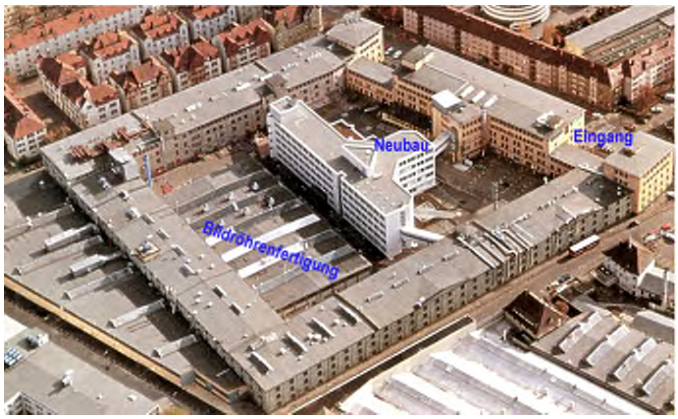
EL 84

CCa

EZ 150

YL 1260

Röhren nicht maßstabsgerecht



Röhrenwerk Ulm Söflinger Str.

Farbbildröhrenwerk Ulm Donautal

Inhaltsverzeichnis

			Seiten
TELEFUNKEN -	**Leitfirma der deutschen Röhrenentwicklung**		47 ... 107
ANHÄNGE	**Laudatio auf Dr. Hans Rukop**	**-1927**	108 ... 112
	Mitteilung Prof. Schröter an Dr.Jobst	**-1933**	113 ... 114
	Rundfunktechnische Mitteilung	**-1973**	115 ... 118
	Informationen zum Einheitsfernseher E1		119 ... 122
	Entwicklungsschritte der Telefunken Röhren mit verschiedenen Beispielen und Zusammenstellungen		123 ... 156
	Beispiele des Gemeinschaftssinns der "Telefunken Gemeinde"		157 ... 172

einige Seiten als Auszug

Unter leitender Mitarbeit von Dr. Rothe war mit der RV 12 P 2000 als eine der ersten Neuentwicklungen eine hochmoderne quetschfußlose Röhre entstanden, die mit Recht die Auszeichnung Universalröhre trägt. Sie wurde zwar als HF-Pentode für eine Wellenlänge bis zu $\lambda = 1$ m konzipiert, fand aber auch Gebrauch in unterschiedlichsten Anwendungen. Sie wurde eingesetzt in HF-Vorstufen, in Oszillatorstufen als Mischröhre für multiplikative wie additive Mischung, in ZF- wie NF-Verstärkervorstufen, als NF-Endröhre in A oder B-Betrieb mit einer max. erreich-baren Ausgangsleistung von 2,75 Watt oder sogar als Raumladetetrode [mit U_f/U_a jeweils 12,6 V], wobei das Steuergitter als Raumladegitter, das Schirmgitter als Steuergitter und das Bremsgitter als Schirmgitter benutzt wurde. Und damit nicht Ende, sie fand ebenso als Netzgleichrichter für eine Belastung von 11 mA Verwendung und war sogar als Kleinsenderöhre mit beachtens-werter Ausgangsleistung von 1,2 Watt geeignet. Kaum ein anderer Röhrentyp ließ sich derart universell nutzen, für zivile wie militärische Dienste. Als eines vieler möglicher Beispiele so in Telefunkens Fernsehgerät FE VI von 1937, im portablen Funkempfänger wie der Berta oder gar unter extremer Belastung in der Funkfernsteuerung der V2-Rakete bewies sie Höhenfestigkeit und Beschleunigungsfestigkeit. Bis zum Kriegsende wurde sie in nahezu 3 Mill. Stück produziert, alleine von Mitte 1942 bis 1944 mit 1,2 Mill. Exemplaren. Auch nach Kriegsende blieb sie weiterhin begehrt, in den Jahren bis 1949 z.B. bei Radiobastlern bzw. als Röhre in sog. Not-Rundfunk-Empfängern. Sie wurde weltweit von verschiedenen Herstellern noch fast zwei Jahrzehnte, teils für das Militär in modifizierter Ausführung, weiter produziert.

Doch für noch kurzwellige Anwendungen unterhalb $\lambda = 1$ m waren diese Röhrenkonstruktionen ungeeignet. Für cm-Wellenbereiche bedurfte es weiterer gravierender Entwicklungsmaßnahmen. So begannen ca. 1935 mit Unterstützung Osrams und unter Verzicht der Pressstoffsockel mit deren beeinträchtigenden dielektrischen Verlusten, Untersuchungen hin zu technischen Röhren in Vollglas bzw. Metall-Keramik. Zwar hatte man bei Telefunken bereits ab 1933 an Spezialröhren nach dem Bremsfeldprinzip gearbeitet, wobei die als RS 296 bekannt gewordene Hammerröhre entstand. Nun aber entstanden unter abermaliger Reduzierung der Elektrodenabstände Allglas Dezi-Röhren mit verkürzten Zuleitungen u.a. zum direkten Einlöten in Schaltungsaufbauten bzw. für Spezialfassungen, Typen wie SD 3, 1938 eine daraus optimierte SD 5, sowie mit der LD 1 die erste Luftfahrtröhre. Mit diesen und anderen Typen gelang es eine Funktionalität bis zu Wellenlängen von ca. 25cm zu erreichen. Für noch kürzere Wellen und gleichzeitig gewünschter, Leistungssteigerung gab diese Technik jedoch keine Zukunftsperspektive. Eine Lösung wurde 1935 beginnend in Telefunkens Labor Berlin Zehlendorf von M. Pulfrich in Metall-Keramik-Konstruktionen gefunden. In Folge entstanden zunächst sog. Scheibenröhren, derart konzipiert, dass sie sich quasi verlustfrei [induktions-und dämpfungsarm], einem Bauteil gleich, in Schwingkreise bzw. Hohlraumkreise vereinheitlichend einfügen oder an koaxiale Leiter anschließen ließen. Nachdem Dr. Runge 1935 anhand von Richtfunk-Rückstrahlversuchen mit Rothscher Röhre, die im getasteten Impulsbetrieb immerhin 15 W abzugeben vermochte, aus Signalreflexionen militär-technische Möglichkeiten erkannte, verlangte er für derartige Weiterentwicklungen mit weiteren Feldversuchen nach geeigneteren cm-Wellen-Röhren, insbesondere der intensiven Weiterent-wicklung des von Dr. Ilberg entworfenen Vierschlitzmagnetron-Prototyps. Daraufhin begann eine kleine Gruppe von Ingenieuren um 1936, obwohl vertriebsseitig vom Vorstandsmitglied Dr. Rottgart und auch von der Militärführung nicht gebilligt, da zunächst normale gittergesteuerte Elektronenröhren für kürzere Wellen brauchbar gemacht werden sollten, sich mit dem Entwurf verlangter Laufzeitröhren und Spezialröhren zu beschäftigen. So entstand bereits im Jahre 1940 ein Impulsmagnetron einer Leistung von 18 kW bei $\lambda = 18 \ldots 20$ cm. Und bis 1942 schaffte man ohne

Kenntnis des späteren Beutegutes, des Rotterdam-Tastmagnetrons CV 64, eine Eigenentwicklung für $\lambda = 4{,}5$ cm/3 kW zu bauen, brach dann jedoch eine konsequente Weiterentwicklung ab. Zunächst entstanden eine Reihe von Kleinsenderöhren bis 50 Watt, aber auch Röhren bis in den Hochleistungsbereich. So z.B. Ende der 30er-Jahre Typen wie LS 50, eine RS 384 mit 800 W oder 1939 die unter Rukop in der kurzen Zeit von nur 6 Wochen für 50 cm Wellenlänge ent-wickelte 10 kW Hochtaströhre LS 180, die gegen die Marinelösung Freya im selben Jahr im zeitgleich entstandenen Prototyp eines Flugwarngerätes Würzburg zum Einsatz kam. Noch in der Zeit von 1936 bis 1939 hatte Runge für eine damit mögliche Flugzielerkennung, einem Flugerfassungsgerät mit Oszillografenröhre und bildlicher Darstellung, den Funktionsbeweis erbracht, doch die Luftwaffe mit dem einflussreichen General-Luftzeugmeister Udet lehnte diese "moderne Technik" mit der Bemerkung "Wissen Sie, wenn so etwas eingeführt wird, dann macht die ganze Fliegerei keinen Spaß mehr" ab. Bislang waren alle entstandenen neuen Röhrentypen sowohl vom Heer, wie von Marine und der ab Mitte der 30er-Jahre gegründeten Luftwaffe verwendet worden. Doch Ende der 30er Jahre verlangten Luftwaffe und deren Gerätehersteller geeignetere höhere Anforderungen erfüllende, leistungsstarke, bis in den UKW-Bereich reichende Spezialröhren, höhenfest, mit schocksicherem Systemaufbau, haltungssicheren und kapazitäts-armen Sockel- und Fassungskonstruktionen, bis nachfolgend Spezialröhren wie Triftröhren Klystrons, Magnetrons usw.. Dies führte schließlich 1938/39 mit Schaffung des Technischen Amtes, dem **R**eichs-**L**uftfahrt-**M**inisterium [RLM], zur Splittung von Wehrmachts- und Luftwaffen-röhren, mit einer Kennungszuordnung für das Heer und Marine mit vorgestelltem "R" und einem "L" für Röhrentypen der Luftwaffe. Nun entstanden in den Labors mit Verfügbarkeit ab 1941 die ersten Röhren mit flachen Böden und darin eingepressten, teils für einzelne Elektroden mehrfach herausgeführte Stiftdurchführungen, mit Oxidkatoden und dicht am Boden liegenden Systemen, Röhren wie LD 3… LD 5…LD 10. So erreichte man mit einigen wenigen Watt Leistung eine Grenzwellentauglichkeit bis zu 20 cm. Ein anderer Weg führte zu Schirmgitter Gegentaktröhren mit den Typen LV 4 oder der LS 125/126, die fremderregt bei $\lambda = 1$ m eine Dauerleistung von 200 Watt abzugeben imstande war. Eine weitere Verbesserung wurde von K. Koopmann und F. Hülster durch Einbringen des Schwingkreises in den Kolben erzielt, z.B. mit einer 1941 erschienen Röhre LS 600, die bei $\lambda = 50$ cm und möglicher zehnprozentiger Frequenzver-stimmung eine Impulsleistung von 100 kW brachte. Zu noch höheren Frequenzen, wie man bereits vorher in den HF-Labors von Dr. Pulfrich und Dr. Rothe erkannt hatte, konnte nur die Koaxial-technik weiterführen, mit Röhren in Glas- oder Metall-Keramik-Ausführung [z.B. LD16 bezeichnet als Durchgriffssteuer- bzw. Raumladungs-Steuerröhre in Glas-Metall-Keramik entwickelt von Prof. Dr. Ing. F.W. Gundelach], auch Röhren in Hartglas mit Kovardurchführungen für mittlere bis hohe Leistungen. Nun kamen die in mehreren Jahren gesammelten MK-Technologieerfahrungen von Tschoepe, Pulfrich, Hülster und Kleen mit Einsteggitter-Röhren, flach liegenden Systemen mit kleinsten G/K-Abstände und Entfallen des Kunststoffsockels zum Tragen, mit Röhren hoher Systemaufbaupräzision für Wellen-bereich $\geqq 5$ cm. Es gelang Anfang der 40er-Jahre mit den Sendetrioden LD 7 bis LD 12 bis in den einstelligen cm-Bereich vorzustoßen. Die LD 7 und LD 9 waren bei 9 cm sowohl für Dauerstrich wie Impulsbetrieb, gepulst bis ca. 10 kW und im Dauerstrichbetrieb bis 200 W geeignet; die LD 12 ließ sich als selbstschwingender Generator bis ca. 7 cm oder als Verdopplerröhre sogar bis 5 cm ver-wenden. Die vielen nachfolgenden Entwicklungen mit Hochleistungs-Sendetrioden, [flüssigkeits-gekühlt z.B. LS500], Klystrons, Magnetfeldröhren usw.. * *siehe Band IV - Deutsche Wehrmachtsröhren*

Ab 1936 und vor allem mit Kriegsbeginn stieg der Bedarf an Röhren stetig. Insbesondere nach Aufteilung in Heeres- und Luftfahrtröhren nochmals mit Spezialtypen. Ab 1941 entstand für alle möglichen Spezialwünsche, vor allem für die Luftwaffe, eine Vielzahl neuer Röhrentypen, was eine ordnende Normierung, eine Vereinheitlichung, zunehmend erforderlich machte. [Angaben dazu sind im Band IV -Deutsche Wehrmachtsröhren detailliert beschrieben]. Dem explodierenden Bedarf gerecht zu werden, verlangte einen ständigen Belegschaftszuwachs. So betrug der Beschäftigungs-stand Telefunkens zu Beginn der 40er-Jahre an die 30 000 Mitarbeiter, der während der Kriegsjahre um weitere ca. 10 000 Personen anstieg. Alleine die Zunahme an Dipl. Ing., Physikern und Dr. Ingenieuren im Bereich Röhrenforschung und -Entwicklung schwoll von einst 250 Angestellten Mitte der 20er-Jahre bis Anfang

der 40er-Jahre auf ca. 1500 Mitarbeiter an. Diese Spezialkräfte waren entsprechend ihrer Kompetenzen in verschiedene Labors und Standorte innerhalb des Großraum Berlins verteilt, untergebracht. Die technologische Katodenentwicklung vornehmlich mit Dr. Hermann, Dr. Wagner und Dr. Richter (Chemie) verblieb in der Fabrik Sickingenstr., der Röhrenfertigung nahe bleibend (Fertigungsltg. -Bünger). In der Rostaustr. bzw. Kreuzbergstr. waren die Gruppen mit und um Dr. Knoll, dem Labor F6/Fernsehforschung, F1 mit W. Bruch -Geräteentwicklung und Bildaufnahme-/Katodenstrahlröhren u.a. mit Dr. Theile, Dr. H. Kluge und Dr. H. Knoblauch tätig. In Zehlendorf unter Dr. Rottgart und Dr. W.T. Runge und mit dem Leiter der Gesamtentwicklung Dr. Rukop auch das HF-Labor mit Dr. Schröter untergebracht, das Prüffeld -Tempelhofer Ufer und die techn. Dokumentation mit Leuten wie L. Ratheiser und Fritz Kunze (später in die Maxstr. Abtl. RöE/5 gewechselt) saßen im Hallesches Ufer bzw. in der Franklinstr. Der Hauptstandort der Röhrenentwicklung mit den Bereichen Magnetrons RöE/5 -Laborleitung Dr. K. Fritz nebst Mitarbeitern wie Engbert, Ilberg, Schadow, Lerbs u.a. unter Führung von Dr. Steimel, war aber in der Maxstr.8/Schöneberg -Nähe Bahnhof, [Lerbs wurde bekannt durch seine Magnetronentwicklung mit Segmentgruppen als Schwingungsgebilde -siehe Lerbsches Magnetron Band I Lexikon A - Z]. Außerdem der Bereich UHF-Röhren RöE/2 Laborleitung Dr. Kleen (vorher Entwicklung Wehrmachtskleinröhren), Senderöhren RöE/3 Ltg. Dr. Hülster, MK-Röhren Dr. Pulfrich, Dr. Brück (vormals Empfängerröhren), Dr. E. Scheel RöE/1 und viele andere sich verdient gemacht habende andere Mitarbeiter mehr.

Im Jahr 1941 erfolgte zwischen den Mutterunternehmen AEG und Siemens wegen sich nicht befriedigend zu lösender Geschäftsinteressenskonflikten mit einer Geschäftsanteile-Umschichtung eine wichtige Veränderung. Man einigte sich, indem Siemens per 01.Jan.1941 seinen hälftigen Geschäftsanteil einschließlich technischer Anlagen und Gebäude an die AEG abtrat, das seinerseits den Behörden gegenüber als Bedingung die Verpflichtung einzugehen hatte, die Geschäfts-führung Telefunkens für die Zeit des Krieges nicht zu verändern. Die so gewonnenen Geschäftsbedingungen räumten S&H neue Initiativen für gesellschafts- und produktbezogene Entscheidungen ein, stärkten andererseits aber Telefunken, wenn auch ihre Klangfilm- und Grammophon-Anteile nun zu Siemens gehörten, so war man doch enger an AEG gekoppelt und wurde nach dem Krieg schließlich eine 100%ige Tochter der AEG.

Nachdem England am 3. Sept. 1939 als Reaktion auf den Überfall der deutschen Wehrmacht auf Polen am 1.9.39 Deutschland den Krieg erklärte, begann die Deutsche Luftwaffe im August 1940 nach Besetzung Frankreichs und Annexion der Benelux-Staaten, Dänemarks und Norwegens, mit dem Ziel England zum Einlenken zu zwingen, im August 1940 mit einer Luftoffensive britische Städte zu bombardieren. Unmittelbar darauf erfolgten erste britische Fliegerangriffe auf Berlin. Nun galt es zur Aufrechterhaltung der Röhrenproduktion gefährdete Werke wie das wichtige Röhrenwerk in der Sickingenstr. und eine in Zehlendorf eingerichtete Fabrikation für Sonderfertigungen zu sichern. So wurden Ausweichwerke außerhalb des Großraumes Berlin errichtet, was einerseits eine Entlastung der Berliner Betriebe brachte, andererseits eine Erhöhung der Fertigungsstückzahlen möglich machte. So fertigte man nun in einem seit 1938 in Erfurt bestehendem Rüstungsbetrieb für Gerätemontagen auch Senderöhren bzw. Röhren wie RV 12 P 2000/2001 und LS 50; nach den großen Luftangriffen auf Berlin ab ca. Ende 1943 dann auch für die V-Waffe bestimmte Stahlröhren. Ebenso wurde in dem bereits bestehenden Röhrenwerk Neuhaus am Rennsteig die Produktion intensiviert und in Litzmannstadt [heute Lodz / Polen] errichtete man 1942 zur Fertigung vor allen der in hohen Stückzahlen benötigten RV 12 P 2000/2001 einen Verlagerungsbetrieb. Auch wurde im besetzten Ausland wie in Frankreich, Niederlanden bzw. beim Kriegspartner Italien gefertigt, so z.B. bei Fivre in Milano u.a. die RL 12 P 50. *siehe Kapitel RFT-Funkwerk Erfurt bzw. RRF -Radio-Röhren-Fabrik Hmgb.

Im Herbst 1942 kam man dann durch Abschuss eines Flugzeuges über Dänemark [Meddo] in den Besitz einer flachschirmigen nachleuchtenden britischen 130er [130 mm Durchmesser] Doppel-Leuchtschicht-Radaranzeigeröhre[☞ siehe nächste Seite]. Obwohl Telefunken über einen gegenseitigen offiziellen Patentaustausch mit RCA, General Electric und Westinghouse noch bis 1941/42 über wesentliche Entwicklungen informiert war, schloss dies militärische Entwicklungen weitesgehend aus, sodass dieses Beutegut einigermaßen überraschte. Bevor allerdings derartige Beute- bzw. Abschussobjekte zwecks

Auswertung der einschlägigen Industrie zur Verfügung gestellt werden durften, mussten sie von einem wissenschaftlichen Fachgremium in Berlin, mit Sitz im Bunker Charlotte [Nähe Bahnhof Zoo, wurde nach dem Krieg gesprengt], bewertet werden, das die Befugnis besaß, über weitere Veranlassungen und gegebenenfalls daraus zu generierender Entwicklungen, Auftragsvergaben usw. zu entscheiden. In diesem Fall befand man Telefunken als den geeigneten Partner, denn im Entwicklungswettbewerb standen auch Firmen wie Loewe, Gundelach, FESE, weil in der Knollschen Gruppe mit Dr. Theile und externen Leuchtstoffspezialisten wie Prof. Schleede [Chemieprofessor] und Prof. Wesch [Uni Heidelberg], sowie Dr. Heinze bereits an ähnlichen Röhren für Sichtgeräte gearbeitet wurde. Aus dem Beutegut entstand als Musternachbau bis Ende 1943 letztendlich die Doppel-Leuchtschichtröhre LB 9. Bei derartigen Katodenstrahlröhren lag das ursächlich zu lösende Problem in der Konstruktion des Doppelschichtschirmes, sowie der Wahl der Leuchtstoffe, denn um die Nachleuchtdauer zu erhöhen, musste aus der hinteren inneren Leuchtschicht genug UV-Strahlung freigesetzt werden [Umsetzung primären UV-Licht in sichtbares durch zwei getrennte Fluoreszenzschichten], um damit die davor liegende verstärkend anzuregen. Noch als Prototyp musste der Nachbau dem Luftfahrtministerium, vornehmlich zur Bewertung der Bildschirmleuchtfarbe [gelblich leuchtend], vorgestellt werden. Und hier erscheint es wie ein schlechter Witz, dass die Bewertung im Okt. 1943 von wenig sachkundigen Leuten ausschließlich nach optischen Eindrücken erfolgte und entschieden wurde. Ähnliches Vorgehen wiederholte sich bei der Entwicklung einer 220 bzw. 400 mm Sternschreiberröhre [so benannt, weil eine kreisförmige Nulllinie durch Impulse sternförmig abgelenkt wird]. Zum Jahreswechsel 1943 wurde der LB 9 Prototyp schließlich den Askaniawerken zur Fertigung übergeben.

Anfang 1943 folgte die nächste Ernüchterung. Nach einem Bombenangriff auf Hamburg in der Nacht vom 2. auf den 3. Februar bei sehr schlechtem Wetter, und deshalb hatte auch niemand mit einem Luftangriff gerechnet, wurde bei Rotterdam ein verirrter britischer Stirling-Bomber abgeschossen. Mit dem Abschuss erhielt man anhand eines darin vorgefundenen Funkmess-gerätes, einem auf 9,1 cm mit einem Tastmagnetron [CV 64] arbeitendes Radar-Rundsuchgerät mit einem 12 cm Sichtschirm, erstaunend Kenntnis über einen nicht für möglich gehaltenen fortgeschrittenen Entwicklungsstand britischer Magnetron- und Dezimeter Funkmesstechnik und Radaranzeigeröhren[✠]. Durch Fehleinschätzung der Militärs stand man nun vor einer weit überlegenen Zentimeterwellentechnik, insbesondere weil die Briten im gleichen Jahr sogar noch ein auf 3 cm arbeitendes Gerät herausbrachten. Telefunken andererseits hatte auf Erlass der Wehrmacht eigene Entwicklungsaktivitäten mit einem auf 15 cm arbeitendem Gerät, das man bereits 1939 zu entwickeln begonnen hatte, im Herbst 1942 eingestellt. Und nun machte man für das Versagen, für die erschreckende Fehleinschätzung zur Dezitechnik die Ingenieure Telefunkens, speziell Dr. Runge[✓siehe nächste Seite] [Rottgart blieb unbeschädigt], sowie die des RLM, verantwortlich. Runge wurde daraufhin kalt gestellt und durch Dr. Brandt ersetzt. Die Leitung des RLM mit Dr. Kretzmann ersetzte man durch einen Oberst namens Ramm, die Ingenieure durch gediente Offiziere. Gleichzeitig wurde die Industrie verstärkt in Fertigung und Entwicklungs-entscheidungen der einzelnen Produktgruppen eingebunden, um so in Sachfragen deren Kompetenz besser nutzen zu können. Zur Erarbeitung innovativer Neuentwicklungen bzw. konstruktiver Produktverbesserungen wurden Arbeitskreise gebildet, wie u.a. der für Röhren. Von nun an bekam die Dezimetertechnik mit Entwicklungen verschiedenster Laufzeitröhren vorrang. Zunächst konzentrierte sich die Entwicklungstätigkeit jedoch auf Nachbauten, Nach-entwicklungen und Erlernen der englischen Zentimeterwellentechnik. Um den Entwicklungs-vorsprung schnell aufholen zu können, wurde auch der SSD, um spezielle feindliche Röhren für den Nachbau zu beschaffen, eingesetzt. Was leider nicht schriftlich belegt ist, doch nach münd-licher Überlieferung erfolgt sein soll, ist, dass die begehrten Röhren anhand sog. Kompensations-

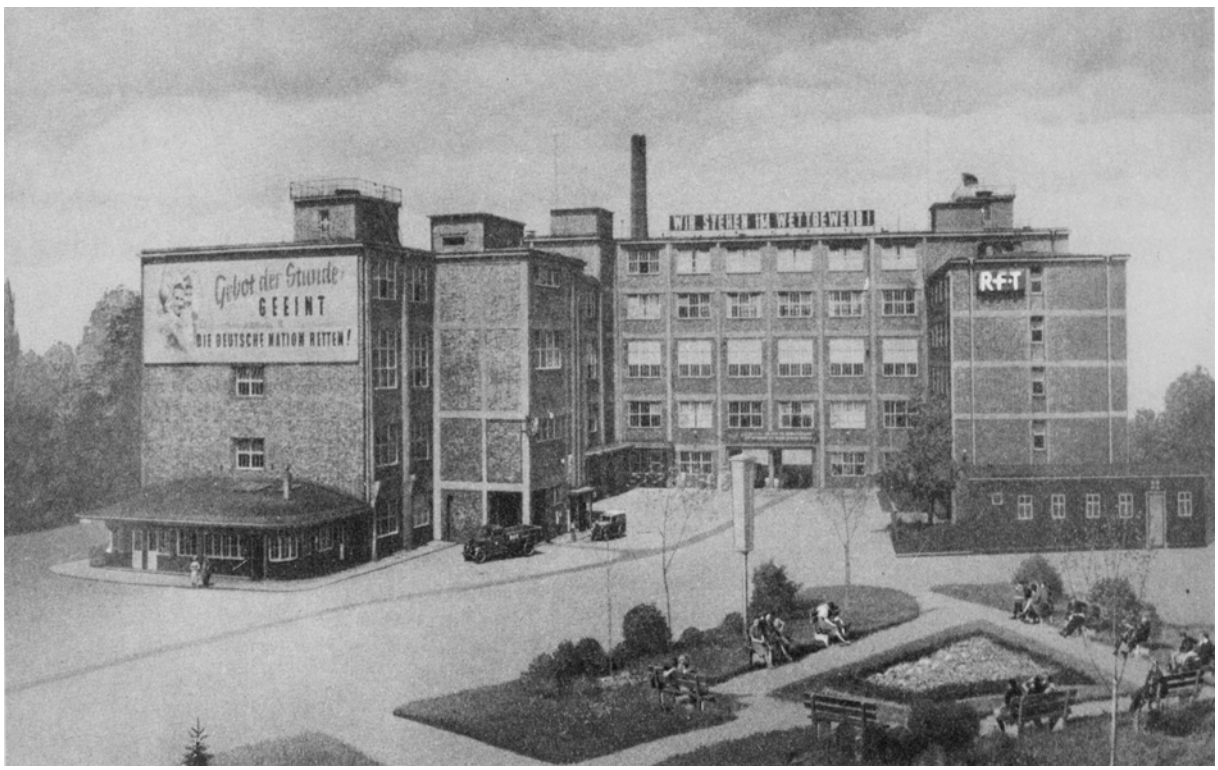
[✠] laut Aussage von Herrn Dipl.Ing. Rigó, der die Radaranzeigeröhre persönlich zur Bewertung und zum Nachbau erhielt, handelte es sich um eine normal geblasene Oszillografenröhre primitiver Bauart, allerdings mit einem Doppelschichtschirm, dessen Herstellung Schwierigkeiten bereitete. An der Entwicklung des Nachbaus unter dem Decknamen Rotterdam waren dann alle Leuchtstoff herstellenden Betriebe eingespannt. Bei der Bewertung der Leuchtschicht waren besonders die Nachleuchtzeit und das Abklingen beim zweiten Rundlauf des Strahles in den Griff zu bekommen, um ein klares Bild zu erhalten.

R·F·T

NEUENTWICKLUNGEN

1950 bis 1953

Das Funkwerk Erfurt und seine Gnom-Röhren



Auszug aus Technik-Kapitel GNOM-Röhren

Technische Dokumentation Gnomröhren

Kapitel 2

Die Idee Röhren wie die der Gnomserie zu entwickeln, entstand aus dem Bedarf nach baukleinen leistungsstarken Röhren für Rundfunkgeräte mit UKW und eines sich ankündigenden neuen Massenmediums, für Fernsehgeräte. Außerdem bestand Verlangen nach einer zeitgemäßen Ablösung der Stahlröhrenserie als unabhängiges Äquivalent zu den in der BRD bereits verfügbaren Rimlockröhren. Die ersten Entwicklungsentwürfe der Gnom in achtpoliger Ausführung, wobei die Loctal- bzw. Schlüsselröhren unverkennbar Pate gestanden haben, begannen gegen Ende des Jahres 1949 mit der Umorganisation und Errichtung eines Zentrallabors -ZL. Gemäß einer Aktennotiz vom 30. Mai 1949 war zum 12.2.1949 festgelegt worden [dieses Datum kann somit als Gründungstag des Zentrallaboratoriums gelten], das Dr. Heinze zukünftig die Entwicklungsleitung für Empfänger- und Oszillographenröhren übernehmen würde. Ergänzend zu OSW Berlin wurde dem Röhrenwerk Erfurt mit dem 11.4.49 zur Entwicklung neuer Röhrentypen außerdem eine Leitfunktion zugewiesen. Das erste Arbeitsprogramm für das ZL enthielt sieben Verfahrensthemen, sieben Themen zur Entwicklung von Materialien und eines für Umstrukturierungen [es waren zu SAG-Zeiten weder von OSW noch vom Röhrenwerk Erfurt echte Neuentwicklungen durchgeführt worden]. Besondere Schwierigkeiten machte der Materialkomplex, weil ehemalige Rohstoffbezugsquellen, nun im Westen liegend, ausgefallen waren. Bis in das Jahren 1948 hatten insbesondere zu Telefunken Berlin mit Nachentwicklungen und Fertigung der "gläsernen Stahlröhren" noch kooperative Geschäftsbeziehungen bestanden, die nun ebenfalls weggebrochen waren. [*so wurden Röhrenproduktionen aus der Anfangszeit noch mit Telefunkenemblem und Telefunken gestempelt, dann abgelöst unter Beibehaltung des Emblems mit Eintrag Funkwerk Erfurt, bis schließlich nur noch mit Funkwerk Erfurt bzw. nachfolgend VEB R-F-T und Werkscode 602 gekennzeichnet wurde*] Ab sofort hatte die Erforschung neuer Werkstoffe und damit verbunden neuer Verfahrenstechniken höchste Priorität. Die Stahlröhren-Glasausführung Nach- bzw. Umentwicklungen waren mit 1949 bereits abgeschlossen. Als Ergänzung für den Apparatebau fehlte jedoch eine Anzeigeröhre und für Kleinempfänger als Ersatz für U/ECL 11 eine leistungsstärkere Kombinationsröhre. Diese Lücke begann man zunächst mit einem Nachbau der EM 11, gefolgt von einer Verbundröhren Neuentwicklung UEL 51 mit 10pol. Stahlröhrensockel zu schließen. Ihr vertikaler Systemaufbau weist vergleichsweise zur UCL 11 eine fortschrittlichere Technologie mit deutlich geringeren Sockelkapazitäten auf -nur 4 mpF-, dokumentiert eine reifere, modernere Entwicklung. Im Oktober 1949 konnten beide Typen, EM und UEL, in die Fertigung übergeleitet werden, ab Jan. 1950 startete die Großserienproduktion, mit in den Folgejahren stattlichen Fertigungsstückzahlen.
Dr. Heinze prognostizierte zu dieser Zeit gegen Widerspruch von OSW [*und ab 1951 als HF firmierend bis zur Gnomserien-Einstellung 1953 -vermutlich wegen Interessensverletzung*] mit Recht eine Nachfrage nach kleineren und schlankeren Röhren, nach Endverstärker Leistungsröhren mit 10 bis 18 W Anodenverlustleistung, um baugroße Typen wie EL 12 oder ECL 11 zu ersetzen, da die Geräteindustrie mit neuen Leistungsmerkmalen UKW und Fernsehen höhere Bauteileanforderungen verlangte und Geräte mit größeren Bestückungsdichten erwartete. Dafür fehlten vor allem geeignete kleine rauscharme und steile HF-Röhren, um Typen wie Stahlröhren mit einem Scheibenfußdurchmesser von ~40 mm, Schlüsselröhren von ~31 mm oder Oktalröhren mit ca. 29 mm, zu ersetzen. Bei den Schlüsselröhren waren zwar ähnliche Typen im Programm, jedoch für UKW ungeeignet. Detailkenntnis über aktuelle westliche Entwicklungen, wie die der ersten Novalröhren amerikanischer Hersteller waren zwar zu Beginn der Gnomentwicklung bekannt, doch man favorisierte gleichwohl wie mit den D-Röhren der 190er-Serie eine zweigleisige Entwicklung zu einem "eigenständig" fortschrittlichen, aber vor allem "vaterländischem" Lösungskonzept. Die erste achtpolige

Gnom Leistungspentode EL 172 mit 18 W Anodenverlustleistung oder später die 11poligen EL 172 bzw. EL 173 fielen mit einem Kolbendurchmesser von nur ≈22 mm, bzw. 11-polige - 24 mm, deutlich schlanker als Schlüssel- oder Oktalröhren aus und standen elektrisch einer Rimlock EL41 bzw. Bantal EL36 nicht nach. Die Gnom Planungsvorgaben beinhalteten eine komplette Röhrenserie E- und U- geheizter Röhren, die alle Anforderungen abdecken und vorhandene Typenserien ersetzen sollten. So waren Röhren geplant für UKW-Vorstufen, Trioden-Hexoden -Verbundröhren für Misch- und Oszillatorstufen-, steile HF-Pentoden bzw. Regelpentoden für ZF- und für klirr- und brummarme NF-Anwendungen, zur UKW Demodulation mit damalig üblichen Phasenwinkeldetektoren E/U-Neunpolröhren (Nonoden), eine klirrarme Doppeltriode für NF-Stufen, leistungsstarke Endpentoden oder Verbundröhren wie EEL/UEL, aber auch Verbundröhren mit Triode/Pentode als Ersatz für E/UCL11, sowie Doppelend-Pentoden. Die beiden letzteren Varianten kamen allerdings über planerische Vorkonstruktionen nicht hinaus; auch wurden keine Mustertypen gebaut.

Ein Aktenvermerk belegt folgende RFT/ ZL-Entwicklungsgesichtspunkte zur Gnomröhrenserie:

1. Die Gnomserie lässt eine freie Entwicklungsmöglichkeit zu, weil sie an keine internationalen Serien gebunden ist!

   -Bemerkung: *genau diese Einstellung führte ab Mitte 53 zur Beendigung von Entwicklung und Fertigung, da nur international kompatible Röhrenausführungen devisenbringend exportierbar waren, die 11poligen Gnom aber, bei denen der 11.Sockelstift im Stiftradius, quasi als Führungsstift, um 2mm nach innen versetzt war, weltweit keinen Pendant hatte, und die achtpoligen, inzwischen eingestellt, waren zwar den Loktaltypen ähnlich, jedoch nicht kompatibel, nicht austauschbar..*

a. ein Nachbau kommt nicht infrage, da die Entwicklung bei RFT der internationalen ständig um mindestens 1 bis 2 Jahre nacheilen würde.

b. dass manchmal auch entgegen besseren Wissens die Röhreneigenschaften verschlechtert werden müssen, um die Daten der Vergleichstype einzuhalten.

   -späteres Beispiel: *hier mussten bei einem Typ die Zuleitungskapazitäten vergrößert werden, weil diese durch Aufbau des Systems auf einen Tellerfuß statt auf einem Quetschfuß zu klein geworden waren. Oder bei der DL 192: hier musste die günstigere Sockelschaltung zugunsten der internationalen Schaltung aufgegeben und dieser angepasst werden,wodurch sich die G_1/A-Kapazität von 100 auf 240 mpF verschlechterte.*

2. Die Gnomserie bietet sämtliche Typen von Vor- und UKW-Röhren bis zu 18 W Endpentoden und 9 W Verbundröhren mit einheitlichem Sockel und Fassungen.

   -Bemerkung: *die 11pol-Spezialsockel-Ausführung in Pressstoff lieferte Firma Elrado -Dorfhain, Keramikausführung Firma Hescho -Hermsdorf.*

3. Die Gnomröhrenserie würde nach ihrer Einführung durch Entfallen der bisherigen Harmonischen Serie, da deren Typenkombination sämtlich enthalten, zu einer Reduzierung der Typenzahl führen.

4. Mit der Gnomserie könnten seriengeheizte Allstromröhren internationaler Norm mit 150 mA entfallen, es bräuchten nur die sparsameren 100 mA Typen der U-Serie gebaut werden, was bei Allstromempfängern an 220 V Netzspannung zu einer 11 W Verbrauchsersparnis führen würde.

5. Der Teilkreis der Sockelstifte wurde auf 17 mm festgelegt, so wie von Philips und international in der 21-er Serie und den Loktalröhren benutzt. Er zeichnet sich aus durch:

a. feste Abstützung des Systems auf großen Durchmesser und einen stabilen Aufbau des Systems.

b. eine Verringerung der gegenseitigen Kapazitäten und Induktivitäten der Durchführungen. Die Kapazitäten Stift gegen Stift reduzieren sich vergleichsweise zu anderen Röhren von 7,5 mpF -7stiftig Miniatur, bzw. 6,5 mpF -9 stiftig Noval, auf 1,6 mpF -11 stiftig bei Gnom.

c. eine gute Abschirmung der Elektrodenausführungen innerhalb des Teilkreises, sowohl innerhalb der Röhre, als auch außen an der Fassung. Die Fassungsmontage erlaubte zusätzlich mit Blechen leicht lösbare Abschirmmaßnahmen von Schaltleitungen und -Elementen.

d. quer gelagerte Kolbeneinbaumöglichkeit von kurzen UKW-Systemen, sodass die Elektrodenherausführungen sich wesentlich günstiger als im senkrechten Aufbau anordnen lassen.

6. Die Gnomröhrenserie vermeidet Patentschwierigkeiten, die beim Nachbau anderer Röhren eines Tages auftreten würden, wenn man nicht den internationalen Röhrenorganisationen angehöre.

Mit der 11-poligen Sockelausführung kamen folgende Gesichtspunkte hinzu:

I. er bietet eine gute Auflage und Befestigung der Systeme durch Benutzung der nicht benötigten Stifte als Stütz- und Befestigungspunkte.

II. erlaubt Verbundröhren wie z.B. Doppeltrioden mit zwei vollkommen getrennten Systemen nebst einer Abschirmung und getrennt geführter Heizung aufzubauen und diese in Schaltungen zu nutzen, bei denen die Katoden auf verschiedenen Potenzialen liegen müssen um deren Systeme vollständig zu entkoppeln; oder Doppelpentoden, bei denen mindestens 10 Stifte erforderlich wären, wenn das Bremsgitter nicht noch getrennt herausgeführt werden soll.

III. Bei UKW-Röhren ließen sich die HF-führenden Elektroden bei Bedarf mehrfach herausführen und damit ohmsche und induktive Verluste verringern. Außerdem ist dadurch eine Erhöhung der Grenzfrequenz möglich.

IV. Eine neue Fassung mit Schlitzen zu nutzen, die die Möglichkeit bietet, bei bestimmten Typen die Anschlüsse voneinander abzuschirmen und andererseits eine Unvertauschbarkeit der Anschlüsse garantiert.

Und so begann das ZL unter Leitung von Dr. Heinze Ende 1949, Anfang 1950 mit der Entwicklung, mit ersten Entwürfen und Berechnungen, zunächst der achtpoligen Gnomröhren. Gemäß Organisationsplan wurde das ZL in verschiedenen Unterabteilungen organisiert, mit weiterer Untergliederung in Typenbearbeiter. Das gesamte Typenentwicklerteam der Bereiche ZL20/21/22... unter Leitung von Dipl.Ing. Rigó bestand aus ca. 50 Personen. Alles Fachkräfte mit reichlich Röhrenbauerfahrungen, teils aus Kriegs- und Vorkriegsbetätigungen oder aus der Zeit der Umkonstruktion der "gläsernen Stahlröhren". Mit zuarbeitenden Abteilungen wie ZL30/50../60/70/81/82/ER, Werkzeugbau, Halbzeuge Pressteller, Gitter, Formiergetter, Katoden, Brenner, Montage, Versuchsfertigung, Pumpe, usw. rekrutierte sich eine Mannschaft von insgesamt ca. 150 Personen. Diese Belegschaftsgröße war notwendig, da für den neuen Röhrentyp mit Versuchswerkstätten, neuen Fertigungs- und Testeinrichtungen, mit Messtischen für elektrische Größen, Glasspannungsermittlung usw., Gitterwickelmaschinen, Glasverarbeitungseinrichtungen zur Glaslötung, Pumpstand, Großfällanlage, Nickelelektrolyse, Al-Zerstäubung, Tablettiermaschine, Schmelzofen, Entfettungsanlage .... neu entwickelt und gebaut werden mussten. Zum Evakuieren der Röhren setzte man zunächst weiter auf bewährte Ölpumpen; über selbst entwickelte leistungsstärkere Quecksilberdiffusionspumpen verfügte man erst später. Mit den rotierenden Ölpumpen ließ sich vor Getterung ein Restgasdruck von 10^{-5} Torr erreichen. Fertig gegetterte Röhren mussten wegen Unregelmäßigkeiten, zur Gewähr guten Vakuums, jedoch oft nachgegettert werden.

Trotz der vielen neu zu erstellenden Rahmenvoraussetzungen konnte die Entwicklung im Sommer 1950 bereits erste Prototypen typisiert mit 71 und teilweise noch in Quetschfußaufbau, vorzeigen. Mit Beginn des IV.Quartals erhalten die Neuentwicklungen ihre endgültige Typisierung auf 17x endend. Ein Abteilungs-Besprechungs-Protokoll belegt, das Anfang Nov. 1950 bereits erste auf Pressteller umgesetzte Typen ECH 171, EBF 171, EL 171 und 172, UEL 171, EF 171 bis EF 174, UM 171, EAA 171, ECC 171, aber auch parallel entwickelte Röhren wie EA 191 [UKW-Diode], EBF 85, EZ 53, EZ 92, EZ 95, EYY 53, GY 11, DY 01, EL 401, EL 1202, SRA 01, einer Wettersonden-Batterieröhre DF 01 und erste Typen der späteren D.. 191 Serie als Musterröhren in Versuchsfertigung produziert wurden. ** siehe Aktenvermerk 23.11.50*

Es war die Phase des Experimentierens mit verschiedenen Werkstoffen, zur Ersatzstoffherstellung mangels bestimmter Rohmaterialien und in Versuchen der generellen Optimierung und Funktionsstabilisierung der von Dr. Heinze und seinen Entwicklern Dr. Göllnitz und Dr. Schiller berechneten und dimensionierten Röhren. Beschleunigend wirkte die im Verbund anderer RFT Werke unterstützenden Zulieferungen einiger Halbzeuge und Maschinen. So bezog Erfurt von der Glühlampenfabrik NARVA Plauen -Gründung 1946 [**NARVA** steht für: **N**: Stickstoff, **AR**: Argon **VA**: Vakuum], ehemals Osram, Wolfram- und Molybdändrähte in Stärken von 6, 8, 10 µm zur Gitterherstellung, sowie Gitterstegdrähte und Anschlussbändchen. Als Gitterdraht kam generell Molybdändraht zur Anwendung, weil sich damit höhere Festigkeiten erreichen ließen und weniger Verwerfung auf der Gitterwickelmaschine auftrat. Zur Gitterherstellung mussten zunächst Kerbwickelmaschinen entwickelt und gebaut werden, die dann in Folge in der Produktion Verwendung fanden. Als Gitterstegdraht kam meist Nickeldraht zum Einsatz. Wo gute Wärmeableitung erforderlich war, um keine Gitteremission zu bekommen, für G_1 und G_2, auch Kupfermanteldraht mit zusätzlich angeschweißten Kühlfahnen. Die durchgehend 1mm starken Sockelstifte aus Eisen-Nickel-Kobaltlegierung [FeNiCo], in Laborversuchen zunächst pulvermetallurgisch selbst hergestellt und im Ausdehnungskoeffizienten dem Glas angepasst, wurden schließlich vom Walzwerk Hettstedt industriell gefertigt. In Praxis erwies sich allerdings die Konstanz des Ausdehnungskoeffizienten dieser erschmolzenen Legierung in Abstimmung zum Glas als nicht beherrschbar. Kleine Abweichungen der Zusammensetzung der ternären Legierung ergaben erhebliche Schwankungen des Ausdehnungskoeffizienten, mit der Folge unter thermischer Belastung Undichtigkeiten [sogenannte Nachzieher], Glasrisse und Tellersprünge zu verursachen. Außerdem zeigten sich im Ausdehnungsverhalten Hystereseerscheinungen und der Kobaltgehalt verfärbte die Einschmelzstellen blau. Die Legierung neigte bei mechanischer Verformung (Biegung) zur Bildung martensitischen Gefüges. Trotz Besserung durch Anrollen nach Art von Maschinennadeln stellte sich dieses Stiftmaterial als ungeeignet heraus, es musste eine Ersatzlösung gefunden werden. Das Berliner Glühlampenwerk BGW konnte Abhilfe schaffen. Kurzzeitig wurde es zum Lieferanten von CD-Kolbenglas und Presstellern mit eingeglasten Finkhdraht-Durchführungen. In Folge kamen jedoch nur noch Weisswasser Gläser bzw. fertig konfektionierte Kolben von Elektroglas Ilmenau bzw. später vom Glaswerk Gräfenroda zum Einsatz. Das Kernproblem, nicht über Bleioxidgläser zu verfügen und in Konsequenz daraus nur mit dünnwandigem Glas für Röhrenteller und Kolben, daraus resultierender Kolbenvergrößerung, mit mangelhafter Festigkeit bauen zu können, blieb bestehen. In diesem Umstand und vielen erforderlichen Versuchsfertigungen zur Prüfung von Materialtauglichkeit, ist eine der Hauptursache der hohen Fertigungsausfälle beim Pumpprozess mit Rissen bzw. Glasbruch, und im späteren Betrieb unter thermischer Belastung Undichtigkeiten mit sich verschlechternden Vakuen, zu sehen. Auch mit verschiedensten Glastemperverfahren waren wärmespannungsbedingte Undichtigkeiten kaum zu reduzieren. Bei den achtpoligen Gnomtypen, die nur in Glassintertechnik hergestellt wurden, waren zusätzlich größte Probleme durch eine schwer beherrschbare Glaslottechnik gegeben, wodurch eine große Anzahl Röhren durch Undichtigkeit schon während der Herstellung bzw. auf den Brenn- und Formierrahmen beim Abziehen aus den Fassungen mit Herausbrechen des in den Scheibenfuß eingesinterten Führungsstiftes [bei einigen Typen wurde er als 9.Anschluss genutzt] ausfielen. ** siehe Ausfallstatistik*

Da die 8-poligen Gnomröhren ausschließlich als Prototypen [stückweise bzw. bis max. zu 20 Exemplaren von der Typenentwicklung] oder zur Bemusterung von der Versuchsfertigung in Nullserien mit Stückzahlauflagen von max. einigen 100 Stück hergestellt wurden, zentrierte man beim Zusammenfügen auf der Pumpe Scheibenfuß und Dom statt mit einer Führungslehre eines typbezogenen Werkzeugs manuell am Pumpstängel ausgerichtet. Wie bei den ersten 11pol. Ausführungen, die unter gleichen Voraussetzungen hergestellt wurden, fallen daher viele Röhrenexemplare durch leichtes Versetzen von Scheibenfußrand/Kolbenwandung und Schiefe auf. Dr. Heinze hatte anfangs der sinternden

Glaslottechnik* mit den Vorzug gegeben, um auf der Pumpe mit niedrigeren Temperaturen arbeiten zu können und dadurch die Gefahr von Katodenvergiftungen zu reduzieren, anders als Philips, die einen Sinterring aus Glaslot zwischen Kolben und Tellerfuß legten und das Glas zusammenfließen ließen. Bei den späteren 11-poligen Typen kam dieses Verfahren nicht mehr zum Einsatz. Auch wurden die 11-pol. Nachfolgetypen domseitig gepumpt. Bei den achtpoligen Typen lag der Pumpstutzen mittig im Sockel unter dem Führungsstift. Es wurde aufgesetzt gepumpt, wie früher bei Quetschfußröhren. Durch Pumpleistungsbeeinträchtigung mussten Röhren oft nachgegettert werden.

** siehe Ausfallstatistiken*

Mit später eingesetzten Diffusionspumpen und verbesserten Gettern entfielen diese Nachbesserungsarbeiten. Die Entwicklung von Gettermaterialien führte Erfurt zunächst selbst durch. Im ZL 60 entstanden Formiergetter und Pressgetter mit verschiedenen Getterkästen und ein Formiergetterstoff mit einer Ansprechtemperatur bei 850 - 900 °C. Später bezog man Gettertaschen und Gettermaterial sowie Glimmerteile vom Werk Neuhaus, das sich darauf spezialisiert hatte. Entgegen westlicher Gepflogenheiten wurden die Systempäckchen statt auf sternförmigen Glimmerscheiben mit 10 bis 12 Fixierspitzen auf Glimmer mit lediglich vier Fixierungspunkten montiert. So finden sich viele Röhren mit schief im Kolben sitzenden Systemen. Auffällig sind teilweise sehr dünn aufgespaltete Glimmerscheiben, was bei einigen Typen wohl aus Stabilitätsgründen doppellagige Glimmerplättchen erforderlich machte. Eine Ausnahme ist bei der EF 172k gegeben, wo vermutlich zur Erhöhung der Klingfestigkeit Konstruktionsmerkmale der Hillerschen MSC 2 angewandt wurden. [RFT kopierte die MSC 2 als Typ DC 960, ebenso wie Telefunken mit der AC 701]

** siehe Band II -Firmenporträt Hiller*

Klingeigenschaftsverbessernd wirkte zusätzlich ein stabiler Systemaufbau mit guten Schweißungen (Verschweißfestigkeit mit ~8 kp belastbar), wie auch fester Gitterwickel mit hochbelastbaren Molybdändrähten (Belastungsgrenze bis ~15 kp) und angewandter einwandfreier Drahtfixierung in Kerbtechnik. Bei Röhrentypen EF 176 und 177, die für UKW-Verwendung vorgesehen waren, brachte es die Entwicklung fertig, die Pentodensysteme horizontal im Glaskolben einzusetzen. Mit dadurch verbundenen kürzesten Elektrodenanschlüssen waren diese Typen für Hochfrequenzanwendung mit einer Grenzfrequenz bis 300 MHz prädestiniert. Zur Vermeidung von Brummbeeinflussung besitzen alle Kleinsignalröhren abschirmende Bodenbleche zwischen Tellerboden und Systempäckchen, um Aufdampfungen im Tellerbereich und damit mögliche Kriechströme zu vermeiden. Ähnlich konstruktive Maßnahmen sind zur Vermeidung ungewollter Getterniederschläge auch im Dombereich zu finden. Als Katoden für Kleinleistungstypen wurde meist rundes Trägermaterial, für Endpentodensysteme Flach- oder Ovalträger eingesetzt. Als Basismaterial kam ausschließlich Reinstnickel mit 0,09 %Mg Zusatz zur Anwendung. Die Emissionsbeschichtung wurde grundsätzlich durch Spritzen aufgetragen (keine Pastenbeschichtung!). Die Beschichtung war für eine Emissionslebensdauer analog der "Harmonischen Serie" für mindestens 1000 Betriebsstunden dimensioniert. Beim Flach- bzw. Ovalkatodenträger vermied man seitliche Emissionsbeschichtung, um möglichst die im Schatten stehenden Gitterstege nicht unnötig durch Elektronenbeschuss aufzuheizen und um keine Beeinträchtigungen durch Sekundäremission zu bekommen. Zur Verbesserung der Wärmeableitungen finden sich bei einigen Typen an den Gitterstegen sowohl im domseitigen wie Tellerbereich, Kühlfahnen. Anfänglich generell verwendete Runddrähte zum Anschluss der Elektroden an die Röhrentellerstifte wurden für Anode und Heizung der besseren Wärmeableitung wegen, durch Flachbändchen ersetzt.

* Das Glaslot wird in Form eines Pulvers auf den noch warmen gepressten Fuß aufgestreut, nochmals kurz erhitzt und dabei miteinander verschmolzen -gesintert-, danach zum Abbau von Glasspannungen getempert. Der Kolben wird bei leichter Drehbewegung in geschmolzenes Glaslot getaucht und erhält dadurch an seinem Rand einen Lotring. Zuletzt wird bei niedriger Temperatur, die am Transformationspunkt des Glases liegt, Kolben und Teller mit einander "verlötet".

Inhalt Band III

Max Funke und seine Röhrenprüfgeräte

	Seiten
Firmengeschichte und Verlauf	01 ... 24
Geräte Typen W1 ... W 15	47 ... 172
Geräte Typen W16 ... W 18	173 ... 187
Geräte Typen W19 ... W 20	188 ... 375
Geräte Typen W23 und Ergänzungsprogramm	265 ... 296
Röhrenregenerierung	297 ... 305

INHALTE BAND I ... IV

BAND I : **Meilensteine der Röhrenentwicklung**

- Röhrenpatente der ersten drei Jahrzehnte
- Röhren-Entwicklungs-Bewertungen / Erscheinungszeiten

Technologie der Elektronenröhre

- Die Glühkatode
- Zuverlässigkeitskriterien und Störgrößen
- Entwicklungs-Bewertung Anwender / Entwicklung

Röhrenlexikon

Codierungen

- Normierungen, Kennungen, Chronologie der Sockel
- Röhrenpreise 1930 ... 2000 -volkswirtschaftliche Betrachtungen

Literaturzusammenstellungen

- Valvo techn. Informationen / Die Telefunken Röhre / 30 Jahre Telefunken-Zeitung

BAND II : **Firmenporträts**

RRF Valvo und das Röhrenwerk Hamburg
100 Jahre Telefunken und seine Röhren
Hiller Spezialröhren
Funkwerk Erfurt und seine Gnom-Röhren

BAND IV : **Deutsche Wehrmachtsröhren 1933 bis 1945**

- Entwicklungsübersicht
- Röhren von Luftwaffe und Heer
- div. Anlagen und Entwicklungs-Laborberichte
- Nachrichtenmittel - Röhren-Schlüssel

BAND V : **Zusammenstellungen**

- Röhrenhersteller / Brands - Kartons - Label
- Röhrendaten und -Sockelschaltungen 1920 - 1970
- Vergleichsübersichten Rundfunkröhren moderne/alte Typen

einige Seiten als Auszug

Transistor-Adapter ...**zum Aufstecken auf Hexodenfassung**

verwendbar für W19 bzw. W20 zum Prüfen von PNP und NPN Transistoren sowie Dioden. Standardausführung im Kunststoffgehäuse und Kabel-Klemmanschlüssen. Zum Messobjekt: Messung erfolgt in Schalterstellung 12 des Prüfwahlschalters.

** Schaltbild im techn. Anhang*

W 19S ③ Bundeswehrausführung in olivgrünem tragbarem Holzgehäuse. Modifiziert mit teilweise unterschiedlicher Prüffassungsbestückung [immer Septar], ansonsten schaltungstechnisch dem W19 gleich. Wie üblich, Prüfkartenkurz-Übersicht im abnehmbaren Gehäusedeckel, diversen Adaptern, doch mit festem Einbau von, Dekal 1 und 2, zwei verschieden Pico7 und Magnoval-Fassung. Bei den zuletzt gefertigten Geräten kamen Silizium- statt Röhre-Gleichrichtung zur Verwendung. Das W19S für zivile Kunden weist i.a. eine dem W19 ähnliche Fassungsbestückung auf. ** Schaltbild im techn. Anhang*

Sonderausführung mit eingebautem Transistorprüfadapter, verschiedene Ausführungen!

W 20 ③ das Max Funke Spitzengerät, das Laboranforderungen erfüllt. Ersterscheinung 09.07.1953.In ihm sind in konsequenter Weise Erfahrungen seiner Vorentwicklungen W17...W19 vereint und zur Aufnahme von Röhrenkennlinien erweitert.
Ausführung: großes Nussbaum-Holzgehäuse. Verwendete Gleichrichter bis ca.1963 -AZ 12 und GZ 34, danach Siliziumgleichrichter. Ab 1966 fehlen Prüffassungen für Siemens 5/7/9-polig, RV12P2000, dafür sind zwei Dekal und eine Nuvistorfassung und in Sonderausführung der Transistoradapter eingebaut. Für nicht eingebaute Fassungen standen ca. 50 verschiedene Adapter zur Wahl.
Die Produktion endet ca.1972/73 mit Seriennummer 28692. Für die Bundeswehr wurde das Gerät auch in ähnlicher Gehäuseausführung mit Septar-Fassung gemäß W19S hergestellt.

** verschiedene Schaltbilder und Ansicht im techn. Anhang*

W 21/W21-II im Jahre 1960 erscheint als eines der letzten Entwicklung der Bildröhrentester W21 zu einem Verkaufspreis von 430,00 DM. Er kann sich, obwohl 1968 für Farbbildröhren zum Typ W21-II weiter entwickelt, ebenso wenig gegen Produkte von Müther bzw. dem Typ 467 von Precision/USA, die gleichzeitig ein gezieltes Regenerieren ermöglichen, durch-setzen. Der Verkaufspreis des W21/II im Jahre 1968 betrug 548,00 DM.
Vom W21-I wurden insgesamt 341 und vom W21-II wurden 118 Geräte gefertigt und verkauft. Hauptkunde war die Firma Sylvania.

W 23 ??? ein von Funke modernisiertes W20 und auf neueste Anforderungen ausgelegtes leistungsstarkes Nachfolgegerät *-siehe Bildanlage-*, das nicht mehr in den Verkauf kam. Das alte Schema mit Prüfkarte und Steckcodierfeld wurde entsprechend der Fassungskontakt-Anschlusszahl durch 12-stufige Drehschalter ersetzt, wodurch jede Röhrenelektrode problemlos frei anschaltbar wurde. Für die Röhrenheizung verwendete man einen angemessen leistungsstärkeren Transformator, mit jederzeit schaltbar erhöhend oder senkend feinstufig anpassbarer Spannung. Leistungsangepasst wurden ebenso die Versorgungs-Prüfspannungen für U_a und U_{g2} auf 600 bzw. 300V, grob/fein regelbar höher ausgelegt, U_{g1} und zusätzlich U_{g3} verblieben in W20 gewohnter Auslegung. Die Strommessbereiche für I_a wurden auf max.1A erweitert, die für I_{g2} auf 100 mA. Das W20 ähnliche Gehäuse bedurfte wegen des höheren Platzbedarfs für 24 Drehschalter, 20 Röhrenfassungen und der U_a/U_{g2} Regelung auf der Bedienplatte, einer Vergrößerung.

Abmessungen im Vergleich W20 / 23:

	B	**H** ohne Deckel / mit Deckel	**T**
W 20	54 cm	18,0 / 25 cm	45,5 cm
W 23	55 cm	23,5 / 30,5 cm	45,5 cm

Ausschnitt Bodenplatte:
W20: 37,5 x 43cm W23: 52 x 32cm

① *Prospektbeschreibung nachstehend*

② *unter gleicher Typenbezeichnung erschienen verschiedene Geräteausführungen. Ab Mitte 1936 eine Drehspul-Großanzeige und einer bei Fehler leuchtenden "Heizfaden Schrift-Glimmlampe"*

③ *Prüfkartensatz deckt 10.000 Röhrentypen ab*

Preisentwicklung der ab 1952 gefertigten Gerät W 19 und ab 1953 dem W 20, einschl. Prüfkartensatz zum Listenpreis in DM / Stück:

	1952-54	bis 1956	bis 1960	1961	1962	1963	1964	1968…
W 19	485,00	525,00	548,00	575,00	625,00	695,00	748,00	898,00
W 20	695,00	749,00	840,00	960,00	1.080,00	1.1090,00	1.285,00	1.542,00

Die Beschaffungspreise für den Bund [Bundeswehr, Grenzschutz, Bahn, Post] lagen ca. 10 % unter Listenpreis.

Max Funke führte sein Unternehmen noch bis zum 31.12.1964. Wenig rühmliche Interna zwangen den rüstigen und noch tatkräftigen 69 jährigen Funke in den Ruhestand. Auf sein Wissen konnte man dennoch nicht ganz verzichten, sodass man für eine Weile noch seines beratenden Beistands bedurfte. Sein Sohn war bereits Ende 1963 ausgeschieden, um sich ab Jan. 64 mit Entwicklung, Bau und Vertrieb elektronischer Bausätze auf unabhängige eigene Beine zu stellen. Weitere wichtige Mitarbeiter wie die Herren Schupke und Walter Romes verließen die Firma. Der Kommanditist, in Persona Frau Majer-Weisse, bereits in Mitverantwortung eines eigenen Drahtziehwerkes in Ludwigsstadt stehend, übernimmt mit Funkes ausscheiden als alleiniger Gesellschafter mit allen Rechten die Geschicke der Max Funke KG. Durch Personalabbau in den Folgejahren und weiteren Verlusten an Fachpersonal degradierte das Werk mehr und mehr zu einem Reparaturbetrieb, hauptsächlich zur Erfüllung gestellter Garantieleistungen aus Bundeswehrlieferungen und Wartungsvertragsvereinbarungen, die konstruktions-bedingt sehr kostenaufwendig waren. Später übernahmen z.T. Fremdfirmen wie Tektronix Köln [Rohde & Schwarz] bzw. der alte Konkurrent Neuberger diese Arbeiten. Die Konstruktion der Funke Röhrenprüfgeräte erfüllten keinen Standard für eine automatisierte Serienproduktion. Zu viele Bauteile bzw. Baugruppen auf der tragenden Bedienplatte oder an der Gehäusezarge befestigt, mussten meist, wenn z.B. verschlissene Prüffassungen, defekte Schalter oder Anzeigeinstrumente auszuwechseln waren, zeitaufwendig demontiert werden. Aus diesem Grunde haben findige Elektroniker ihre eigenen Geräte, z.B. RPG 4/3 oder W 20, mechanisch umgebaut, indem sie die versperrenden Netztransformatoren und die nicht auf der tragenden Bedienplatte befestigten Bauteile auf einen herausnehmbaren Chassisrahmen umsetzten. So war im Reparaturfall eine schnellere, leichtere Zugänglichkeit zu den Einzelkomponenten möglich.

Im Jahr 1976 wurde der Betrieb Max Funke stillgelegt, doch nicht liquidiert. Er wurde nachweislich noch bis Ende 1999 im Handelsregister geführt. Die Fabrik mit allen Einrichtungen bestand noch bis Ende 2004. Mit Verkauf im Okt. 2004 des in bester Stadtlage Adenaus gelegenen Firmengeländes endete damit endgültig der "Funke Dornröschenschlaf". Nach Räumung des Gebäudes soll dieses nun evtl. als Tagungsstätte, bzw. als Museum für orts- / gebietsbezogene Kunst genutzt werden. Sollte sich beides nicht realisieren lassen, steht als Option, das Terrain für neuen Wohnraum zu nutzen. Max Funkes bewegtes Leben endete 85jährig am 24. Aug. 1980 in einem Altenheim in Düsseldorf. Tragisch für ihn war das Erleben des erneuten Untergangs seines Lebenswerkes. Er hinterließ zwei Kinder, Sohn und Tochter aus zwei Ehen, deren Mütter er überlebte.

..... insgesamt 24 Seiten Funketext

ergänzt durch gesamte Programmübersicht mit Gerätefotos und techn. Daten

EL152 / 153
mit Abdeckkappe

Wehrmachtsröhren

11pol. Gnom
+ Umschalter

Wehrmachtsröhren

z.B. RS1009

Messbuchsen
Heizspannung

Poströhren

Compactron

brit. Oktal
M A Z D A

Zusatzschalter
Compactron

Messpunkte für Ug_1 / Ua / Ug_2

Regelung für
mag. Augen
bis 850V

EIN / AUS + Regelung Heizspannung

Abnahmedatum 30. Nov. 1975

Netz- / Heiz-Spannungs-
Regelkreis

Hochspannungselektrik
für mag. Augen

Innenbelüftung

Innenansicht modifiziertes W20

Ergänzungsplatine

Inhalt Band IV

Deutsche Wehrmachtsröhren 1933 bis 1945

	Seiten
1. Editoriale Einleitung- Entwicklungsübersicht	01 - 24
2. Wehrmachtsröhren von Luftwaffe und Heer	
I. Entstehung / Aufgaben der Wehrmachtsröhren	27 - 36
II. Aufbau und Eigenschaften der Wehrmachtsröhren	37 - 98
III. Aufbau und Eigenschaften der Fassungen	99 - 134
IV. Anlagen mit	
- Zusammenstellung der Luftfahrt- u. Heeresröhren mit deren kennzeichnenden Eigenschaften	135 - 218
- Röhrenspektrum der Deutschen Kriegsmarine	219 - 292
- Entwicklungs-Laborberichte	293 - 350

INHALTE BAND I ... IV

BAND I : **Meilensteine der Röhrenentwicklung**
- -Röhrenpatente der ersten drei Jahrzehnte
- Röhren-Entwicklungs-Bewertungen / Erscheinungszeiten

Technologie der Elektronenröhre
- Die Glühkatode
- Zuverlässigkeitskriterien und Störgrößen
- Entwicklungs-Bewertung Anwender / Entwicklung

Röhrenlexikon

Codierungen
- Normierungen, Kennungen, Chronologie der Sockel
- Röhrenpreise 1930 ... 2000 -volkswirtschaftliche Betrachtungen

Literaturzusammenstellungen
- Valvo techn. Informationen / Die Telefunken Röhre / 30 Jahre Telefunken-Zeitung

BAND II : **Firmenporträts**
- RRF Valvo und das Röhrenwerk Hamburg
- 100 Jahre Telefunken und seine Röhren
- Hiller Spezialröhren
- Funkwerk Erfurt und seine Gnom-Röhren

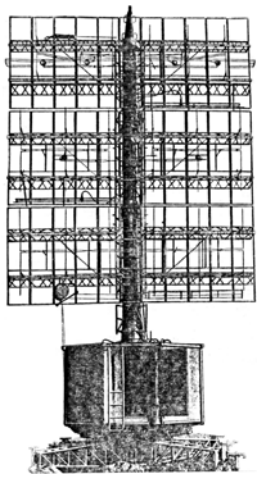
BAND III : **Max Funke und seine Röhrenprüfgeräte**
- Röhren-Regenerierung

BAND V : **Zusammenstellungen**
- Röhrenhersteller / Brands - Kartons - Label
- Röhrendaten und -Sockelschaltungen 1920 - 1970
- Vergleichsübersichten Rundfunkröhren moderne/alte Typen

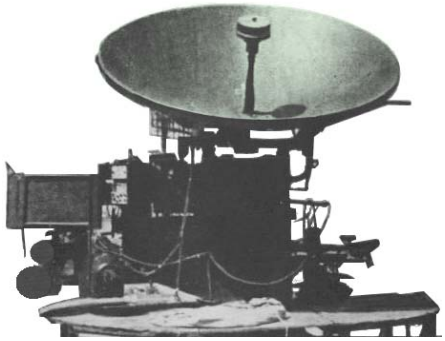
Die Röhrenhistorie

Band IV

Deutsche Wehrmachtsröhren

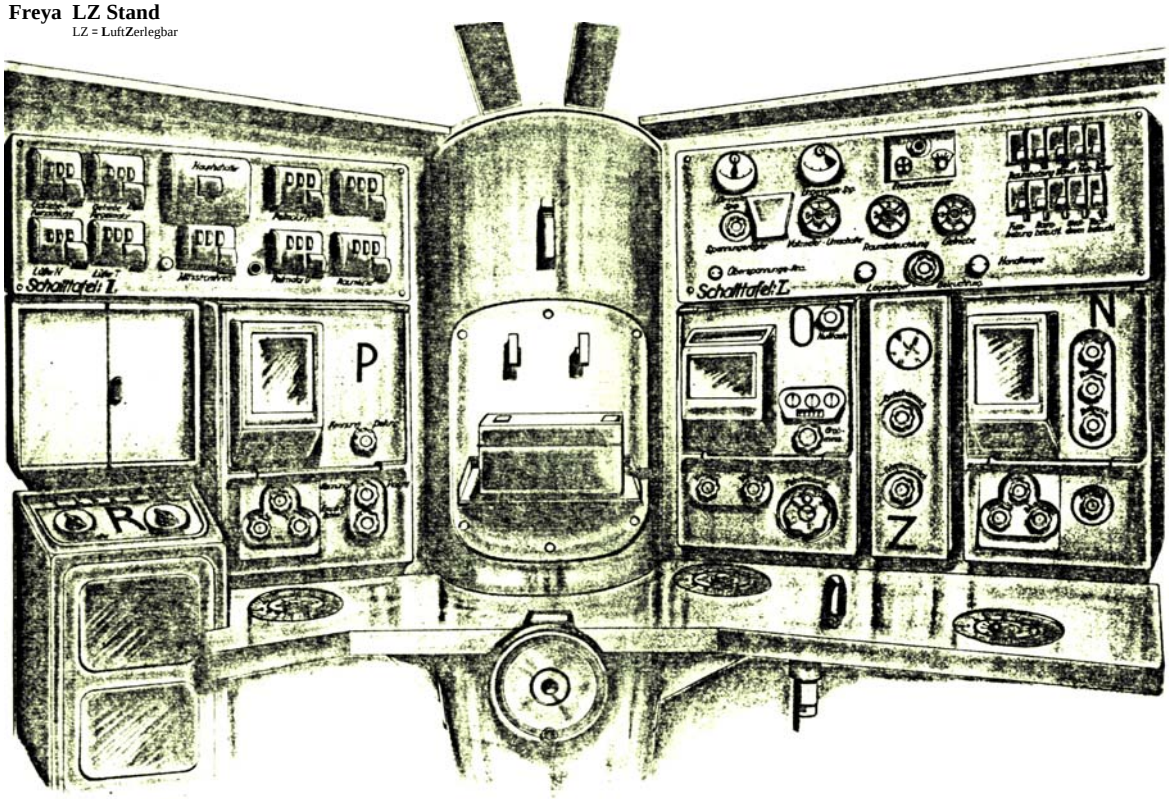


LS 50



Würzburg

Freya LZ Stand
LZ = **L**uft**Z**erlegbar



RV12 P2000

LG 1

Dipl.Ing. W.Scharschmidt
Copyright / Edition 2007

Auszug aus Vorspann

durch Zugriff auf die Gemapatente deutlich Geltung erlangte. So entstanden für Funk bzw. Radar mit darstellender Signalauswertung bis zum Ende des Krieges diverse Spezialröhren in teilweise völlig neuen Technologien, zunächst als Beutegutnachbauten[++], dann jedoch mehr und mehr eigene Weiterentwicklungen für Funkmess- und Funkortungsgeräte. Einen Überblick über das Spektrum der für die Militärs entwickelten Röhren zeigt eine Zusammenstellung im Anhang dieses Kapitels. Nachdem ab 1933 die Wehrmachtsröhrenentwicklung forciert worden war und durch den Aufbau der Rüstungsindustrie bzw. Kriegsbeginn der Bedarf stetig zunahm, waren neben Telefunken weitere Unternehmen der Röhrenindustrie, sowie staatliche Forschungsanstalten und -Institute zur Entwicklung und Fertigung herangezogen worden. *-siehe Anlage*
So mussten alle unter deutscher Herrschaft stehenden Röhrenhersteller ab 1937 ihre Röhrenfertigung auf Wehrmachts- und Spezialröhrenbau konzentrieren, denen später Philips/NL und Tungsram/Ungarn ebenso zu folgen hatten. Die damit ständige Zunahme und Fülle von Entwicklungen gab Anfang der 40er Jahre schließlich den Anstoß, Maßnahmen zur Eingrenzung der Typenvielfalt und einer Standardisierung einzuleiten. So entstand folgender durchaus sinnvoller Maßnahmekatalog:

[++] sowie durch Kompensationsgeschäfte des SSD mit der Schweiz über sie erhaltene begehrte Objekte.

1. **Standardisierung der Heizspannungen** ..... Eingrenzung der Betriebstoleranzen je nach Verwendung :
   für direkt geheizte Röhren mit Spannungen: 1,2 / 2,0 / 2,4 / 3,0 / 4,2 / 4,8 V und
   für indirekt geheizte Röhren mit Spannungen: 2,4 / 4,0 / [5V] / 6,3 und 12,6 V.
2. **Standardisierung[✦] der Fassungen zu Normfassungen** …mit besonderem Augenmerk auf mechanische Festigkeit, geringer Eigenkapazitäten für HF-Anwendung, verwechslungsfreier guter Kontaktgabe mit optimalem Langzeitverhalten, sowie sicherem wie einfachem Wechseln der Röhren auch unter Betriebsbedingungen.
3. **Typisierung** ..... eine ökonomische Forderung mit dem Ziel brauchbare Röhrentypen und -Fassungen zu erhalten, mit Eignung für eine Vielzahl unterschiedlichster nachrichtentechnischer Geräte, was gleichermaßen die Ersatzteilsteuerung vereinfachen sollte, sich jedoch in Anbetracht der schnellen technischen Weiterentwicklung und der unterschiedlichen Ansprüche der Waffengattungen, insbesondere der Luftwaffe und Luftverteidigung, mit Fortgang der Kriegsjahre nur eingeschränkt realisieren ließ.
4. **mechanische Belastbarkeit**.... um die unterschiedlichsten militärischen Betriebsanforderungen und Belastungen zu erfüllen, wie z.B. Beschleunigungsfestigkeit, HF-und Kenndatenstabilität. Dies führte zu Röhren mit massereduzierten kurzen Systempäckchen, Nickel-Elektrodenstegen und stabiler Glimmerscheibenfixierung, äußerlich gefasst in Pressstoff-Patronenform oder Metallmantelung, bis schließlich zur Metall-Keramik-Technik.
5. **Steigerung der elektrischen Eigenschaften** .... mit Umstellung von Quetschfuß- auf Pressteller-aufbau für in erster Linie baukleine Röhren [kürzere Elektroden, kleinere Elektrodenabstände, geringere kapazitive Einflüsse....] mit verbesserten gleichmäßigeren stabilen HF-Eigenschaften. [*] *siehe Anlage*

Trotz Maßnahmenkatalog ließen sich die gesteckten Normierungsforderungen mit Fortschreiten des Krieges, insbesondere bei Röhren für spezielle Anwendungen, nicht einhalten. Herrschte anfänglich Konkurrenzdenken, was unterhalb der Röhrenhersteller, Instituten und Forschungseinrichtungen nahezu bis in die enddreißiger Jahre galt, so wandelte sich dies in den 40er Jahren mit Telefunken als Leitfirma in kooperative Zusammenarbeit. Ab nun wurden Entwicklungsvorhaben vom Luftfahrtministerium Referat GL-CE4-1 unter Ltg. von Dr.Kretzmann [bis 1943[✦✦]]

[✦] Der Gedanke zu Einheits- oder Normfassungen zielte ebenso wie die Röhren-Typenbereinigung auf eine Vereinfachung, um bei alle Neuentwicklungen mit 5 Normfassungen auszukommen und möglichst Spezialfassungen zu vermeiden.

[✦✦] danach Oberst Ramm

Auszug aus Vorspann

-von Telefunken abgezogen- dem HWA [Oberbaurat Dr.W.Krause] und Telefunken [Ltg. Dr.Steimel und Dr.Zickermann -Entw.Zentrale mit Administration/Behördenkontakte] koordiniert. Alle Beuteobjekte aus Abschüssen wurden außerdem von einem wissenschaftlichen Fachgremium in Berlin mit Sitz im Bunker "Charlotte" analysiert. Aus den Auswertungen wurden Entscheidungen generiert, die entsprechend der Dringlichkeiten häufig zu direkten Auftragsvergaben [z.B. Katodenstrahlröhre mit Doppelschichtschirm nach Bad Liebenstein] führte. Ab 1943 trafen sich schließlich die Größen damaliger Röhrentechnik unter Vorsitz Telefunkens mit Dr. Mey in unregelmäßigen Abständen zu Arbeitskreistagungen, in denen die Führungskräfte der verschiedenen Unternehmen und Institute ihre Entwicklungen, Erkenntnisse und Ergebnisse austauschten. Gemäß dem ZWB [Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen der Luftfahrtforschung] und "Der Bevollmächtigte der Hochfrequenzforschung", tagte der Arbeitskreis* letztmals am 27./28. März 1944 in Breslau.

* Teilnehmer Zusammenstellung und Themen des Arbeitskreises (-Ring) siehe Anlage ab Seite 19

Nachdem die erste Wehrmachts-Kleinröhrengeneration zu Beginn der 30er-Jahre vorwiegend auf das Wissen von Rundfunkröhren aufbaute und durch Optimierungen, siehe nachstehend, die schärferen Forderungen der Militärs in Bezug auf hochfrequentere Nutzung und baulicher Verkleinerung erzielt waren, reichten alleinig Maßnahmen dieser Art für die folgende HF-Röhrengeneration mit Übergang der 30er in die 40er Jahre nicht mehr aus.
Die Weiterentwicklung bzw. Optimierung von Röhren der 1. Generation erforderte umfangreiche Verfeinerungs-Maßnahmen, mit Kriterien, die sich wie nachstehend benennen lassen.

1. **Verringerung der Röhrenkapazitäten:** im Systemaufbau wie deren Zuleitungen, durch Verkleinerung der Systeme und deren Anordnung, wie z.B. liegend, was besonders kurze Zuleitungen zu den Sockelkontakten ermöglichte. Umstellung von Quetschfußaufbau auf Allglastechnik mit Pressglas-Röhrenfuß oder Ringquetschung. Katoden-Emissionssteigerung bei gleichzeitiger Verkleinerung deren Oberflächen.
2. **Verlustarme Elektrodenzuleitungen,** durch:
   neue Anschlusstechniken mit direkter Verschweißung an den Sockelkontaktstiften bzw. kurzer Anschlussbändchen. Umsetzung auf Allglastechnik mit kurzen massiven Sockeldurchführungen und bei HF-Röhren je nach Verwendung möglicher Parallelschaltung mit dazu adaptierten neu entwickelten Fassungen.
3. **Elektronenlaufzeitverringerung** durch Katoden-Steuergitter-Abstands-Verringerung von vormals 350-400 µm auf ≤100 µm.
4. **Entkopplungsverbesserung** Eingang/Ausgang durch Reduzierung induktiver Kopplungen, anhand optimierter Elektrodenzuleitungsverlegung, Schirmung oder Mehrfachkontaktierung der Katode auf mehrere Sockelstifte.
5. **Verringerung des Rauschens** durch verbessernde Auslegung des Stromverteilungsverhältnisses Schirmgitter / Anode bzw. veränderter Schaltungstechnik mit Umstellung von Katodenbasis- auf Gitterbasis-Schaltung.

Zur Verbesserung der HF-Tauglichkeit bedurfte es weiterer gravierender Maßnahmen. Durch nochmalige Verkürzung der Zuleitungen waren nur bedingt bessere Daten erreichbar, stellten sich doch die dielektrischen Verluste des Pressstoffröhrensockels als Haupthindernis dar. Erst die Umstellung auf Glas und Keramik erbrachte deutliche Erfolge. Ergebnisse, die in Deutschland auf Vorarbeiten aus 1935 von Telefunken/Osram basieren und ab 1937 mit dem Röhrentyp der Allglas-Deziröhre SD 3 bzw. 1938 mit der SD 5 und SD 100 erfolgreich umgesetzt waren. Weitere konstruktive Verbesserungen des Systems der SD 100 durch Reduzierung des g_1-k-Abstandes auf 0,11 mm [Gitterdraht 30 µm] und Fortfall des Kunststoffsockels führte schließlich 1939/40 zur Type LD 1 mit einer HF-Leistung von 0,3 W bei λ=23 cm. Parallel dieser Entwicklungslinie beschritt die Firma Lorenz einen etwas anderen Weg und griff die ursprüngliche bei Telefunken entstandene Idee von Innennapfröhren auf. Es entstanden die sockellosen Innen-Pressnapfröhren der D41er-Reihe mit horizontal liegendem Systemaufbau verschiedener RD 12xx Typen wie z.B. die RD 12 Ta [λ≧20 cm] oder die Duodiode RD 12 Ga [λ≅10 cm]. Man erkannte jedoch bald, dass diese Technologie eine Sackgasse war. Nur der Weg

Auszug aus Vorspann

den Telefunken mit der Entwicklung von koaxialen Metall-Keramik-Röhren einschlug, öffnete die Möglichkeit zu kurzwelligeren und gleichzeitig leistungsstärkeren Röhren. Hierbei wurde der Gedanke umgesetzt, diese Röhren so zu konzipieren, sie als organischen Bestandteil in den Schwingkreis zu integrieren, um so die üblichen verlustbehafteten elektrischen Verbindungen gravierend zu reduzieren. Damit war der Typ Scheibenröhre mit konzentrischen Kupferscheiben-einschmelzungen und flächenhaften Elektroden geschaffen, der dämpfungs- und induktionsarme Übergänge zu Koaxialleitungen und Hohlraumkreisen ermöglichte. Nach mehrjähriger Entwicklungsarbeit fand die vorteilhafte MK-Technologie mit einer LD 12-Vorläuferentwicklung 1941 erstmals Anwendung. Die Entwicklung dieser neuen Röhrentechnologie begann zunächst bei Telefunken in den Labors in Berlin-Zehlendorf, wurde dann nach den Bombenangriffen am 1.3.1943 ins niederschlesische Zweigwerk Liegnitz [Liegnitzer Keramische Werkstätten] verlagert. Dort erarbeitete man bis kurz vor Kriegsende eine Vielzahl neuer Typen *-siehe Anlagen zum Kapitel 2*, völlig eigenständige Laufzeitröhren-Entwicklungen wie die 1944 fertig gewordenen Typen LD 6 mit 25 kW_{Impuls} bei λ=20 cm oder die LD 7, LD 13 mit 25 kW_{Impuls} bei λ=35 cm, LD 14 mit 100 kW_{Impuls} bei λ=25 cm usw., aber auch etliche Nachentwicklungen aus erbeutetem Kriegsgut, wie z.B. aus dem amerikanischen Reflexklystron 723A/B das Nachbauklystron LD 20 [lange nach dem Krieg noch als 2K25 genutzt], die LD 21, LD 24 oder aus der 726A die LD 27. Die Telefunken-Entwickler generierten in der kurzen Zeit weniger Jahre eine Vielzahl höchst innovativer Röhren, in einer beachtlichen Bandbreite mit Triftröhren, Magnetrons, Klystrons, Scheibendioden und -Trioden, bis zu Hochleistungs-Senderöhren, Bild-Aufnahme und -Speicherröhren, Scope- wie Polarkoordinatenröhren bis zu Spezialröhren für Messzwecke usw.. Viele von ihnen fanden nicht mehr den Weg zur Serienreife, denn es bestand andererseits die Dringlichkeit den Bedarf gängiger Typen zu decken, sodass in Geräten ab 1943 sogar Stahlröhren wie EDD 11, EF 14, EBC 11, EL 12 u.a. zusammen mit Wehrmachtsröhren Verwendungszulassung fanden, z.B. im FuG 224 Berlin oder auch in der Steuerelektronik der V2-Rakete [Röhrenproduktion dazu u.a. im Rö-Werk Erfurt].

Dem zweiten Kapitelabschnitt ein wenig vorgreifend, der eine vollständige Übersicht deutscher Militärröhren mit Beschreibungen wesentlicher Eigenschaften sowie deren Aufbau umfasst, soll im Folgenden eine kurze Entwicklungsübersicht der anderen neben Telefunken tätig gewesenen Unternehmen wie AEG, Blaupunkt, Fernseh GmbH, Fivre, Flugfunkforschungs-Institut Oberpfaffenhofen, Gema, Koch & Sterzel, Opta, Lorenz, Osram, Philips/Valvo, Pintsch, Preßler, Rectron, Sanitas, Siemens, Stabivolt, TeKaDe, Telefunken, Tungsram diese Einleitung abschließen.

Wie bereits erwähnt, entstand ein Großteil der Wehrmachts- und Luftfahrtröhren in Telefunken Laboratorien, teils in enger Zusammenarbeit mit AEG, Osram und bedingt Siemens. AEG befasste sich vornehmlich mit Katodenstrahlröhren, Impulssenderöhren und Leistungsthyratrons, wobei insbesondere Typen wie die Senderöhren AS 1010 (ES23d) mit 200 kW bei λ=80 cm, die AS 1013 (EV24) mit 900 kW bei λ=240 cm und die nur in Mustern fertig gestellte Leistungs-Tasttriode AV 1012 (LV 24) und AV 1015 (EV 34/LV 54) mit 1100 kW Impulsleistung zu nennen wären. Im Fertigungsprogramm standen diverse andere Typen, die an dieser Stelle nicht weiter benannt werden sollen, doch erwähnenswert ist auch die nicht mehr bis zum Kriegsende fertig gewordene Tast-Sende-Tetrode LV 21 mit geplanter Impulsleistung von ~1 MW. Die Firmen Osram und Siemens erschienen dagegen in der Wehrmachtsröhrenfertigung weniger aktiv, da man sich mehr auf Grundlagenforschung konzentrierte. Osram war zwar mehrfach in verschiedenste Entwicklungsstudien eingebunden, dedizierte sich mehr auf das klassische Programm mit Urdoxen, Eisen-Wasserstoff-Widerständen [z.B. LK 302], ähnlich wie dies Stabivolt mit seinen Regelröhren tat. Siemens war in der Vorkriegszeit und den ersten Kriegsjahren zwar schon mit in die Röhrenfertigung eingebunden z.B. mit Stromtoren [z.B. LG 998, LG 100 u. -1001] oder mit Fremdentwicklungen Telefunkens wie LD 2, LV 5 bzw. Gema Röhren [letztere wurden auch bei Fivre/Italien gefertigt], doch widmete man sich hauptsächlich mit weit reichendem Spektrum den Behördenröhren. Zum Kriegsende wurde Siemens dann aber doch noch mit Zentimeterröhren-Entwicklungen auffällig, wobei man auf Mitte der 30er Jahre gemeinsam mit Telefunken gewonnenes Wissen zur MK-Technologie-Entwicklung zurückgriff. Es entstanden spezielle Triftröhren als

Auszug aus Vorspann

Weiterentwicklungen britischer Vorlagen, Typen wie LDR, LDX, LDZ oder LD 25 und LD 26, andererseits Magnetrons teilweise in Kooperation mit Telefunken oder dem PTR erarbeitet, Typen wie LMS 101, LMS 110, RM 4122, sowie mit LS 81, LS 91, LS 1501 oder LS 20000 verschiedene Senderöhren, von denen die beiden letzten Typen nicht mehr Fertigungsreife erlangten. Wie AEG, Telefunken, Opta, Lorenz, Valvo, FESE -Fernseh GmbH- und FRP-Forschungsanstalt der Reichspost-, beteiligte man sich mit der Blauschriftröhre LB 52 an der Entwicklung von Katodenstrahlröhren.

Auch die Firma Blaupunkt Berlin war mit seiner Röhren- und Geräte-Entwicklung [das 9 cm Korfu-Abhörgerät zum Rotterdam-Gerät, ist z.B. eine Blaupunktentwicklung] in die Militärtechnik eingebunden. Nachdem man anfänglich bei Gema (Lorenz) an deren Röhrenentwicklung beteiligt war, z.B. am Typ DS 323, lag der spätere Tätigkeitsbereich der unter der verantwortlichen Leitung von Dr.Lämmchen stehenden Röhrentechnik mehr bei Studien der cm-Technik, mit Arbeiten an Barkhausen-Kurz-Bremsfeldröhren und Magnetrons für fest und abstimmbare Oszillator-Schwingkreise [im λ=10 cm Gebiet Empfängerabstimmung bis hinab zu 2 cm]. Andere Magnetron-Mustertypen in 6-Schlitz- bzw. 8-Schlitz-Ausführung [mit Feldstärken 2300 bzw. 3000 Gauß] mit 100 bis 300 mW HF-Leistung entstanden für Durchstimmbereiche von 6 bis 20 cm bzw. 7 bis 17 cm. Bis auf ein breiter bekannt gewordenes 12-Schlitz-Dauerstrich-Magnetron für eine Wellenlänge von 5cm, blieb diese wie die anderen nur Entwicklungsmuster ohne Typenbezeichnung. Insgesamt blieben die allgemein wenig bekannt gewordenen erzielten Forschungsergebnisse eher unbedeutend.

Die Firma Lorenz ist mit ihren Pressnapf-Heeres-Batterieröhren, Eichelröhren, VHF/Dezi- und Laufzeitröhren bereits mehrfach erwähnt worden. Ergänzend sind noch die ungesockelten Ganzglasröhren mit Presstelleraufbau zu nennen, wie die der RD 12 Tf baulich ähnliche 75 W Sende- und Impuls-Verstärkertriode RL 12 T 75 und S 321 mit 25 W Anodenverlustleistung, die 25 W UKW-Sendepentode LS 52, Sendepentode LS 900 [max. Anodenverlustleistung ca. 900 W, eine Gemeinschafts-entwicklung Lorenz/L.M.T. -Lyon/Paris], Dauerstrich-, Zweifeld-Einkammer- [Typ S 421], Oszillator-Triftröhren [z.B. LD26 mit Vorarbeiten, wegen Entwicklungsabbruch Verlagerung zu Siemens] und Reflexions-Triftröhre für Horchempfänger [ebenfalls in Gemeinschaftsarbeit mit L.M.T. mit Musterröhren aus Paris], LB 12 Katodenstrahl- und Po.. Polarkoodinatenröhren, die Netz-Doppel-Gleichrichter-Röhre LG 10, sowie eine 1,8 Watt Batterie-Endpentode DL 15 in Miniatur-Pressglas-Ausführung.

Auch das niederländische Philips Unternehmen mit seinen deutschen Tochterfirmen Valvo und der Studiengesellschaft, mit Beteiligungen bzw. Einflussnahmen bei TeKaDe, Tungsram und Rectron, sowie seinen ausländischen Werken, gehörte im Dritten Reich mit zu den großen Militärröhren-Herstellern. ** siehe Band II - Firmenporträts -Valvo und das Röhrenwerk Hamburg*
Auch wenn bei Philips-NL deren meisten Militärröhren entwickelt wurden, so stellte man sie anscheinend der Zeit vorausdenkend mehrheitlich als Valvoprodukte dar. Ergänzend zu den Röhren der Normreihe, deckte man mit der LV-Serie, mit Typen wie LV 9,..10,..12,..16, ..17, Eichelröhren [Trioden/Pentoden], Senderöhren wie LS 4 und LS 5, HF-und Netz-Gleichrichtern [LG 14 / LG 5,..6,..8 u. RG 110 D 250], Spezialröhren wie der Gastriode LG 200, magischem Auge LB 10 und Katodenstrahlröhren, ein breites Spektrum ab. Valvo produzierte an verschiedenen deutschen Standorten, in Österreich, Ungarn und Italien. Die beiden eigenständigen, doch eng zu Philips stehend Firmen Tungsram und Rectron sind nur 3 Typen zuzuschreiben. So von Tungsram mit konstruktiver Umgestaltung als Nachbau der Philips DF 25 die DF 23T und von Rectron, die bei Philips bzw. Valvo wahrscheinlich gefertigten Gas-Netzgleichrichter LG 20, LG 21.

Von den vielen anderen verbleibenden Firmen bzw. Instituten sind insbesondere Entwicklungen von FESE -Fernseh GmbH, Sanitas, Koch & Sterzel, Funkstrahl, Pintsch, Opta, dem RPF -Reichspost-Forschungsamt, PTR -**P**hys. **T**echn. **R**eichsanstalt und dem FFO Oberpfaffenhofen zu benennen. Die Fernseh GmbH beschäftigte sich vor allem mit fernsehtechnischen Sonderanforderungen, Bildaufnahme- wie speichernden Bildgeberröhren mit Bildwandler für Fernsehkameras z.B. zur Lenkführung von Gleitbomben, d.h. man entwickelte so wie Telefunken mit seiner nach Paris zu

Inhalt Band V

Verzeichnis Röhrenhersteller und Brands

Kartonagen -Logos, Signets, Firmen- und Markenzeichen
-Röhrenabbildungen, Sonderstempelungen

Röhrendaten und -Sockelschaltungen

Röhren der 20er-Jahre -Auszug aus: Funkbastler 1927
Röhren-Datensammlung 1920 bis 1970
-Serien A bis V und international
-Spezial- und Senderöhren
-Vergleichsübersicht alte / moderne Typen

INHALTE BAND I ... IV

BAND I : **Meilensteine der Röhrenentwicklung**
-Röhrenpatente der ersten drei Jahrzehnte
-Röhren-Entwicklungs-Bewertungen / Erscheinungszeiten
Technologie der Elektronenröhre
-Die Glühkatode
-Zuverlässigkeitskriterien und Störgrößen
-Entwicklungs-Bewertung Anwender / Entwicklung
Röhrenlexikon
Codierungen
-Normierungen, Kennungen, Chronologie der Sockel
-Röhrenpreise 1930 ... 2000 -volkswirtschaftliche Betrachtungen
Literaturzusammenstellungen
-Valvo techn. Informationen / Die Telefunken Röhre & Zeitung

BAND II : **Firmenporträts**
RRF Valvo und das Röhrenwerk Hamburg
100 Jahre Telefunken und seine Röhren
Hiller Spezialröhren
Funkwerk Erfurt und seine Gnom-Röhren

BAND III : **Max Funke und seine Röhrenprüfgeräte**
Röhren-Regenerierung

BAND IV : **Deutsche Wehrmachtsröhren 1933 bis 1945**
Entwicklungsübersicht
Röhren von Luftwaffe und Heer
div. Anlagen und Entwicklungs-Laborberichte
Nachrichtenmittel - Röhren-Schlüssel

Auszug aus Brand-Liste Seite 1 & 37

1. Röhrenhersteller - Brands und Signets

B = Warenzeichen / Brand
H = Hersteller

A ♔ M		Air Ministry [brit. Luftfahrtröhren]	England	B
A.-B. STANDARD	siehe:	Standard	Schweden	H
ABB	siehe:	BBC Brown Boveri	Deutschland,Schweiz	H
ABERDEEN		Aberdeen Specialty Co.Inc. /Philadelphia	USA	H
ABLETT		Charles R.Ablett Co. /New York -1926	USA	H
ACCUREX		AEG -gasgefüllte Gleichrichter	Deutschland	B
ACCUNODAX		AEG -gasgefüllte Doppelweggleichrichter	Deutschland	B
ACE		???	USA/England	B
ACEC		Ateliers de Constructions électriques de Charleroi /Wallonie	Belgien	H/B
ACME		Acme Apparatus (mit Axmephone) -1924	USA	H
ACTION		??? 20er-Jahre	USA	
ACTRON		Actron Corp. /Chicago -1929	USA	B
ADA		RCA für Ad. Auriema Inc. /New York	USA	B
		Export in spanische Sprachräume		
ADEY		Adey Radio Co.Ltd. /London	England	H
ADLER		??? (30er-Jahre Deutschland)	Deutschland	B?
ADMIRAL		Admiral Corps /Chicago	USA	B
ADVANCE		Advance Battery Corp. /Brooklyn -1930	USA	H
ADZAM		Export-Markenname (Umkehrung von Mazda)	Belgien	B
AEG		Allgemeine Elektrizitäts GmbH / Berlin	Deutschland	H
AEI		Associated Electrical Ind. Ltd. [Ediswan] -1928	England	H
AERIOTRON		Westinghouse Lampe Comp. /Elmira /Pittsb.-1922	USA	H/B
AERODYN		Handelsware 20er-Jahre	USA	B
AEROTRON		Handelsware 20er-Jahre	USA	B
AFA		???	Deutschland	B
AFIF		Inst. für techn. Physik ETH Zürich	Schweiz	H
AGA		Aga Baltic /Stockholm	Schweden	H/B
AGFA		???	Deutschland	B
AIR CASTLE		??? 20er-Jahre	USA	B
AIRCRAFT		Consolidated Vultee Aircraft Comp. [Convair]	USA	H
AIREX		??? 20er-Jahre	USA	B
AIRHAWK		???	USA	H
AIREX		Airex Radio Tube / N.Y., L.A.	USA	B
AIR KING		Handelsware 20er-Jahre	USA	B
AIR LINE (SUPER)		Montgomerey Ward & Co. /Chicago	USA	B
AIR SCOUT		Handelsware 20er-Jahre	USA	B
AIR SERVICE		Handelsware 20er-Jahre	USA	B
AIRMASTER		Handelsware 20er-Jahre	USA	B
AIRMASTR		Handelsware 20er-Jahre	USA	B
AIRTRON		H.& H.Radio Co. /Newark -1924	USA	B
AJAX		Aladdin Tube Co. /New York -1924	USA	B
AKA		???	Österreich	B
ALADDIN		Aladdin Tube Co. /New York	USA	H
ALADINO		Aladino /Madrid mit Micro Typen	Spanien	H
ALBIS		Albiswerk	Schweiz	H
ALGRA		K.-H.Allermann /Grafhorst -Röhrenhandel	Deutschland	B
ALLADIN		Continental Sales Co. /Washington -1925	USA	B
ALLAN A		Allan Manufacturing Electric Corp. /Lawrence	USA	H
ALL STAR		Handelsware 20er-Jahre	USA	B
ALLTRON		Allan Manufacturing Co. /Arlington -1926	USA	B
ALPHA		-1923, Garagenfirma zwangsweise liquidiert	USA	H
ALLIS-CHALMERS		???	USA	B
ALLTOOLS		???		H
ALLTRON		Dr.G.O. Spanner GmbH	Deutschland	B

.....

WESTON	Handelsware	USA	B
WESTRON	Westron Products Co. /New York	USA	H
WF	Werk für Fernmeldewesen -vorm.OSW /Berlin	DDR/Deutschland	H
WG & CO	Wells Gardner	USA	B
WHITE	Cavendish Lab. /Cambridge -ca. 1916	England	H/B
WICKMANN	Wickmann /Witten [Atlanta und Chang-Ping] -spezielle-Dreiphasen-Glimm-Anzeigeröhren-	Deutschland /China / USA	H
WILCOXY-GAY	Brand-Handelsware	USA	B
WILLIAMS	Williams Certified	USA	B
WIRAG	Wiener Radio Werke AG /Philips Süd -1938	Österreich	H
WIVEG	Philips Wien (Tungsram, Siemens)	Österreich	H
WIZARD	Western Auto Supply Co.	USA	B
WKR	Courier Communications	USA	B
WL	Westinghouse	USA	H
WLC	???	USA	B
WLS	Sears Roebuck /Chicago	USA	B
WONDER	Aladdin Tube Co.	USA	B
und:	The West Factories /Newark		
WORLD RADIO TUBE	World Battery Co. /Chicago -1923	USA	H
WONDER (TONE)	Handelsware	USA	B
WORLD	World Battery Co.	USA	B
WRC	Conway Electrical Lab. /New York -1923	USA	B
und:	World Radio Corp. /Boston		
WUNCELL	Cossor Valve Co. -1925	England	B
WUNDERLICH	Norman E.Wunderlich /Arcturus -1932	USA	H
WURLITZER	Brand-Handelsware	USA	B
X-RAY	Universal X-Ray Prod.Inc. /Chicago	USA	H
X-RAY	C.H.F.Müller /Hamburg -1916	Deutschland	B
X TRAUDION (XTR)	Economic Electric Co (Dextraudion) -1922	England	B
YANKEE	Yankee Tube Corp. /New York -1925	USA	H
YASUDA DENKI	??? [alter Hersteller der 20er Jahre]	Japan	H
Z (ELECTRIC)	Z.Electric Lamp Co.Ltd. /London -1918	England	H
ZAERUX	Z&I Aero Services Ltd. /London	England	B
ZÄIS	(INTERNATIONAL RECEIVING TUBE)	Italien	B
ZAKLADY	Zaklady Wytwórcze Lamp	Polen	B
ZALYTRON	Zalytron Tube Corp. / New York	USA	B
ZEISS	VEB Zeiss Jena	DDR/Deutschland	H
ZENITH	Zenith Radio Corp. /Chicago	USA	H
ZENITH	Zenith Monza /Milano -1925	Italien	H
ZENITH	Zenith Radio France /Paris	Frankreich	
ZETKA PROCESS [Z-P]	Zetka Lab. /Newark /Clifton -1927	USA	H
ZOUG	Schweizerische Glühlampenfabrik Zug	Schweiz	B
ZWLE**	Zaklady Wytwórce Lamp (Telam / Unitra)	Polen	B
ZYTRON	N.Zalayet & Co. /New York	USA	B
20th CE	20th Century Electronics	USA	B
362 (362)	the 362 Radio Valve Co.Ltd -1933 bis 1937	England	H
später:	EverRady		
660-Electron	Brand -Six Sixty	USA	B

** Ab Beginn der 80ziger-Jahre hatten diese Firmen im RGW-Verbund die gesamte Röhrenproduktion für die Ostblockstaaten übernommen. Von Polen aus wurden nun Röhren weltweit vermarktet. Es wurden in West-Deutschland Firmen wie Telefunken, Siemens und Lorenz beliefert, die diese Röhren unter ihrem Markenzeichen weiter vertrieben. Bis zu diesem Zeitschnitt waren DDR-Röhren in den Westen fast ausschließlich über deren eigene Vertriebsgesellschaft RSD mit Sitz in Frankfurt/Main verkauft worden.

Auszug aus 104 Seiten Kartonagen usw.

über 50 Seiten Röhrenfotos

zwei Magnetron-Beispiele

THALES

Typ TH382

THERMION -ULTIMA

Typ DG2

TIANJIN

Typ 300B

THORPE

Typ K4

TOGO

Typ EABC80

TOSHIBA

Typ 6HP

TRIOTRON

Typ T10

TRONIX

Typ 6BA6

TUNG-SOL

Typ 5687WA

TRUETONE

Typ 71A

TRIAD

Typ DY86

TUNG-SOL

Typ 6384

Typ 76

T T

Tube Town /China