


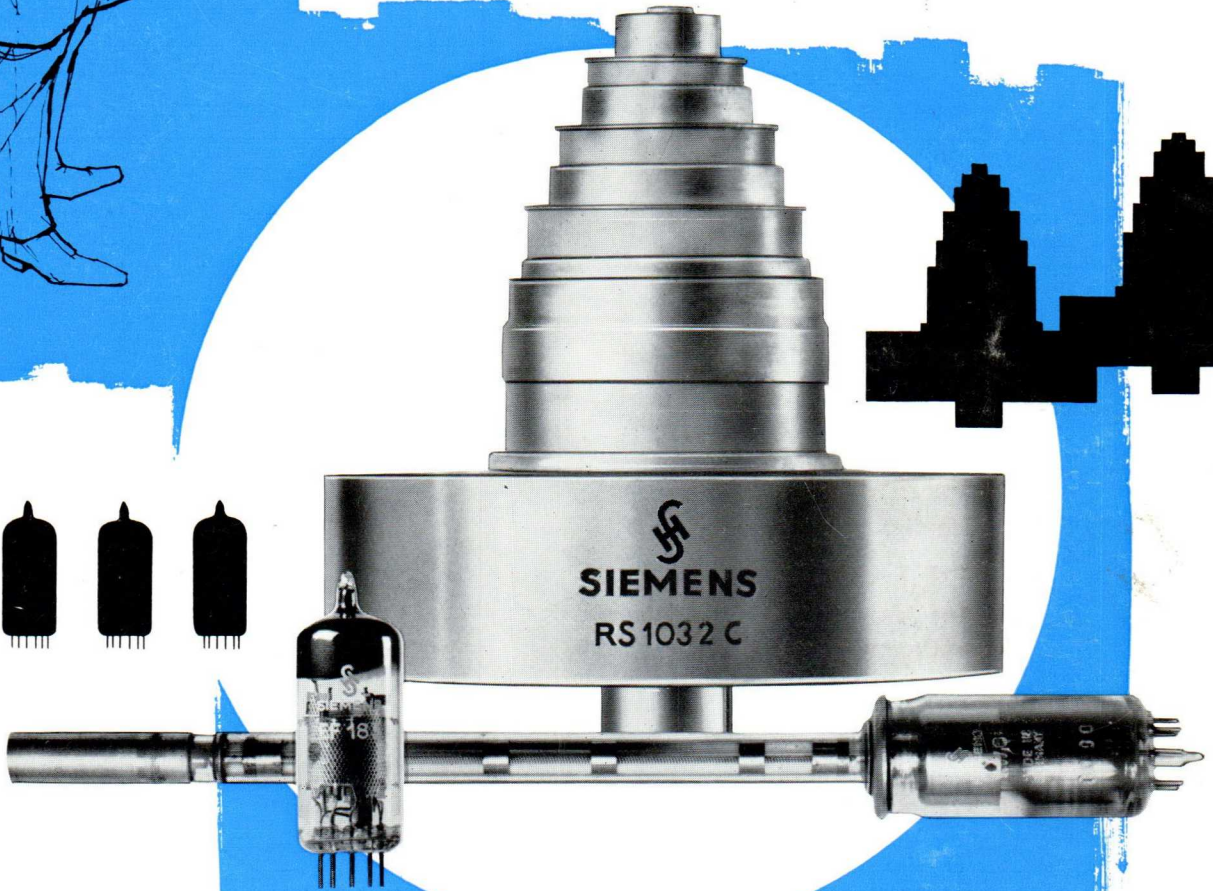
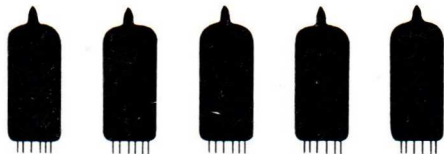
F.P.D.

⑦



Elektron Tubes 
**SIEMENS
RÖHREN**

Prestige Brochure



Elektronenröhren

Grundlegende Forschung
zukunftsweisende Entwicklung
neuezeitliche Fertigung



Inhalt

Ein Blick zurück	3
Gliederung und Aufgaben der Röhrenfabrik	6
Wie entsteht eine Rundfunkröhre?	7
Erhöhte Anforderungen bedingen größeren Fertigungsaufwand – Das Beispiel der Spezial-Verstärkerröhren –	22
Aus der Senderöhrenfertigung	24
Technologische Spitzenleistungen	30
Die wichtigsten Vertriebsobjekte der Röhrenfabrik Rundfunk- und Fernsehröhren Sende- und Spezialröhren	35
So werden Siemens-Röhren angewendet	45

Letter from: SIEMENS & HALSKE A.G.,
Werner Works for Components,
Tube Factory,

To The Recipient of our Hand Books and
Technical Brochures.

Our Ref: R8F T Werb/Dr.Pf/G

MUNICH 8.

on April 1961

Dear Sirs,

We have pleasure in sending you our new Factory Brochure "Electron Tubes", with which we hope to appeal to a larger circle of readers who will be technically interested. In this we are departing from our special printed literature and technical brochures which we have issued up to the present. The new brochure will not give any detailed technical information except in so far as this may be necessary for understanding the various products of our tube factory. Further, with the help of numerous pictures, it gives general information about our work. We would be glad if we would succeed in this way in bring^{ing} home to our technically interested readers our work in the tube field, who have up to the present stood rather ~~outside~~ aside from the specialist material.

We hope you will like this new literature.

Yours faithfully,

(Sgd.) for SIEMENS & HALSKI AG.

ENC:

S.

Letter from: SIEMENS & HALSKKE A.G.,
Werner Works for Components,
Tube Factory,

To The Recipient of our Hand Books and
Technical Brochures.

Our Ref: RRF T Werb\Dr. PAVG

MUNICH 8.
in April 1961

Dear Sirs,

We have pleasure in sending you our new Factory Brochure
"Electron Tubes", with which we hope to appeal to a larger
circle of readers who will be technically interested. In this
we are departing from our special printed literature and technical
brochures which we have issued up to the present. The new
brochure will not give any detailed technical information except
in so far as this may be necessary for understanding the various
products of our tube factory. Further, with the help of numerous
pictures, it gives general information about our work. We would
be glad if we would succeed in this way in bringing home to our
technically interested readers our work in the tube field, who have
up to the present stood rather aside from the specialist
material.

We hope you will like this new literature.

Yours faithfully,

(Sgd.) for SIEMENS & HALSKKE A.G.

ENC:

Translation


SIEMENS
RÖHREN

Elektronenröhren

Grundlegende Forschung
zukunftsweisende Entwicklung
neuzeitliche Fertigung

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT
WERNERWERK FÜR BAUELEMENTE



Röhrenfertigung im Jahre 1920:
Handfertigung von Elektrodenzuleitungen



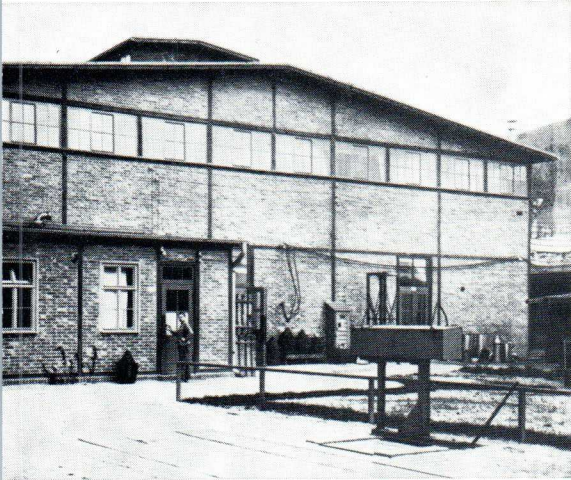
Röhrenfertigung im Jahre 1920:
Mechanische Werkstatt



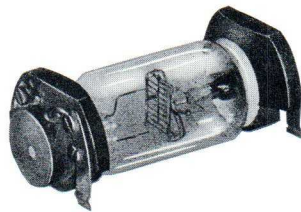
Ein Blick zurück

Die Herstellung von Elektronenröhren hat heute eine etwa 50jährige Geschichte. Als sich die Siemens & Halske AG im Jahre 1912 mit drei weiteren Großfirmen der deutschen Elektroindustrie zum »Lieben-Konsortium« zusammenschloß, bestand an der großen technischen Bedeutung der von dem Wiener Physiker Robert v. Lieben und dem Amerikaner Lee de Forest erkannten Verstärkerwirkung der Elektronenröhre kein Zweifel mehr. Noch im gleichen Jahr wurde die erste technische Verstärkeröhre gebaut. Schon 1916 lief bei Siemens & Halske die erste Serienfertigung an. Sie erfuhr in den Jahren 1921/22 in Berlin unter der Bezeichnung »Technische Glaswaren GmbH« noch eine beträchtliche Erweiterung. Für dieses erste Stadium der Fabrikation war das völlige Fehlen von Automaten charakteristisch. Die Handarbeit dominierte.

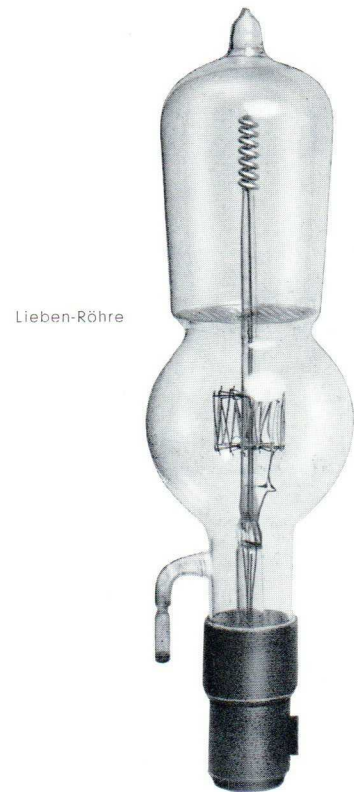
Die überraschend schnelle technische Entwicklung der Verstärkeröhre wäre ohne intensive Labortätigkeit und grundlegende wissenschaftliche



Technische Glaswaren GmbH in Berlin (1921/22)



Die »A-Röhre«, die erste serienmäßig gefertigte Hochvakuumröhre



Lieben-Röhre



Untersuchungen nicht möglich gewesen. Hier begegneten die Erfordernisse der Entwicklung der vielfach bewährten positiven Einstellung des Hauses Siemens zu Wissenschaft und Forschung. Erwähnt sei nur der Name von Prof. Dr. Schottky, der als wissenschaftlicher Mitarbeiter unseres Hauses für die Elektronenröhre eine in aller Welt anerkannte Pionierarbeit geleistet hat.

Ursprünglich umfaßte die Fertigung ausschließlich sogenannte kommerzielle Röhren für die Nachrichtendienste der Behörden. Das Aufkommen des Rundfunks in den Jahren 1923/24 bedeutete nicht nur die Inangriffnahme eines neuen Arbeitsgebietes, vielmehr wurde damit auch fertigungstechnisch eine neue Ära eröffnet. Der jetzt einsetzende Massenbedarf an Röhren bewirkte in den Herstellungsverfahren einschneidende Veränderungen. Die Entwicklung brachte es mit sich, daß – von den Röntgenröhren abgesehen – in drei verschiedenen Werken unseres Hauses vakuumtechnische Erzeugnisse gefertigt wurden, wozu auch die Senderröhren und die Großgleichrichter zählten. 1934 wurden diese Fertigungsstätten dann schließlich in einem »Siemens-Röhrenwerk« zusammengefaßt, das in Berlin-Siemensstadt am Nonnendamm auf dem Gelände der Siemens-Schuckertwerke stand. Der zunehmende Arbeitsumfang führte 1942 wieder zu einer Abtrennung der Großgleichrichterfertigung in das Stromrichterwerk der Siemens-Schuckertwerke AG.

Trotz der großen Zerstörungen im zweiten Weltkrieg ging der Wiederaufbau der Verstärkerröhrenfertigung – zunächst in Räumen der Siemens-Reiniger-Werke AG in Erlangen – erstaunlich rasch vonstatten. 1946 konnten schon wieder die ersten Weitverkehrsröhren geliefert werden. 1948 hatte die Produktion (mit etwa 10 000 St. je Monat) bereits den damaligen Bedarf der Behörden (Post und Bahn) überschritten. Man entschloß sich deshalb sehr bald dazu, auch die Fertigung von Rundfunkröhren in großem Maßstab und unter Einsatz neuzeitlicher Produktionsmittel wieder aufzunehmen. Diese Produktion ist seit der Verlegung der Röhrenfabrik nach ihrem jetzigen Standort in München, St.-Martin-Straße (im Jahr 1952) eine starke, wirtschaftlich tragende Säule des Betriebes geworden.

Gleichzeitig mit dem Wiederaufbau der Verstärkerröhrenfertigung lebte die ebenfalls zum größten Teil zerstörte Großröhrenfertigung (Senderröhren, Stromtore, Hochspannungsgleichrichter) wieder auf.

Am 1. Oktober 1954 wurde die Röhrenfabrik mit der Bauelementefabrik und der Halbleiterfabrik zum »Wernerwerk für Bauelemente« (WWB) zusammengefaßt.

Heute gehört unsere Röhrenfabrik
zu den führenden Produktionsstätten
auf dem Röhrengbiet

Gliederung und Aufgaben der Röhrenfabrik

Schon in der Organisation der Fabrik kommt ihr doppeltes Produktionsprogramm zum Ausdruck. Sie gliedert sich in zwei getrennte Geschäftsbereiche: einen für Rundfunk- und Fernsehröhren und einen für Sende- und Spezialröhren.

Die ursprüngliche Aufgabe unserer Röhrenfabrik bestand darin, für die von anderen Werken unseres Hauses für die Post und Bahn gefertigten kommerziellen Geräte die notwendigen Röhrenbestückungen bereitzustellen. Inzwischen ist diese Aufgabe zu einer Belieferung von Geräteherstellern in aller Welt erweitert worden. Neben die seit Jahrzehnten von der Siemens-Röhrenfabrik entwickelten »Weitverkehrsröhren« traten außerdem zwei weitere Gruppen: die »Höchstfrequenzröhren« und die »Spezialverstärkerrohren« für die industrielle Elektronik. Ergänzt wird das Programm dieses Geschäftsbereiches ferner durch eine reiche Typenauswahl an Senderöhren und Stromtoren sowie an Generatorröhren für industrielle und medizinische Zwecke. Die Röhrentypen des anderen Geschäftsbereiches »Rundfunk- und Fernsehröhren« weisen zwar nicht denselben äußeren Formenreichtum auf, bilden jedoch ein wichtiges tragendes Element unserer Fabrik.

Die verschiedenartige Anwendung aller dieser Röhrentypen spiegelt sich in ihren speziellen Eigenschaften wider und bestimmt ihre besondere Behandlung bei der Fertigung. Während bei den verhältnismäßig häufig wechselnden Rundfunkröhrentypen eine mehr saison- und zeitbedingte technische Auffassung üblich ist, handelt es sich bei den Spezialröhren im allgemeinen immer darum, dem Kunden die Gewähr zu geben, daß er zu seinen meist hochwertigen Geräten solange Ersatzröhren konstanter Typeneigenschaften nachbeziehen kann, als er diese Geräte in Betrieb hat. Neben der hieraus resultierenden Forderung der Typenlanglebigkeit ist bei diesen Röhren die Forderung enger elektrischer Toleranzen, hoher Zuverlässigkeit, möglichst langer Lebensdauer und vielseitiger Verwendbarkeit zu stellen. Gerade auf die Entwicklung universell anwendbarer technischer Typen hat unsere Röhrenfabrik von jeher ganz besonderen Wert gelegt. In vielen Fällen ist es möglich, mit einem einzigen solchen Typ ein ganzes Gerät, in dem die Röhre in den verschiedensten Funktionen arbeitet, zu bestücken. Das ist für das Bedienungspersonal sowie für die Lagerhaltung und Nachbestückung eine wesentliche Erleichterung.

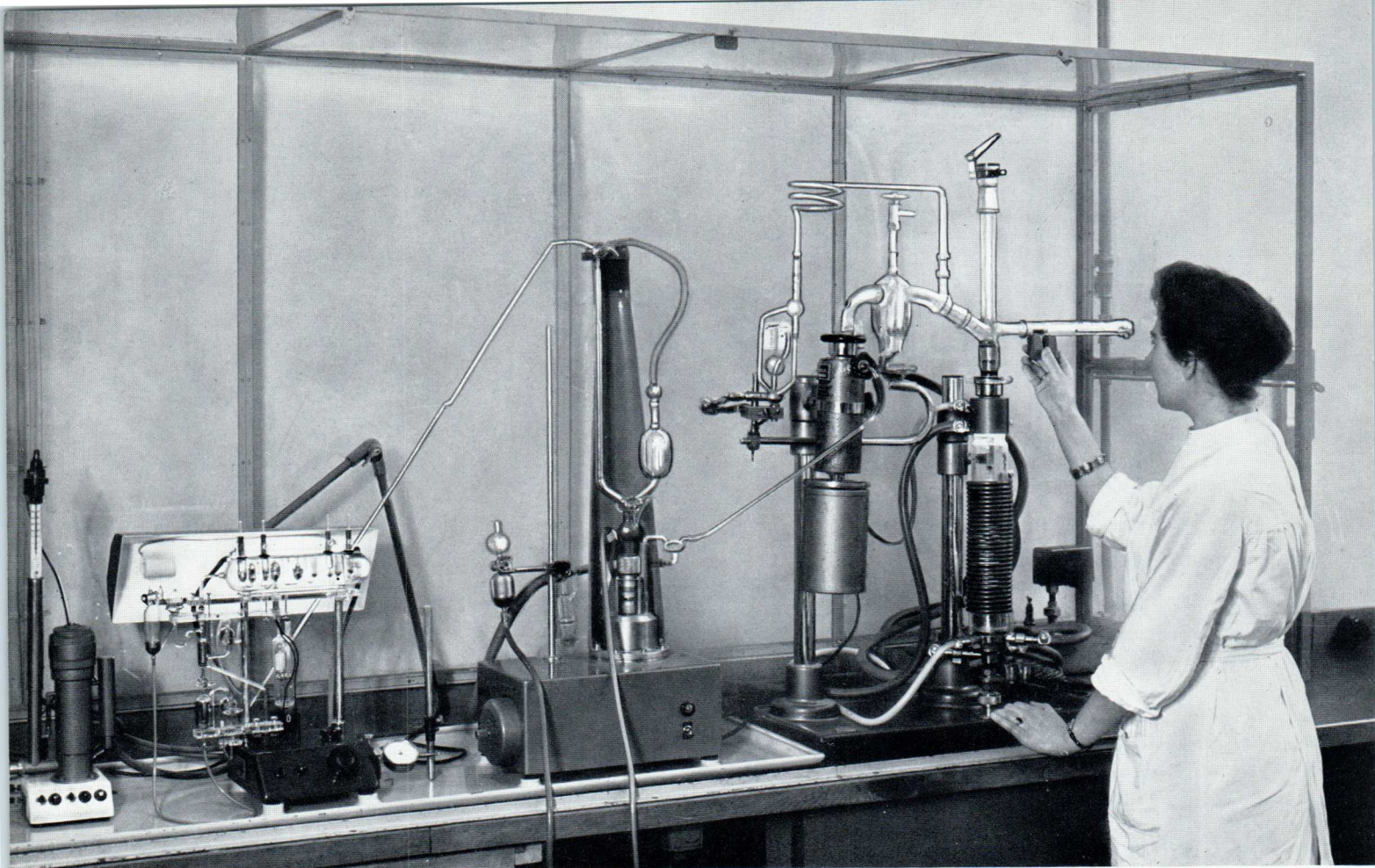
Wie entsteht eine Rundfunkröhre?

Der grundsätzliche Aufbau einer Verstärkerröhre ist verhältnismäßig einfach. Die drei Hauptteile: eine meist indirekt geheizte Kathode als thermische Elektronenquelle, eine oder mehrere Steuerelektroden, sogenannte Gitter, mit denen der Elektronenstrom durch die Röhre beeinflusst wird, und ein Elektronenauffänger, die Anode, sind in einem hochevakuierten Glasgefäß untergebracht. Sie stehen über die in den Glasboden der Röhre eingeschmolzenen Stiftkontakte elektrisch mit dem Außenraum in Verbindung.

Glimmerscheiben
für die Systemhalterung



Einzelteile
einer Rundfunkröhre



Mit Hilfe eines Heißextraktionsgerätes
werden etwaige Restgase
im Anodenblech und Kathodennickel festgestellt



Für die Heizer und Gitter bestimmte Feindrähte
(0,006 bis 0,10 mm ϕ)
werden auf ihre Rundheit geprüft

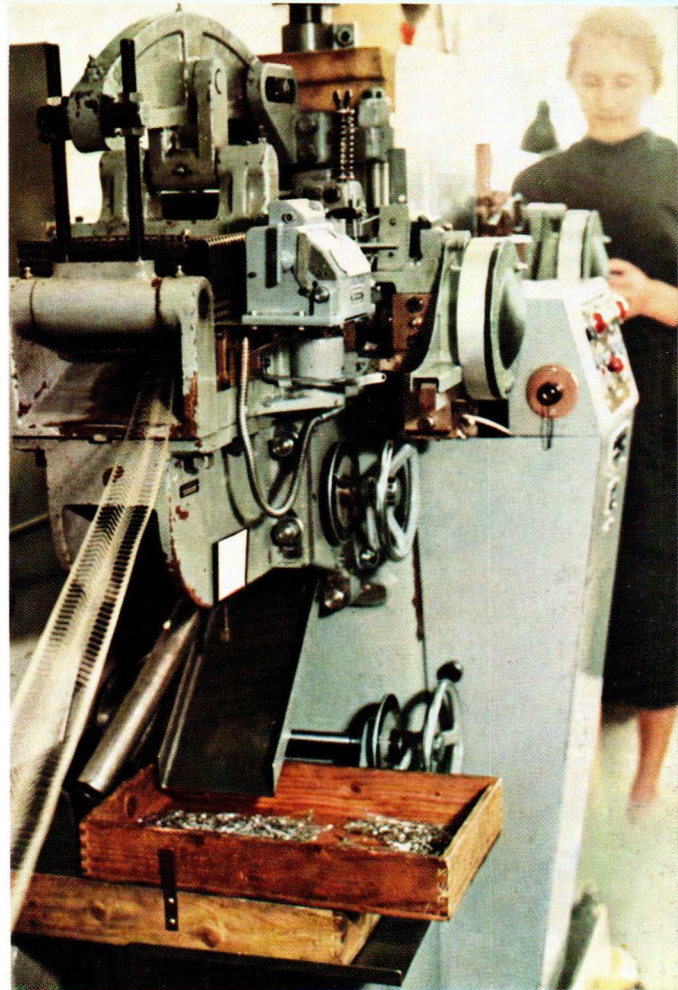
Wenn man sich aber die zahlreichen und vielgestaltigen Einzelteile, die für die technische Ausführung schon einer üblichen Rundfunkröhre erforderlich sind, einmal näher ansieht, dann wird man erkennen, daß bereits die Fertigung dieser Teile in Massenproduktion und ihr Zusammenbau hohe Geschicklichkeit voraussetzen und durchaus keine einfachen Vorgänge sind. Neben den Glasteilen gibt es komplizierte Stanzteile, Wickelgitter, Drähtchen und Bändchen, ferner Glimmerscheiben mit vielen Bohrungen und Schlitzen; sie alle müssen mit sehr engen Toleranzen gefertigt und zusammengesetzt werden.

Der Teile-Fabrikation gehen gründliche physikalische und chemische Untersuchungen der zu verwendenden Materialien voraus. Zuweilen war es notwendig, zu diesem Zweck neue Meßverfahren zu entwickeln; denn die Anforderungen, die hier an die verwendeten Baustoffe gestellt werden, unterscheiden sich von denen in anderen Fabrikationszweigen erheblich. Vor allem interessiert beim Röhrenbau das Verhalten der Werkstoffe im Vakuum, ferner bei sehr schnellen elektrischen Schwingungen sowie bei hohen Temperaturen und in sehr weiten Temperaturbereichen. Dazu kommt als weitere Besonderheit die für die ganze Bauelemente-Industrie charakteristische Tendenz, zu immer kleineren Abmessungen zu gelangen. Sie führte u. a. dazu, die klassischen Verfahren zur Messung der Festigkeit, Maßhaltigkeit und Verformung durch eine Reihe besonders subtiler mechanischer und optischer Prüfmethoden zu ergänzen.

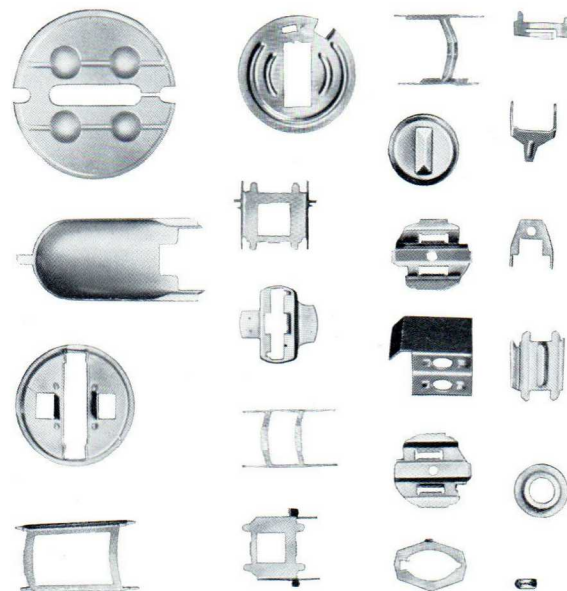
Die hohen Stückzahlen, die bei der Produktion von Rundfunkröhren bewältigt werden müssen, erzwangen bald die Anwendung weitgehend mechanisierter und automatisierter Herstellungsverfahren. In dem Maße, wie die Rundfunkröhre so zu einem Artikel der Massenfertigung wurde, stieg auch die Qualität. Erst durch den Einsatz moderner Automaten war die Voraussetzung dafür gegeben, die Einzelteile und damit auch die ganze Röhre bei größter Wirtschaftlichkeit mit der hohen Präzision und Gleichförmigkeit herzustellen, wie dies für den Aufbau hochwertiger Geräte unbedingt gefordert werden muß.

Ein zahlenmäßig geringes, aber gut geschultes Bedienungspersonal überwacht das einwandfreie Funktionieren dieser Automaten.

Größte Sauberkeit, eine Grundvoraussetzung jedes Röhrenbaues, ist oberstes Gebot. Die Metallteile werden vor dem Einbau in ausgewählten Lösungsmitteln



Stanzautomat, Ausstoß bis 350 Stück je Minute, Toleranzen bis zu $\pm 0,03$ mm

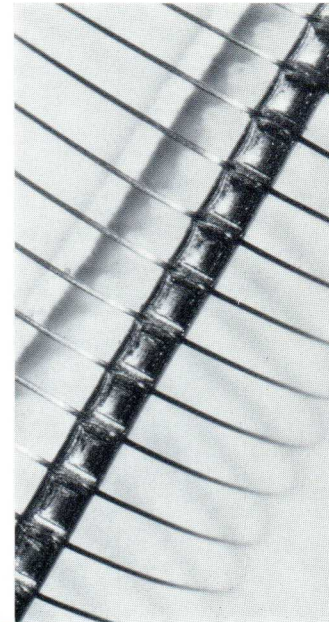


Geprägte und gestanzte Blechteile

unter Ultraschalleinwirkung gewaschen und anschließend in einer Schutzgasatmosphäre geglüht. Bei den üblichen Rundfunkröhren werden die Gitter in der Regel als sogenannte Kerbgitter hergestellt. Das geschieht auf besonderen Wickelautomaten, indem ein formhaltender Draht wendelförmig über zwei Holmdrähte gewickelt wird. Eine Kerbrolle schneidet dabei in diese Holme Vertiefungen, in die sich der Wickeldraht einlegt. Eine nachfolgende Druckrolle klemmt ihn dann in diesen Kerben fest. Auf ein neues, in der Genauigkeit überlegenes Gitterwickelverfahren, die sogenannte Spanngittertechnik, wird im Abschnitt »Technologische Spitzenleistungen« S. 30 eingegangen.

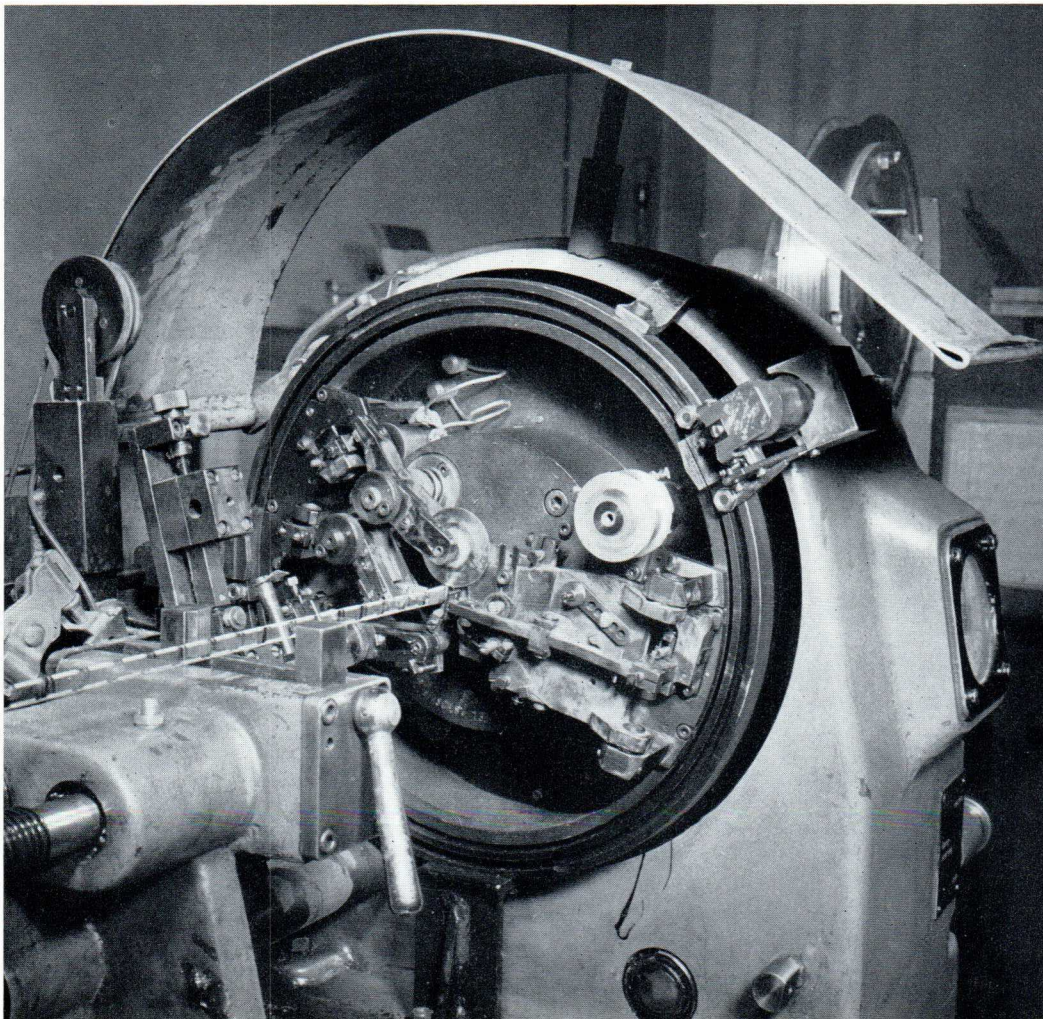


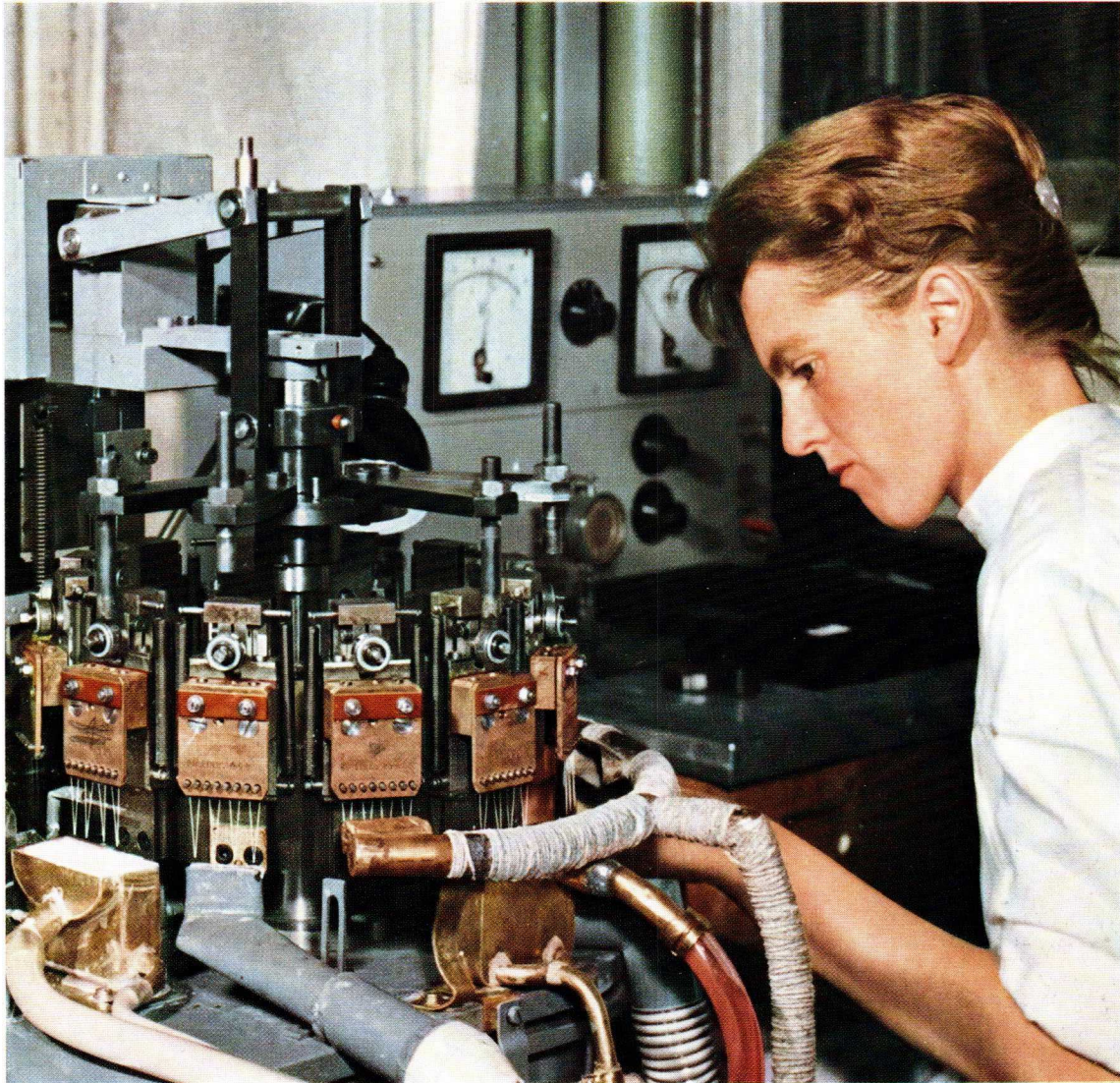
Holm mit eingeschnittenen Kerben (vergrößert)



Holm mit eingewalzter Gitterwendel (vergrößert)

Automat für die Herstellung von Kerbgittern

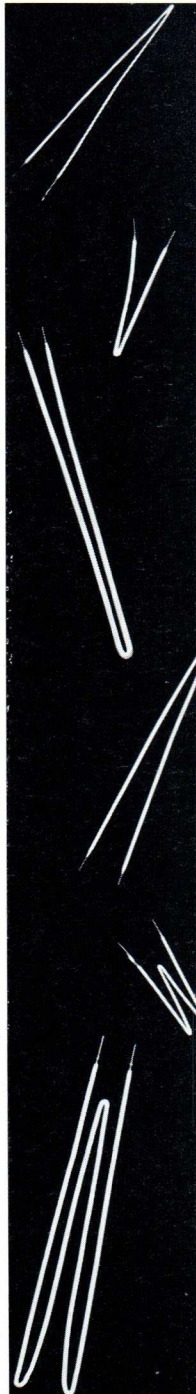


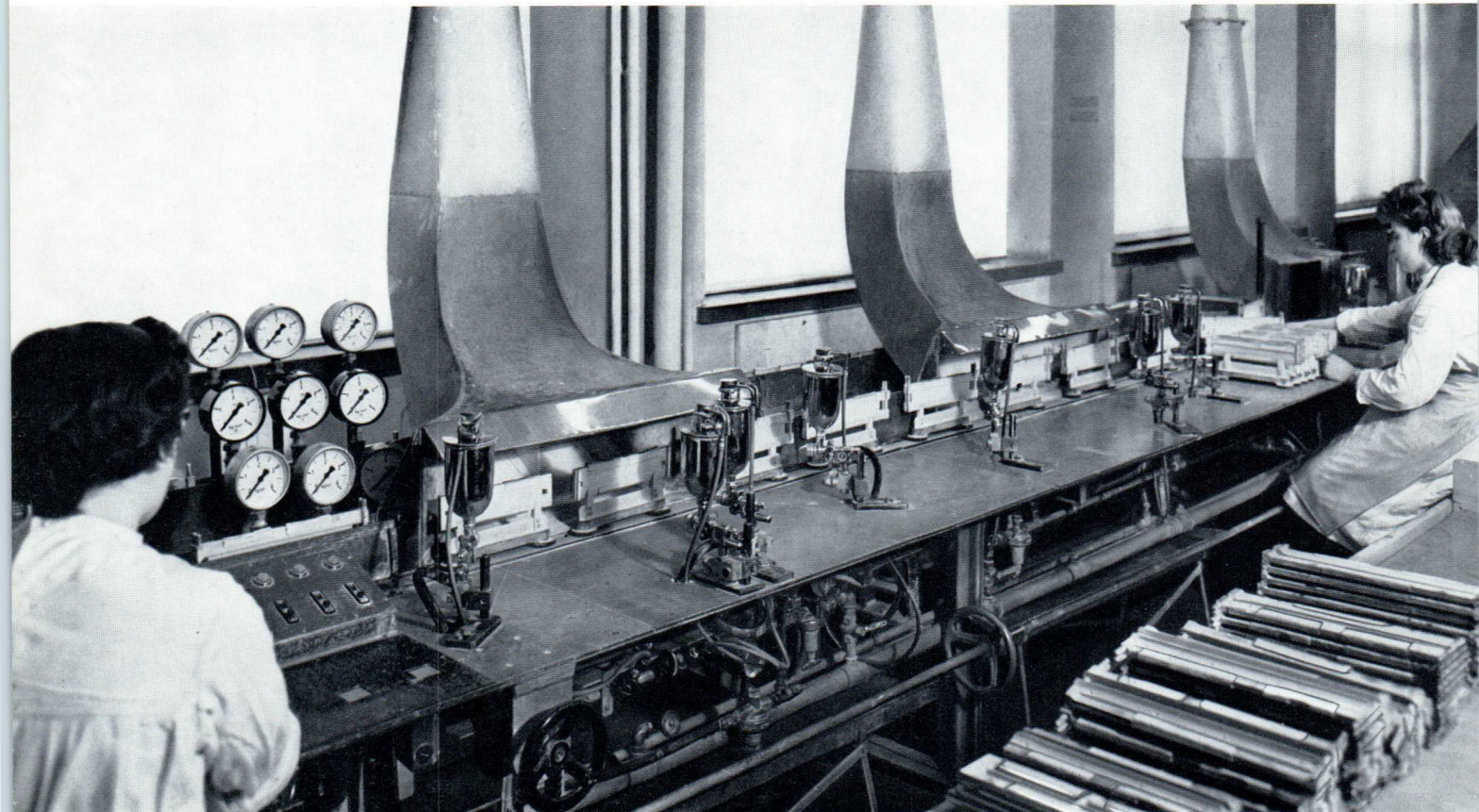


In einem Automaten wird auf die Heizfäden eine gegen die Kathode isolierende Aluminiumoxydschicht elektrophoretisch aufgebracht

Gute Kenntnisse auf den Gebieten der Physik und Chemie und große praktische Erfahrung verlangt die Herstellung der Oxydkathode. Sie ist in der Regel für indirekte Heizung eingerichtet: ein Nickelröhrchen dient als Träger der Emissionsmasse und enthält in seinem Inneren einen isolierten gewendelten Heizdraht. Das Nickelmaterial wird vor der Verwendung auf geringste Spuren schädlicher und günstiger Fremd Beimengungen untersucht.

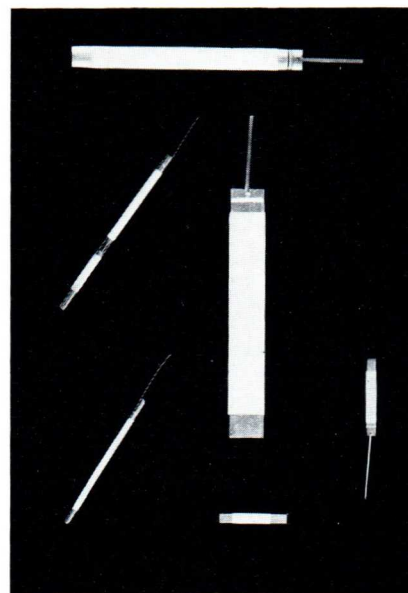
Heizer für
verschiedene
Röhrentypen





Mit Hilfe eines derartigen Spritzbandes können bis zu 100 000 Kathodenröhrchen täglich mit Emissionsmasse besprüht werden

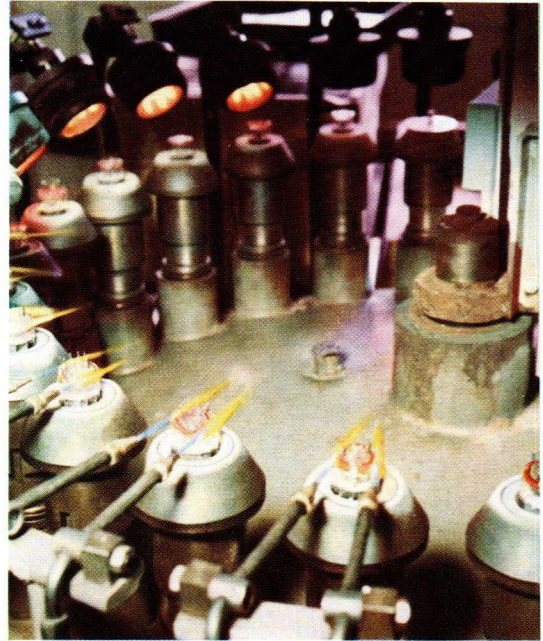
Kathoden für verschiedene Röhrentypen



Die Kathodenmasse wird auf verschiedene Weise aufgebracht, z. B. mit Spritzpistolen, deren Einstellung nach einem fotoelektrischen Verfahren ständig überprüft wird. So erreicht man die für die Qualität der Kathoden wichtige Gleichmäßigkeit der Kathodenschicht.

Auch die Tellerfüße der Röhren entstehen in Automaten.

Aus einem Glasring wird der Tellerfuß geformt, während gleichzeitig die Sockelstifte vakuumdicht eingeschmolzen werden.



Glasring

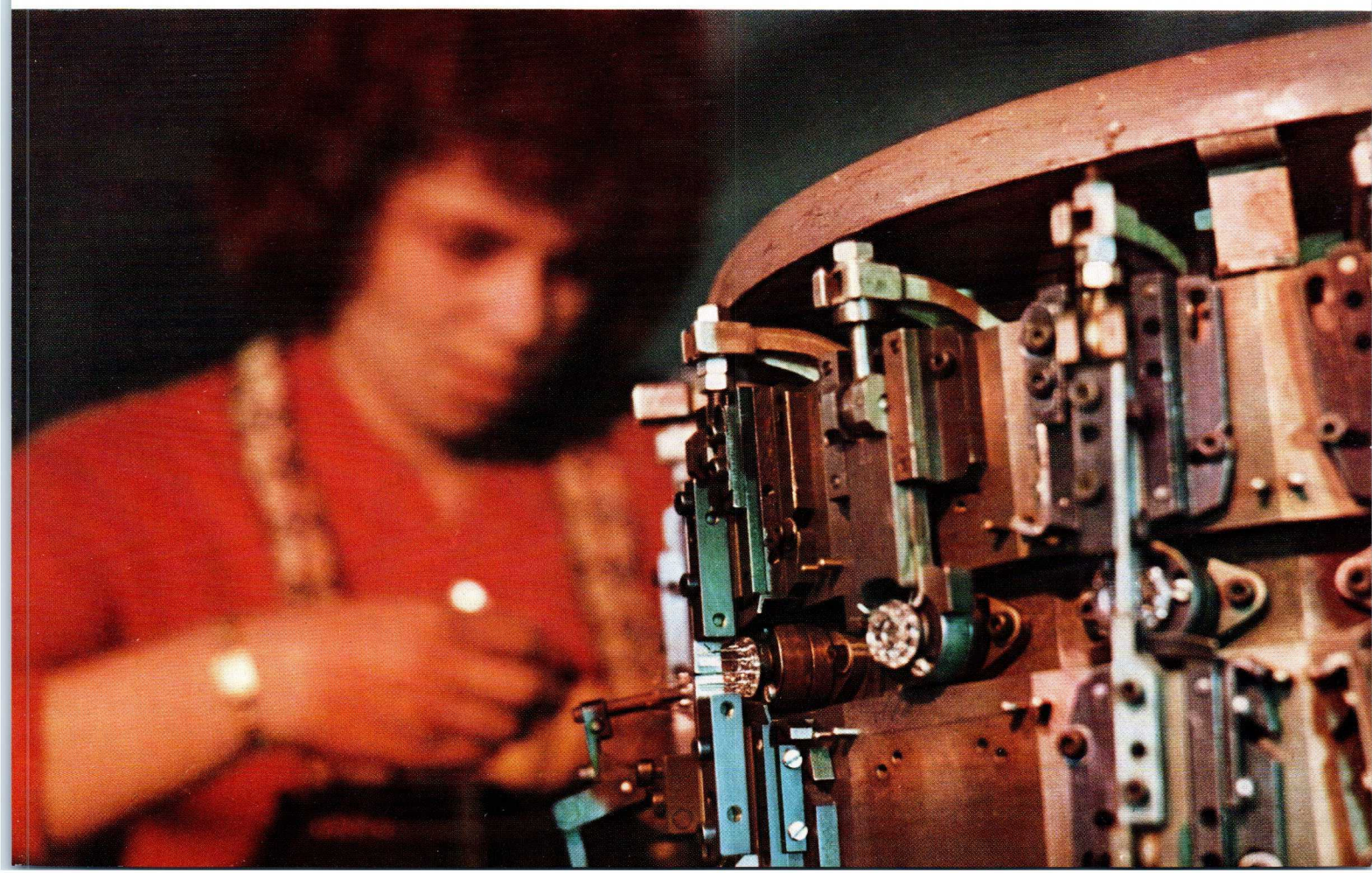


Tellerfuß
mit geraden Stiften

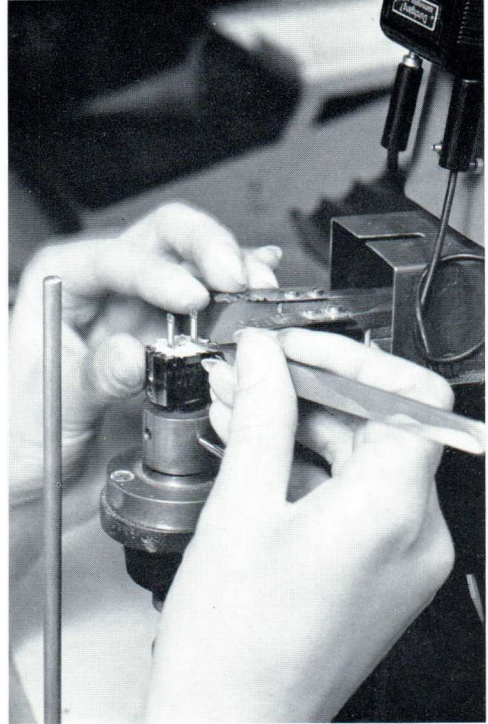


Tellerfuß
mit gebogenen Stiften

Ein Automat schneidet die Sockelstifte auf die notwendigen Längen und biegt sie für das Anschweißen des Elektrodensystems in die passende Stellung

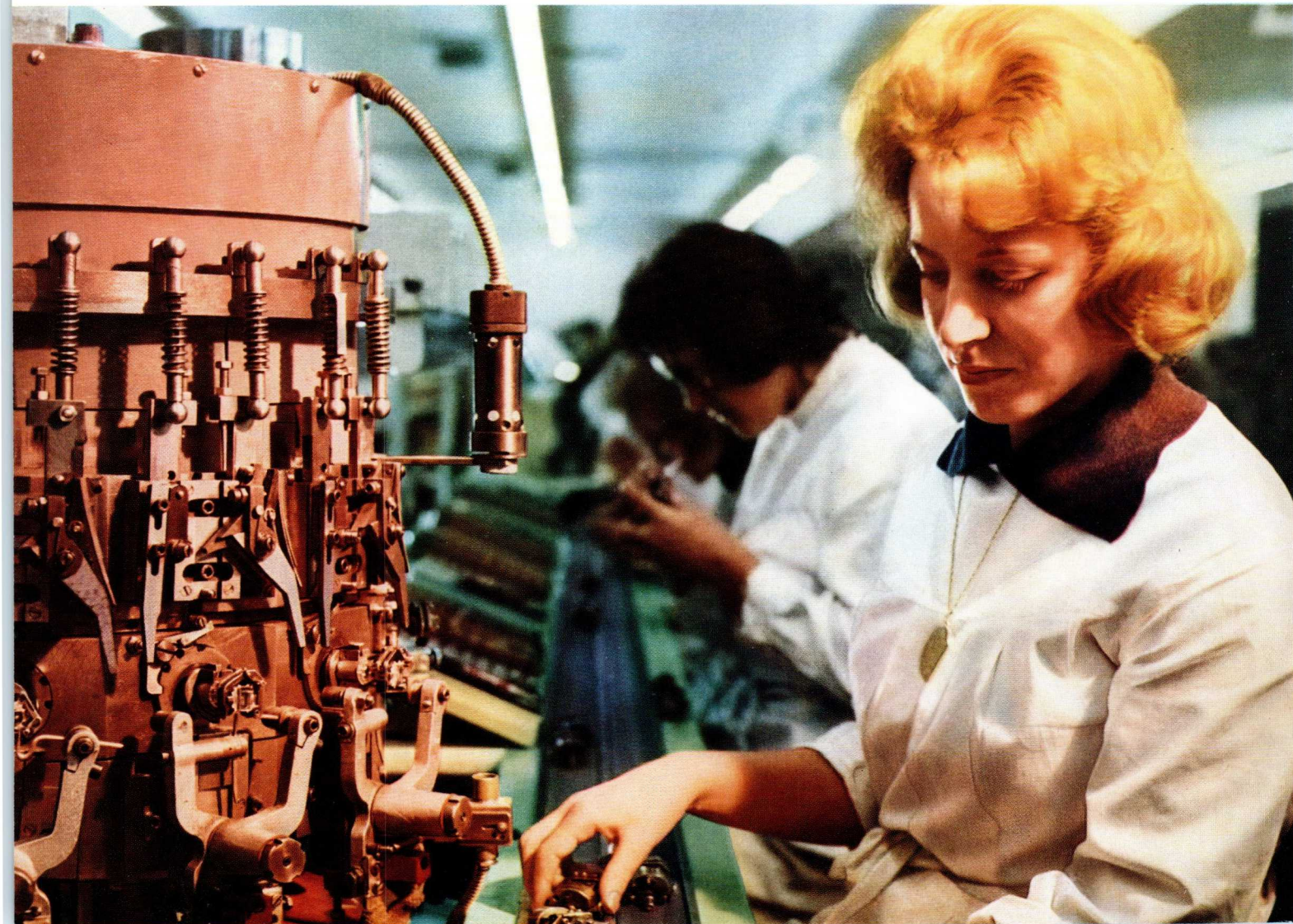


Ein weiterer Schritt bei der Fabrikation einer Rundfunkröhre ist die Montage des Elektrodensystems. Sie wird in der Regel von Hand durchgeführt, und zwar von Frauen, wobei sinnreiche Vorrichtungen eine exakte Arbeit sicherstellen. Bei Röhrentypen mit besonders großer Stückzahl werden moderne Montageautomaten hoher Leistung eingesetzt.

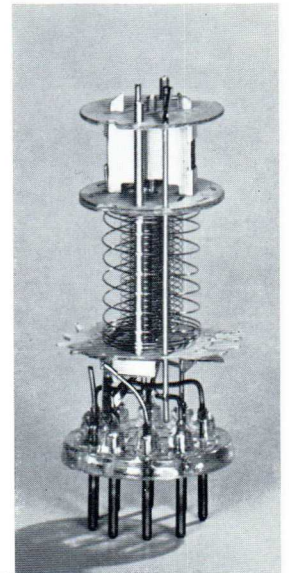


Geschulte Frauenhände bei der System-Montage

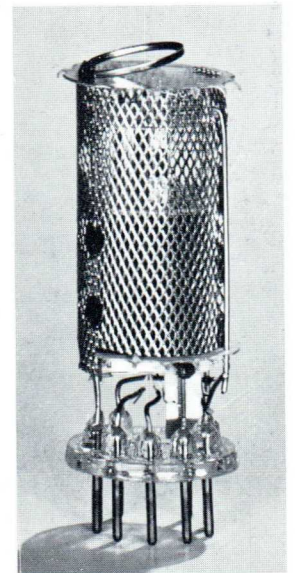
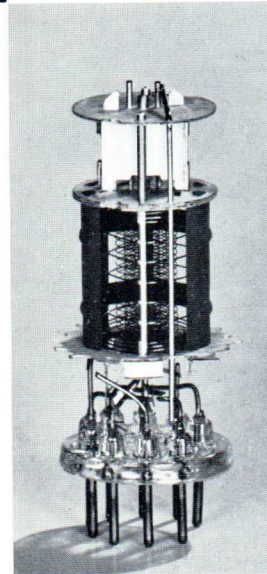
Moderne Schweißautomaten verbinden das Elektrodensystem der Röhre mit den Sockelstiften



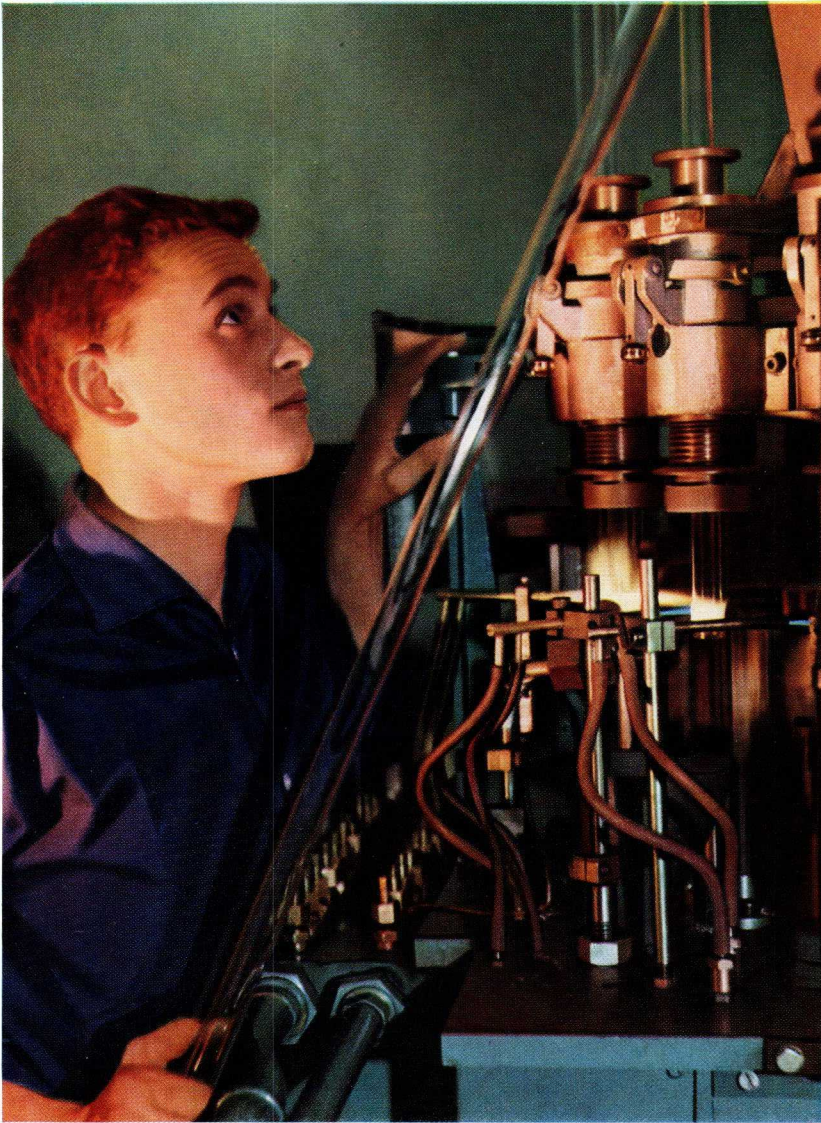
Im stark vergrößerten Schattenbild
erkennt der Prüfer
jede Unregelmäßigkeit des Systemaufbaues



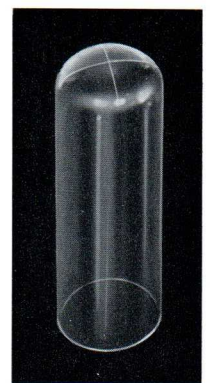
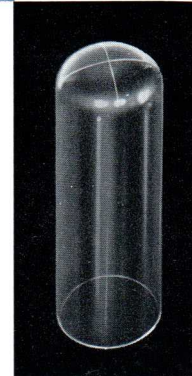
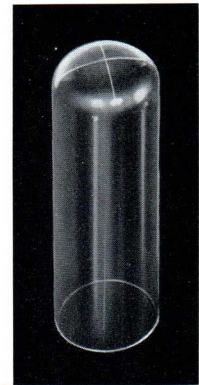
Triode-Heptode
für Fernsehempfänger
in drei Stadien der Montage



Nach der Montage wird das Elektroden-system auf den Röhrenfuß aufgesetzt, wobei die einzelnen Elektroden mit den zugehörigen Sockelstiften durch Punktschweißen verbunden werden, bei hohen Stückzahlen auch hier mit Schweißautomaten. Dabei können Fehler entstehen, die möglichst sofort, also noch während des Fertigungsablaufes, erkannt und beseitigt werden müssen. Diesem Zweck dient ein sinnreicher Kontrollautomat, der an den durchlaufenden Systemen, bei gleichzeitiger Rüttelprobe, die Kapazitäten und Widerstände zwischen den einzelnen Elektroden nacheinander mißt und bei jedem angezeigten Fehler sofort anhält.

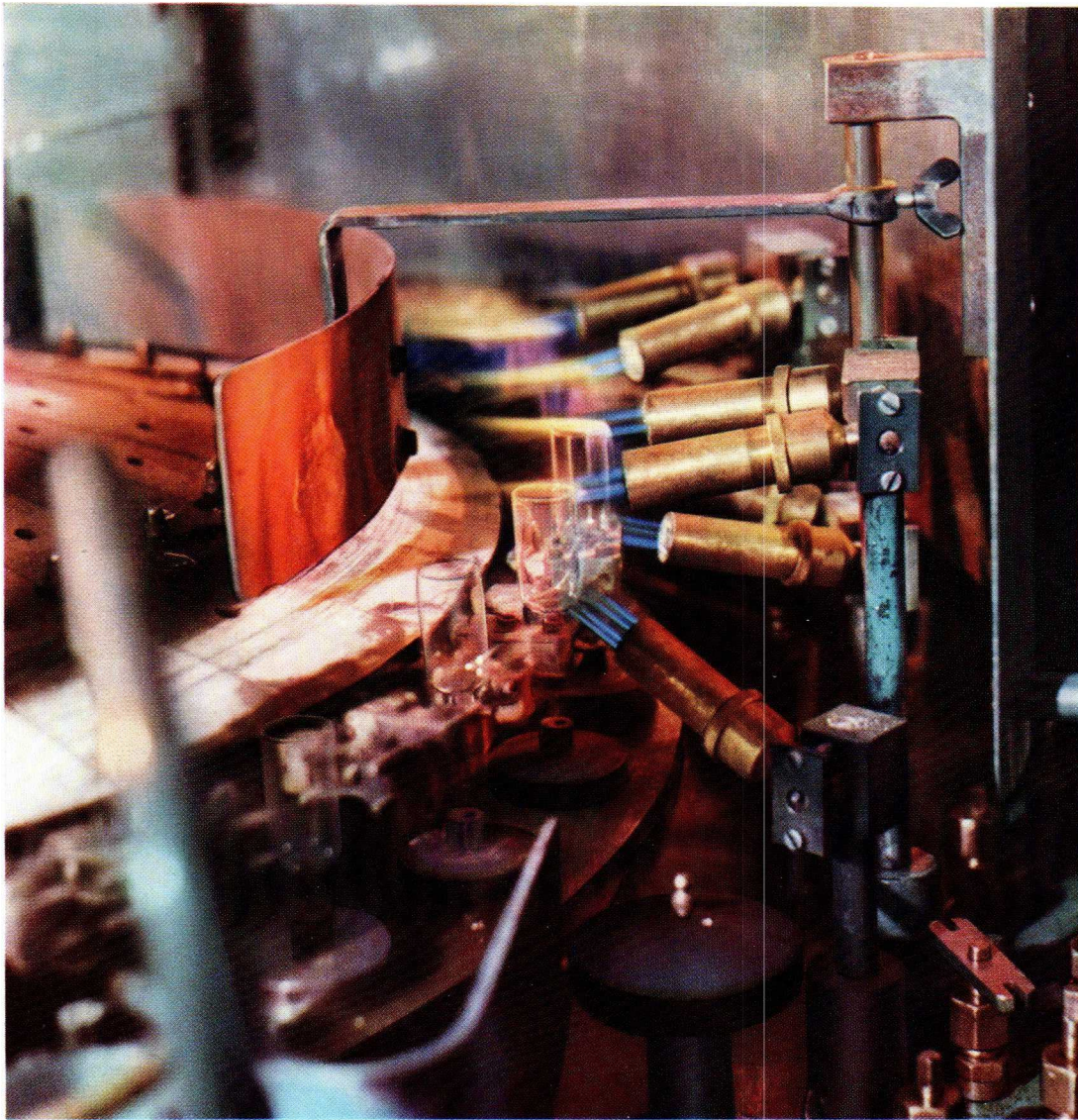


Ein Kolben-Saug-Automat
(zur Formgebung des Röhrenkolbens)
wird mit Rohrglas beschickt



Glas Kolben ohne Pumpstengel

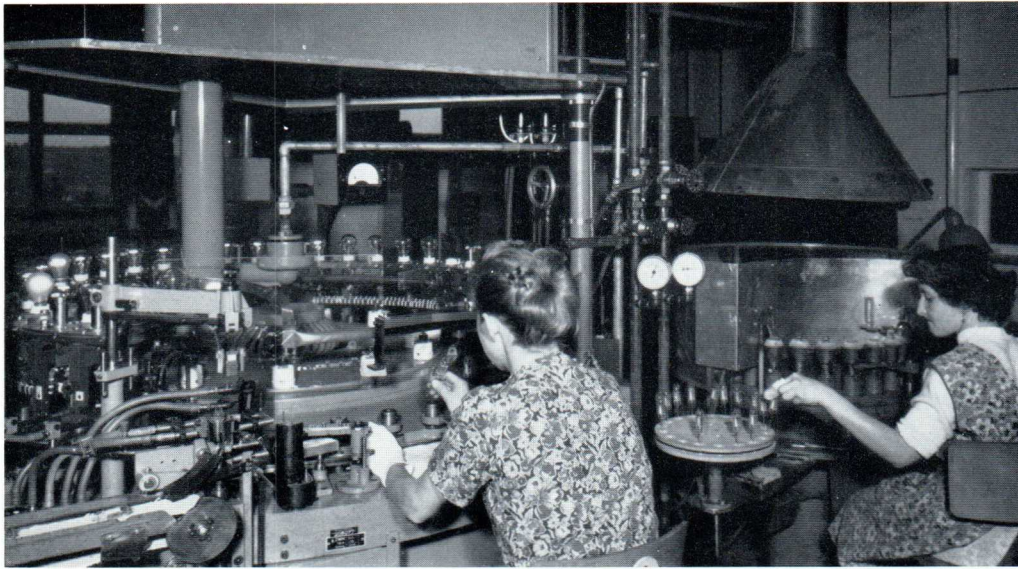
Inzwischen entsteht in der Glasteilefertigung der Glas-
kolben, an den der »Pumpstengel« – zum späteren Eva-
kuieren der Röhre – angeschmolzen wird. Auch diese
Fertigungsschritte sind automatisiert.



Anstengel-Automat.
Kühlen und Entspannen der Glaskolben
in der Flamme nach dem Anstengeln



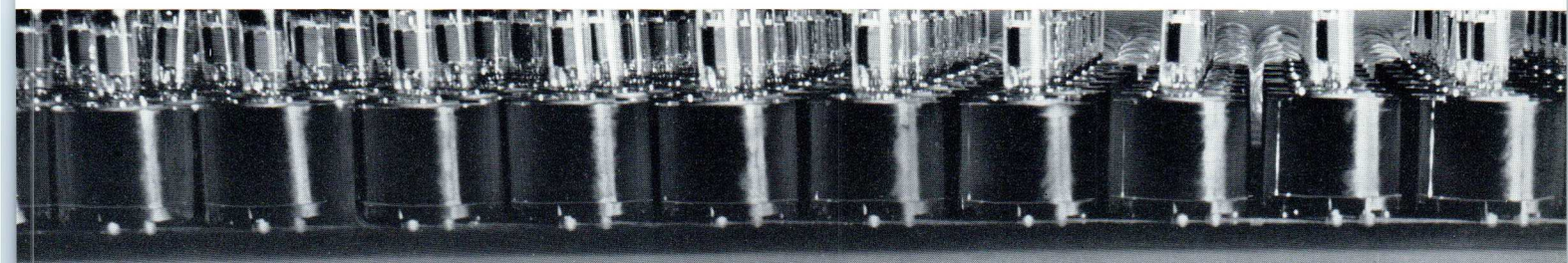
... und mit Pumpstengel



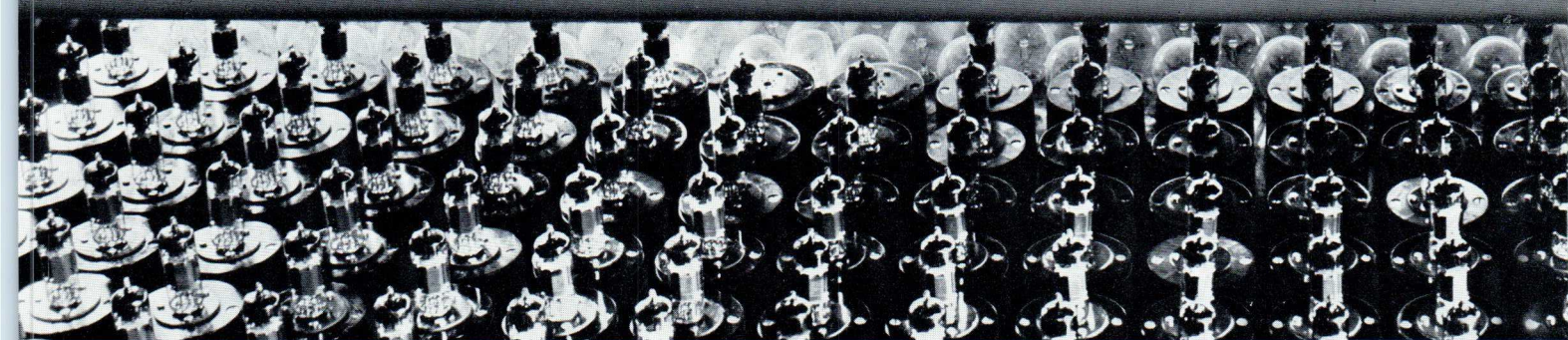
Links Pumpautomat Rechts Einschmelzmaschine

Nun wird, wiederum in Automaten, der Röhrenfuß mit der Glasglocke verschmolzen. Dann kommt die Röhre zu einem Pumpautomaten. Dieser besorgt bei einem Zeitaufwand von 2 bis 6 Minuten je Röhre in 36 Einzelpositionen das Evakuieren der Röhre und die sorgfältige Entgasung aller Metallteile, die zu diesem Zweck durch hochfrequente Induktionsheizung zum Glühen gebracht werden. Ferner wird hier die für die spätere Funktion der Röhre notwendige chemische Umwandlung der Kathodenmasse durchgeführt. Schließlich wird die Röhre durch Abschmelzen des Pumpstengels geschlossen und von einem Greifer auf eine Förderanlage gesetzt. Etwa alle drei Sekunden verläßt eine Röhre einen solchen Automaten. Der Restdruck in diesen Röhren ist noch relativ groß ($\approx 10^{-3}$ Torr). Das Endvakuum ($\approx 10^{-6}$ Torr) wird erst anschließend mit Hilfe eines schon vor dem Einschmelzen am Elektroden-system angebrachten Getters erreicht. Beim Erhitzen (auf induktivem Weg) gibt dieses Getter Bariumdampf frei, der – ebenso wie der sich alsbald bildende Bariumspiegel – die restlichen Gase in der Röhre bindet. Nach dem Gettern werden die Röhren zum Zweck der Formierung und Stabilisierung der Kathoden in einen Betrieb genommen, dessen Bedingungen von Typ zu Typ variieren. Hierzu dienen Aktivierungsgestelle mit vielen Brennpätzen, die nach einem zeitlich genau vorgeschriebenen Programm mit viel Umsicht bedient und beobachtet werden müssen.

Formieren und Stabilisieren der Kathoden
im Aktivierungsgestell

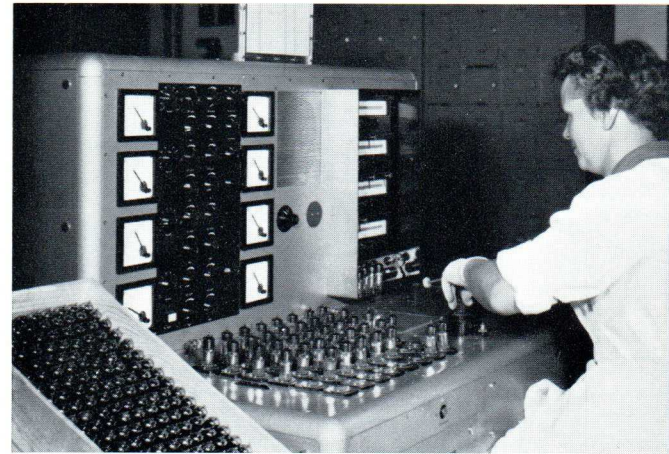


Siemens & Halske
° 205179 °



Jede einzelne der nun fertigen Röhren durchläuft anschließend die sogenannte Serienprüfung, in der die besonders wichtigen Daten und Toleranzen – bei jeweils doppelter Messung – überwacht werden. In jedem Fertigungsband sind dabei etwa 1000 Stück je Stunde zu bewältigen.

Eine besondere Eigentümlichkeit des Bauelementes »Röhre« besteht darin, daß es kein Gebilde mit einigen wenigen fest vorgegebenden Funktionen ist, sondern daß seine Eigenschaften und Funktionen – sofern nur die Grenzdaten nicht überschritten werden – sich je nach Bedarf weitgehend variieren lassen. Es gibt also meist eine große Zahl recht verschiedener erlaubter Betriebsdaten einer Röhre. Da der Anwender davon Gebrauch machen will, ist es notwendig, die Röhren bei allen praktisch überhaupt möglichen Einsätzen zu überprüfen. Das kann natürlich nicht an jeder einzelnen Röhre geschehen; vielmehr werden stets an einem bestimmten Prozentsatz der Röhren etwa 50 verschiedene Werte sorgfältig durchgemessen. Man nennt dies die Stichprobenprüfung.



Serienprüfung



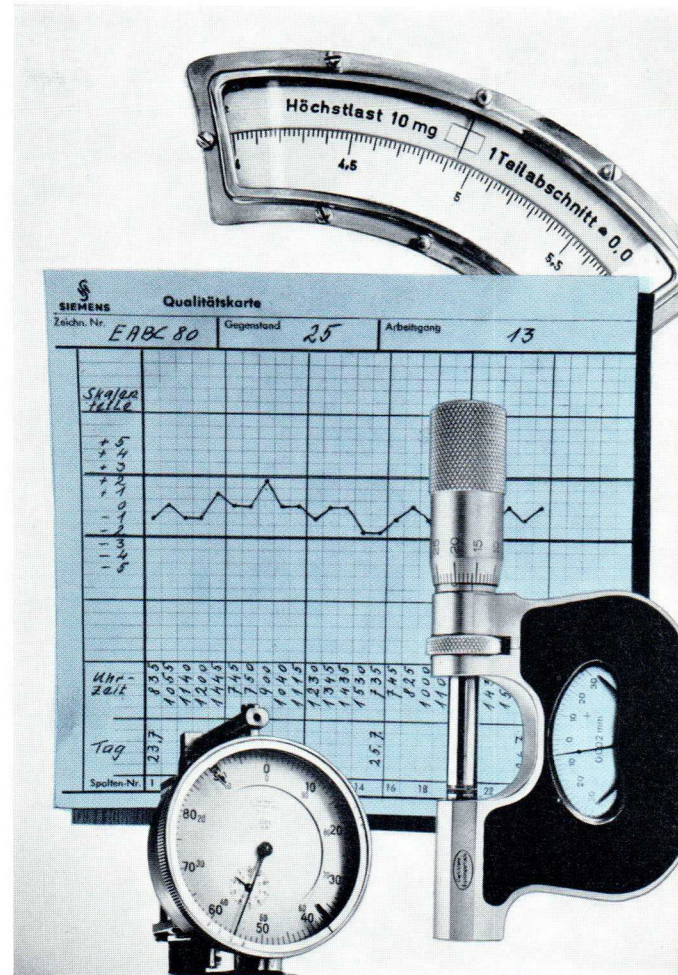
Meßplatz
für die Stichprobenprüfung

Endlich müssen auch Unterlagen über die zu gewährende Garantie der Röhrenlebensdauer ermittelt werden. Aus jeder Serie geht deshalb ein bestimmter Prozentsatz von Röhren in die Lebensdauererprobung.



Es genügt aber nicht, sich auf die in den Prüffeldern durchgeführten Qualitätskontrollen zu beschränken, die in der Hauptsache dazu dienen, etwaige Qualitätsschwankungen am Endprodukt festzustellen und ungeeignete Röhren auszusondern. Mindestens ebenso wichtig ist es, Fehler schon bei ihrer Entstehung zu erkennen, um Ausfälle weitgehend zu verhüten. Deshalb sind auch in den Gang der Fertigung zahlreiche Prüfvorgänge eingebaut, die es ermöglichen, den Produktionsablauf schrittweise zu verfolgen und zu beurteilen. Auf diese Weise gelingt es, die Qualität der Fertigung auf einem Niveau zu halten, das den Garantiebedingungen mit Sicherheit entspricht. Diese zwangsläufige Qualitätslenkung, die sich moderner statistischer Überlegungen bedient, gewinnt heute immer mehr Bedeutung. Mit Hilfe bestimmter Meßeinrichtungen werden die einzelnen Fertigungsvorgänge dauernd überwacht und die Ergebnisse in einer »Qualitätskarte« eingetragen. Auf diese Weise entsteht eine Kurve, deren Verlauf nicht nur den jeweiligen Stand, sondern – ohne nennenswerte Verzögerungen – auch die Richtung erkennen läßt, in der sich die Qualität des Erzeugnisses gerade bewegt. Bedienungspersonal und Fertigungsingenieur sind somit in der Lage, die Fabrikation entsprechend zu steuern. Damit wird vermieden, daß Teile in die Weiterfertigung gelangen, die den hohen Anforderungen nicht entsprechen.

So ist unsere Fabrik intensiv bemüht, durch gewissenhafte Materialuntersuchungen, moderne Herstellungsverfahren sowie durch eine sorgfältige Lenkung und Kontrolle der Fertigung das uns von unseren Kunden entgegengebrachte Vertrauen zu rechtfertigen.



Die Qualität der Produktion wird überwacht und gelenkt

Erhöhte Anforderungen bedingen größeren Fertigungsaufwand

Das Beispiel der Spezial-Verstärkerröhren

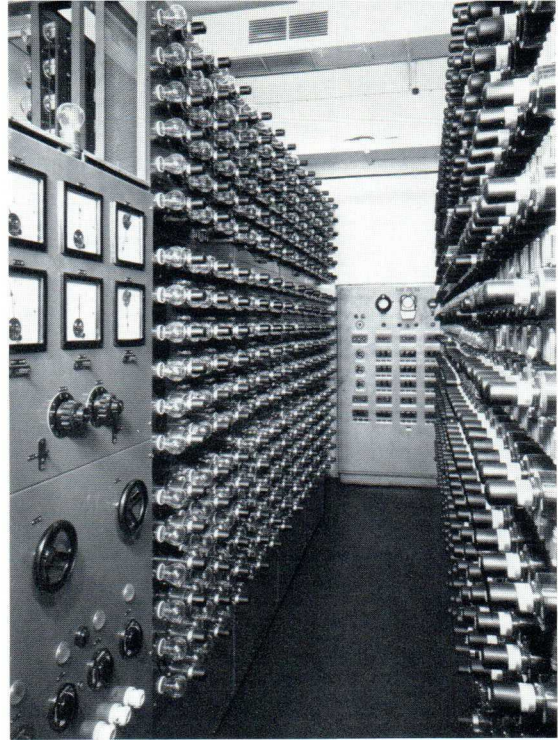
Der allgemeine Ablauf der Röhrenfertigung ist – in den Grundzügen wenigstens – bei fast allen Röhrentypen der gleiche. In den Einzelheiten allerdings bringen die verschiedenartigen technischen Forderungen, die an die Röhren gestellt werden müssen, recht erhebliche Unterschiede mit sich. Als Beispiel sei hier von den Spezial-Verstärkerröhren die Rede, die bei ihrer Verwendung in der Industrie und in mobilen Anlagen nicht nur hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, sondern auch hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften wesentlich härtere Anforderungen erfüllen müssen als die üblichen Rundfunkröhren. Um diesen zusätzlichen Anforderungen gerecht zu werden, bedürfen diese Röhren bei der Konstruktion und Fertigung naturgemäß einer besonderen Behandlung. Verlangt werden insbesondere folgende Eigenschaften:

Hohe Stoß- und Vibrationsfestigkeit

Sie werden durch eine gedrungene robuste Konstruktion des Systemaufbaues sichergestellt. Außerdem sind alle Elektrodenanteile in der Röhre so festgelegt, daß Mikrofonieerscheinungen weitgehend vermieden werden.

Große Zuverlässigkeit

Der vorzeitige Ausfall einzelner Röhren, z. B. in den Steuerorganen einer Fertigungsanlage, kann für den Fabrikanten u. U. kostspielige Folgen haben. Diese Überlegung rechtfertigt den verhältnismäßig großen zusätzlichen Aufwand, der bei der Herstellung der Spezial-Verstärkerröhren getrieben wird. Er beginnt schon bei den Materialien und den vorgefertigten Teilen, die einer verschärften Kontrolle auf chemische und physikalische Eigenschaften sowie auf Abmessungen unterliegen. Auch die Reinigung der Elektrodenanteile steht unter erhöhter Aufmerksamkeit. In der Regel werden sie im Vakuum geglüht und vor dem Einbau – falls die sofortige Weiterverarbeitung nicht möglich ist – nur kurzzeitig, gegebenenfalls im Vakuum, gelagert. Die Röhrensysteme werden von Frauen montiert, die für diese Tätigkeit sorgfältig ausgesucht und geschult sind. Sie dürfen die weitgehend staubfrei gehaltenen Montageräume nur mit PERLON-Spezialkleidung über Schleusen betreten. Auf sichere und möglichst wenige Schweißstellen wird schon bei der Konstruktion dieser



Anlage für den Probebetrieb von Spezialröhren



Schweißen der Elektrodensysteme an staubfreien Arbeitsplätzen

Röhren peinlichst geachtet. Die Pump- und die Aktivierungszeiten sind gegenüber den Rundfunkröhren erheblich verlängert. Vor dem Aktivieren wird an den fertigen Röhren ein Koch- und Abschrecktest durchgeführt, der Röhren mit kritischen Glasspannungen mit Sicherheit ausscheidet. Der sehr umfangreichen Serienprüfung, die bei verlängerten Meßzeiten erfolgt, geht ein 48stündiger Probetrieb zur Erfassung auch der letzten Kurzbrenner und zur Stabilisierung des Arbeitspunktes voraus. Sämtliche praktisch ausnutzbare Röhrendaten werden in eingehenden Stichproben an jedem Fertigungsposten überprüft.

Lange Lebensdauer

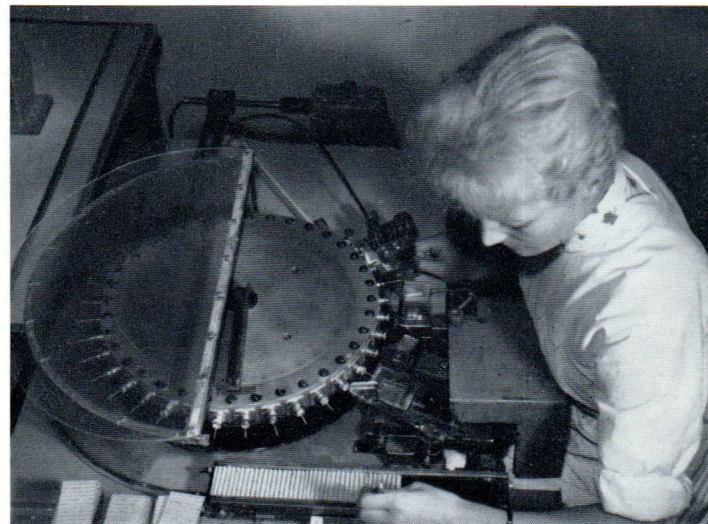
Neben dem vorzeitigen Ausfall der in der Industrie verwendeten Röhren muß auch ihr natürlicher Verschleiß soweit wie möglich herabgesetzt werden. Man fordert deshalb für diese Röhren eine Lebensdauer von mindestens 10 000 Stunden (gemittelt über 100 Röhren). Erreicht wird dieses Ziel dadurch, daß man die Röhren mit »Langlebensdauer-Kathoden« ausstattet, deren Schichtträger aus extrem reinem Kathodennickel bestehen. Derartige Kathoden verlangen während des ganzen Herstellungsprozesses der Röhren eine sehr sorgfältige Behandlung. Das Lebensdauerverhalten wird an eigens für diesen Zweck geschaffenen Brennpätzen ständig kontrolliert.

Zwischenschichtfreie Spezialkathoden

Bei normalen Kathoden bildet sich im Lauf der Zeit häufig ein Zwischenschichtwiderstand zwischen Nickelträger und Oxydschicht aus, der die Verstärkung bei niedrigen Frequenzen stark herabsetzt. Die Spezial-Verstärkeröhren werden deshalb mit zwischenschichtfreien Spezialkathoden ausgerüstet.

Enge Toleranzen

Sie erleichtern den Röhrenwechsel im fertigen Gerät und ersparen dabei umständliche Korrekturen bzw. Nacheichungen. Eine der wichtigsten Voraussetzungen für geringe Streuungen in den elektrischen Daten ist die Einhaltung des vorgeschriebenen, nur einige hundertstel Millimeter betragenden Gitter-Kathodenabstandes. Durch Verwendung elektrostatisch besprühter Kathoden oder von Streichkathoden erzielt man die hierzu erforderliche glatte Oberfläche der Emissionsschicht. Die in diesem Fall außerdem notwendige große Stabilität des Gitters erreicht man mit Hilfe der Spanngitterbauweise (vergl. Seite 30).



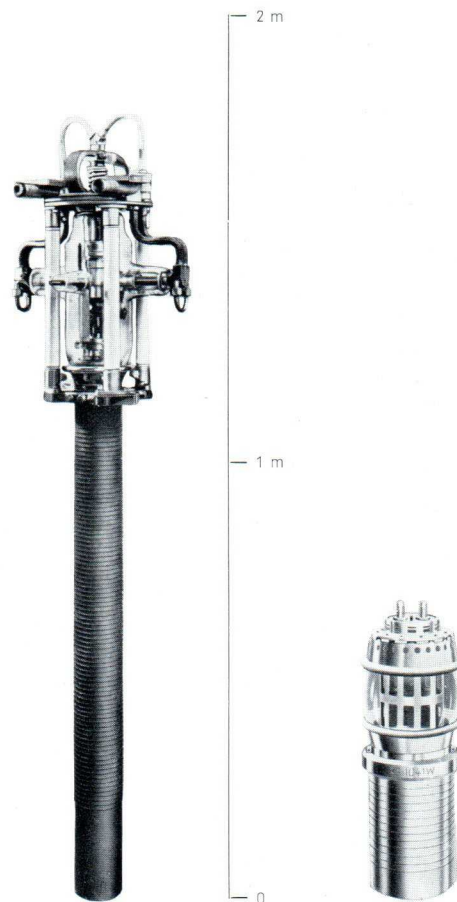
Herstellung von Streichkathoden

Aus der Senderöhrenfertigung

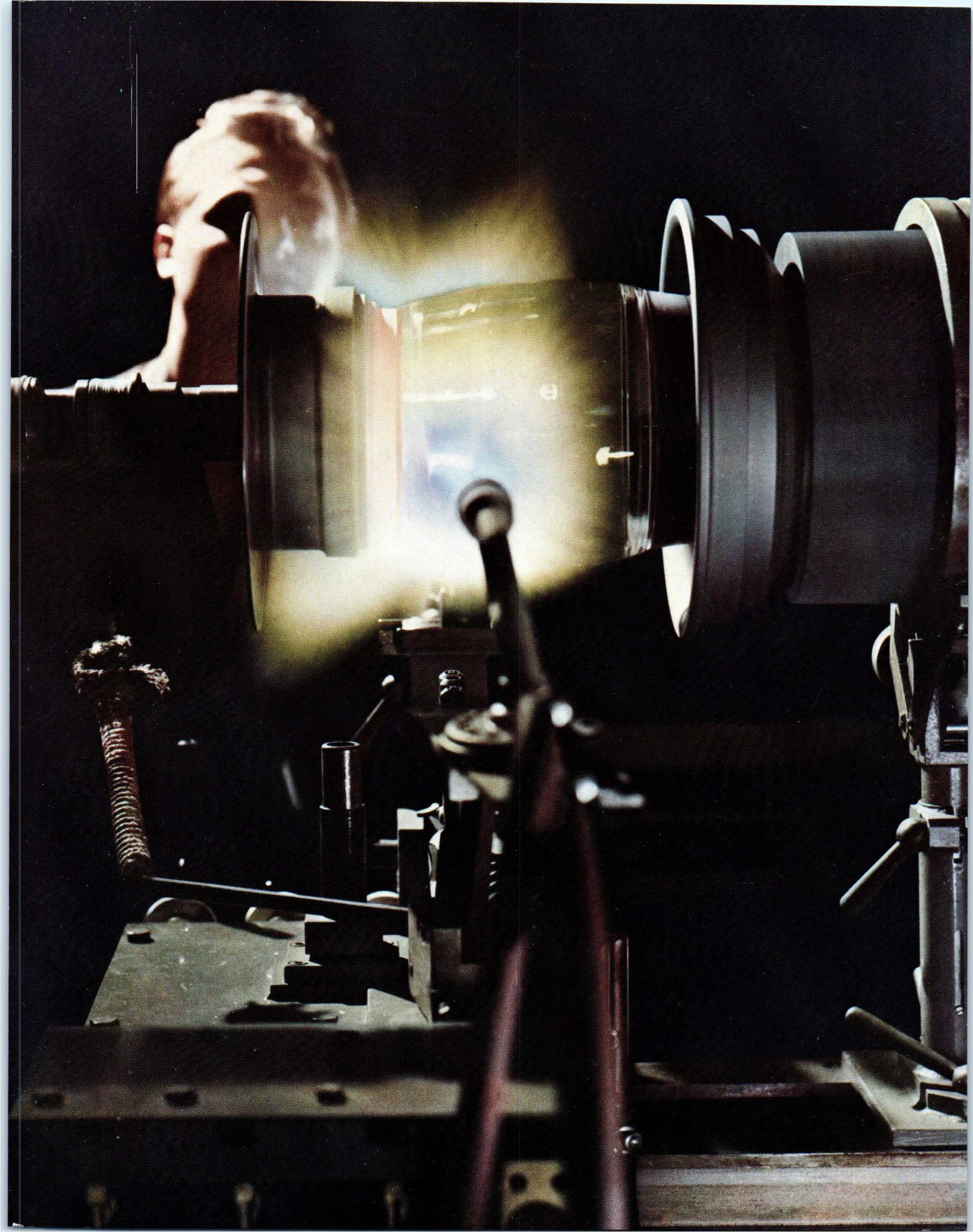
Stark aus dem allgemeinen Rahmen fällt die Herstellung der Großleistungsröhren. Das hängt einfach damit zusammen, daß diese Röhren für vieltausendfach höhere Leistungen bestimmt sind als z. B. eine Rundfunkröhre, was sich schon in ihrer Größe und Formgebung ausdrückt.

Der Entwicklung und Fertigung dieser »Riesen« unter den Elektronenröhren hat sich unsere Röhrenfabrik schon von Anfang an – beginnend um 1920 – mit besonderer Energie und großem Erfolg gewidmet. Auch als die Einführung des UKW-Rundfunks und des Fernsehens den Senderöhrenbau vor völlig neue Aufgaben stellte und als die Erschließung höherer Frequenzbereiche neue Konstruktionsgrundsätze und kürzere Bauformen erzwang, blieb unser Haus bei diesen Entwicklungen an führender Stelle. Der technische Fortschritt, der in kurzer Zeit erzielt wurde, kann nicht augenfälliger dargestellt werden als durch die Gegenüberstellung der z. Z. leistungsfähigsten Senderöhre auf dem europäischen Kontinent, der Siemens-Röhre RS 1041, mit einer alten 300-kW-Röhre unserer Fertigung aus dem Jahr 1933, die zu ihrer Zeit berechtigtes Aufsehen erregte. Die gesamte Baulänge der neuen Röhre beträgt nur 66 cm gegenüber 170 cm bei der alten RS 301, ihre größte Nutzleistung ist 360 kW, während die Grenzfrequenz von 3 MHz auf 30 MHz hinaufgesetzt werden konnte. Die Verwendung thoriertes Kathoden, koaxial angeordneter Ringeinschmelzungen und freitragender Elektrodensysteme brachte diese Verbesserung.

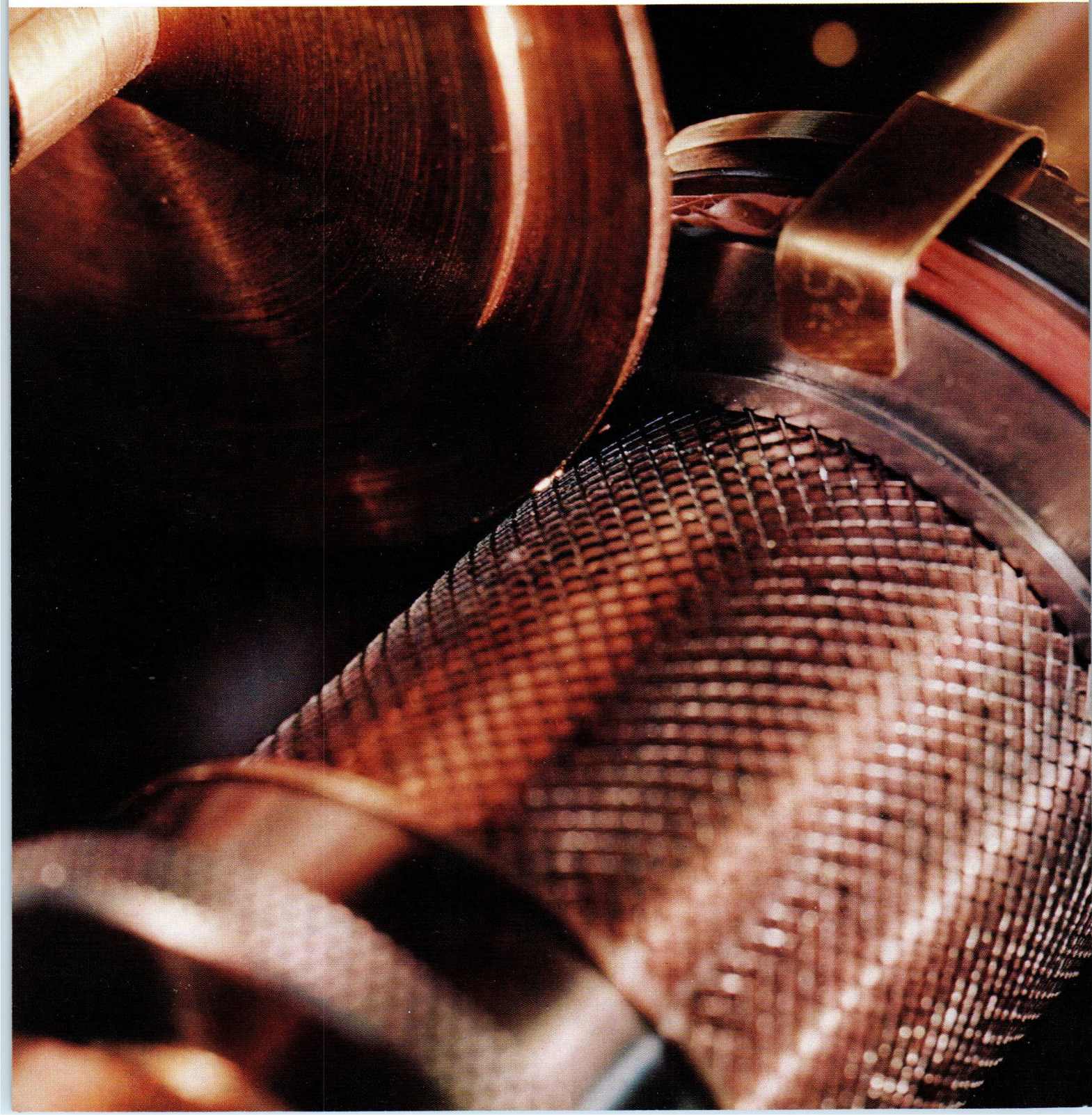
Viel Geschick verlangt die Herstellung der Glas-Metall-Verbindungen bei großen Senderöhren.



Gegenüberstellung
einer RS 301 und einer RS 1041 W



Die Kreuzungspunkte einer Maschenkathode werden mit Hilfe einer scheibenförmigen Elektrode verschweißt



Die neuen Konstruktionsgrundsätze erwiesen sich als so zweckmäßig, daß heute sämtliche Typen der Siemens-Großleistungsröhren, auch die Langwellenröhren, bei denen es an sich nicht nötig wäre, in der neuartigen gedungenen Bauweise ausgeführt werden.

Besonderes Interesse verdient die Fertigung der Kathoden und der Gitter für diese Röhren. Für die schwierige Aufgabe, die Kathode aus direkt geheizten thorierten Wolframdrähten zusammenzusetzen – Oxydkathoden kommen für höhere Feldstärken nicht in Betracht –, bot sich in der Maschenbauweise eine überraschend einfache und technisch hervorragende Lösung. Unsere Röhrenfabrik hat diesen Konstruktionsgrundsatz zu hoher Präzision entwickelt und mit großem Erfolg in die Senderöhrentechnik eingeführt. Ein besonderer Vorzug des dabei angewendeten Herstellungsverfahrens ist es, daß es sich nicht nur für die Fertigung der Kathode, sondern in gleicher Weise auch für den Bau des Gitters eignet. Hierdurch ist von vornherein ein Höchstmaß der bei dem kleinen Abstand dieser Elektroden so notwendigen Angleichungen der beiden Elektrodenformen aneinander gewährleistet. Sowohl die Kathode als auch das Gitter werden nach diesem Verfahren so hergestellt, daß die auf die gewünschte Länge vorher zugeschnittenen einzelnen Kathoden- bzw. Gitterdrähte zur Hälfte in rechtsgängigen, zur Hälfte in linksgängigen äquidistanten Schraubenlinien um einen zylindrischen Dorn gewickelt und an den Kreuzungsstellen miteinander verschweißt werden. Auf diese Weise entsteht ein strumpfartiges zylindrisches Gebilde erstaunlich hoher Festigkeit. Für die Kathode werden thorierte Wolframdrähte, für das Gitter Tantaldrähte verwendet. Im Betrieb fließt der Heizstrom über die ganze Netzfläche und wird durch einen dicken zentralen Stab zur Einschmelzung zurückgeführt. Die einzelnen, in den Maschenpunkten verschweißten Drähte der Kathode stützen sich ohne zusätzliche Hilfen gegenseitig selbst ab. Die Wärmeausdehnung geschieht (ebenso wie beim Maschengitter) vorzugsweise in radialer Richtung. Bei richtiger Zentrierung

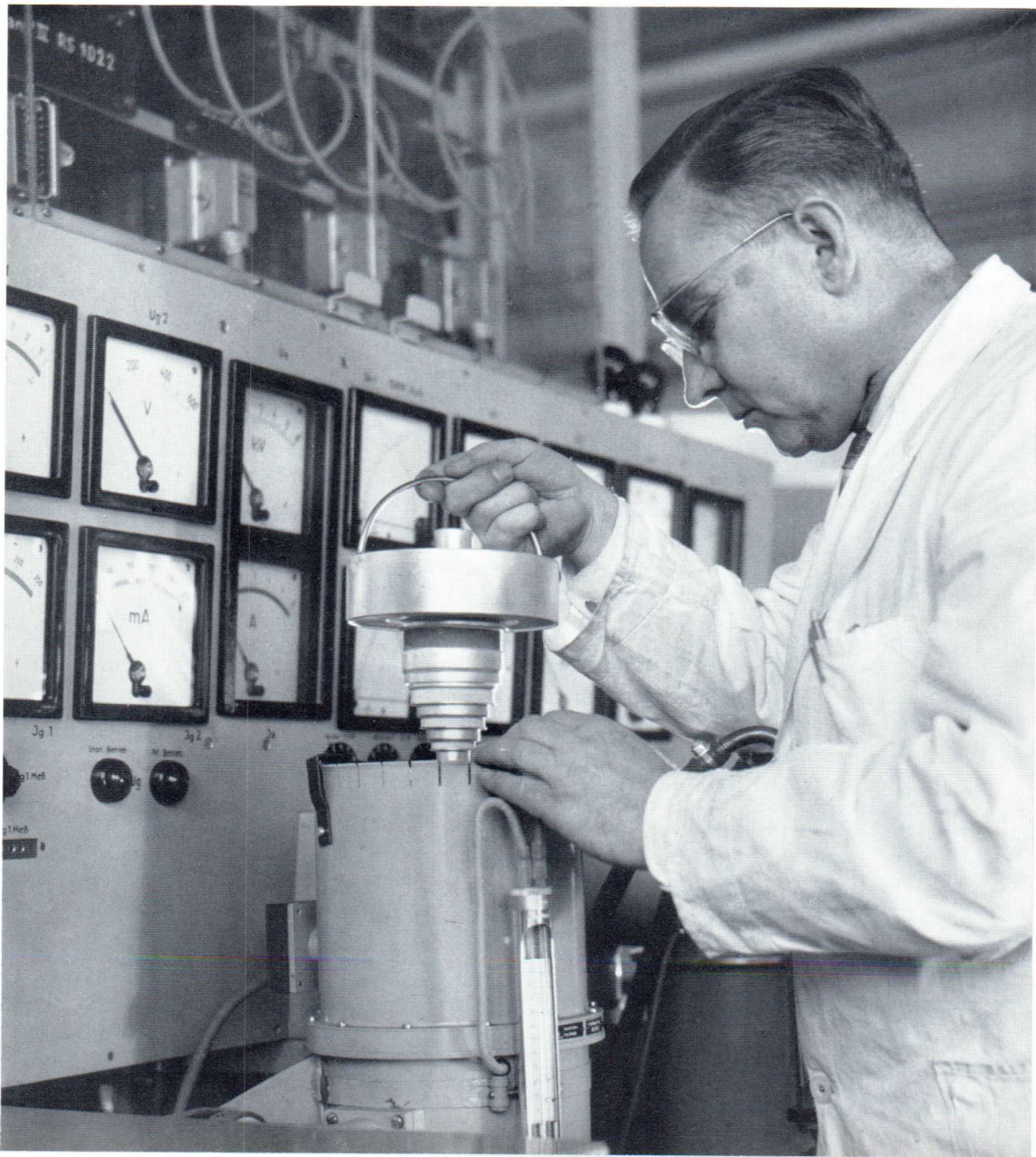
Aufbau
einer Maschenkathode
und eines
Maschengitters





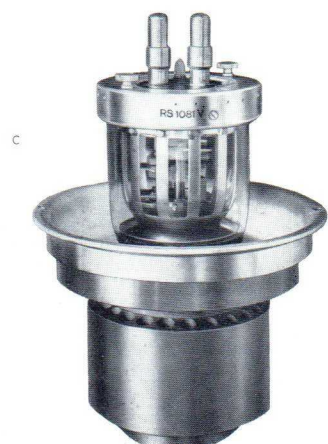
Um bei hochwertigen Röhren eine günstige Stromverteilung und Leistung zu erzielen, werden Steuergitter und Schirmgitter »geschattet«, d. h. man richtet sie so aus, daß ihre Drähte sich decken

Einsetzen einer Tetrode für das Fernsehband IV/V in den Schwingungskreis des UHF-Prüfsenders



und Dimensionierung kann infolgedessen der Gitter-Kathodenabstand ohne Gefahr eines Elektrodenschlusses bis zu sehr kleinen Werten herabgesetzt, die Forderung hoher Steilheit der Röhren also verhältnismäßig leicht erfüllt werden.

Während die kleineren Senderöhren ihre Verlustwärme durch Strahlung abgeben, muß die den Vakuumraum unmittelbar nach außen abschließende Außenanode bei Großleistungsröhren besonders gekühlt werden. Hierzu bieten sich drei Verfahren an:



- a) die Kühlung durch einen die Anode umspülenden Wasserstrom (W-Typen);
- b) die Kühlung durch einen mit Gebläsen erzeugten starken Luftstrom (L-Typen). Er streicht an Kühlflügeln vorbei, die auf den Anodenkörper hart aufgelötet sind;
- c) die Verdampfungskühlung (V- bzw. K-Typen). Bei ihr befindet sich die mit Längsbohrungen versehene Außenanode in einem Siedegefäß mit Wasser, das nach der Verdampfung wieder kondensiert und rückgeführt wird.

45-kW-Sendetriode

a mit Wasser-,

b mit Luft-,

c mit Verdampfungskühlung

Die Siemens-Leistungsröhren werden in allen drei Ausführungen geliefert.

Bei den meisten Senderöhren umschließt den Entladungsraum ein Glasgefäß; die Glas-Metall-Verbindungen sind in diesem Fall meist als Vacon-Anglasungen ausgeführt. In den letzten Jahren ist unsere Röhrenfabrik auch mit gutem Erfolg dazu übergegangen, bei einzelnen besonders hoch beanspruchten Röhrentypen anstelle des Glases keramisches Isolationsmaterial zu verwenden.

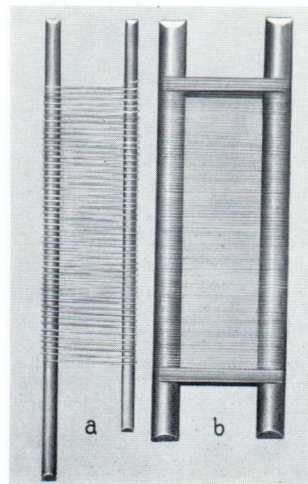
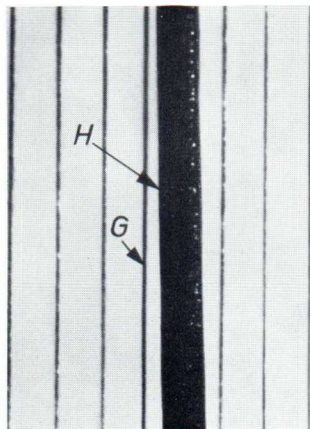
Technologische Spitzenleistungen

Spezial-Wickelmaschine
für Spangitter

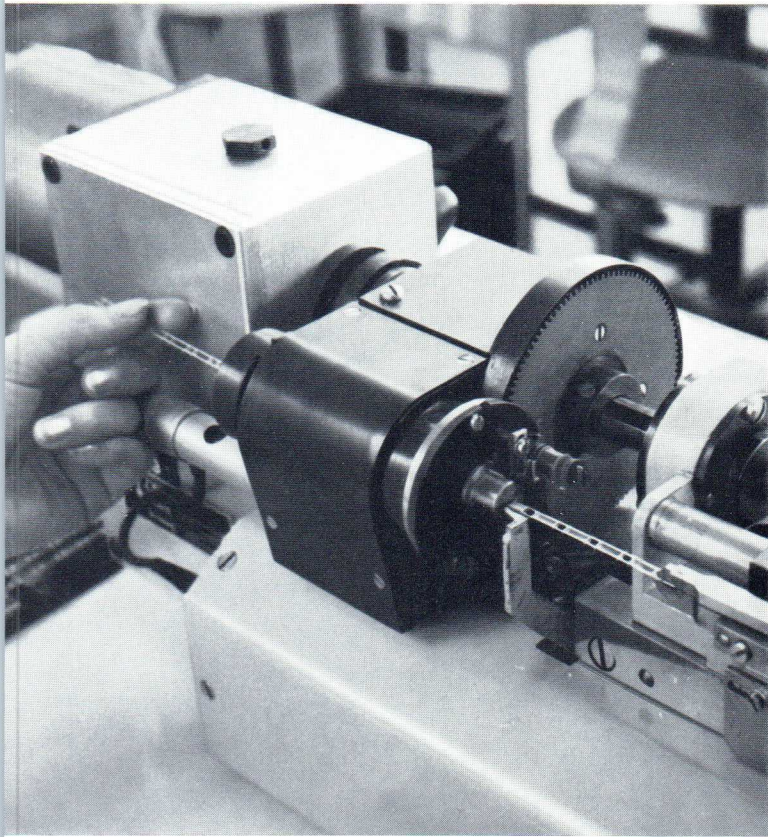
Nachdem die theoretischen Grundlagen der Elektronenröhre – wenigstens für die übliche Gittersteuerung – seit langem weitgehend erarbeitet sind, konnten Fortschritte auf diesem Gebiet nurmehr durch Verbesserungen technologischer Art erzielt werden. Der Weg dieser Weiterentwicklung war durch die von der dm- und cm-Wellen-Technik erhobene Forderung einer immer stärkeren Verkleinerung aller Abmessungen der Röhre zwar klar vorgezeichnet, erwies sich aber in der Durchführung als überaus aufwendig und mühsam. Trotzdem führte die zäh um jeden Schritt ringende Arbeit der Konstrukteure zu erstaunlichen Erfolgen. Im folgenden nur einige Beispiele:

Das Spangitter: Die Weitverkehrstechnik, die für ihre Übertragungen immer höhere Frequenzen und breitere Frequenzbänder benützt, braucht hierzu Verstärker- röhren mit sehr kleinen Elektrodenkapazitäten und extrem hoher Steilheit. Letzteres bedeutet für die Konstruktion solcher Röhren das Einhalten eines sehr kleinen Abstandes zwischen Gitter und Kathode ($50 \mu\text{m} = 0,05 \text{ mm}$ und weniger!) und die Verwendung von Gitterdrähten, die noch etwa 10mal dünner sind als ein Menschenhaar. Mit Hilfe der Kerbgittertechnik lassen sich derartige Gitter nicht mehr herstellen. Deshalb ging man dazu über, den sehr dünnen Gitterdraht unter hoher mechanischer Spannung auf einen festen Molyb-

Spangitterdrähte (G)
im Vergleich
zu einem Frauenhaar (H)
(vergrößert)

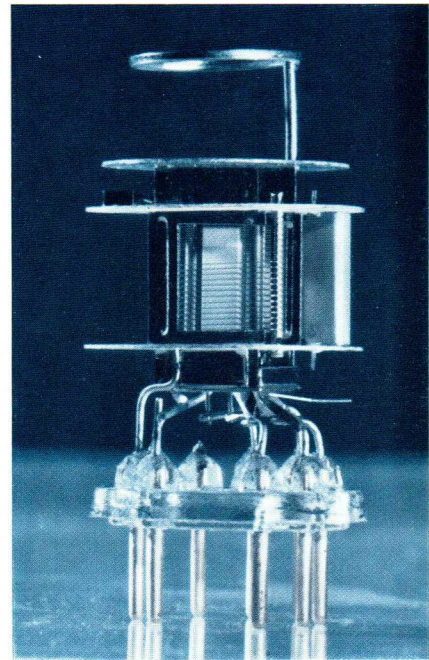


a Kerbgitter
b Spangitter
(vergrößert im Verhältnis 4,7 : 1)

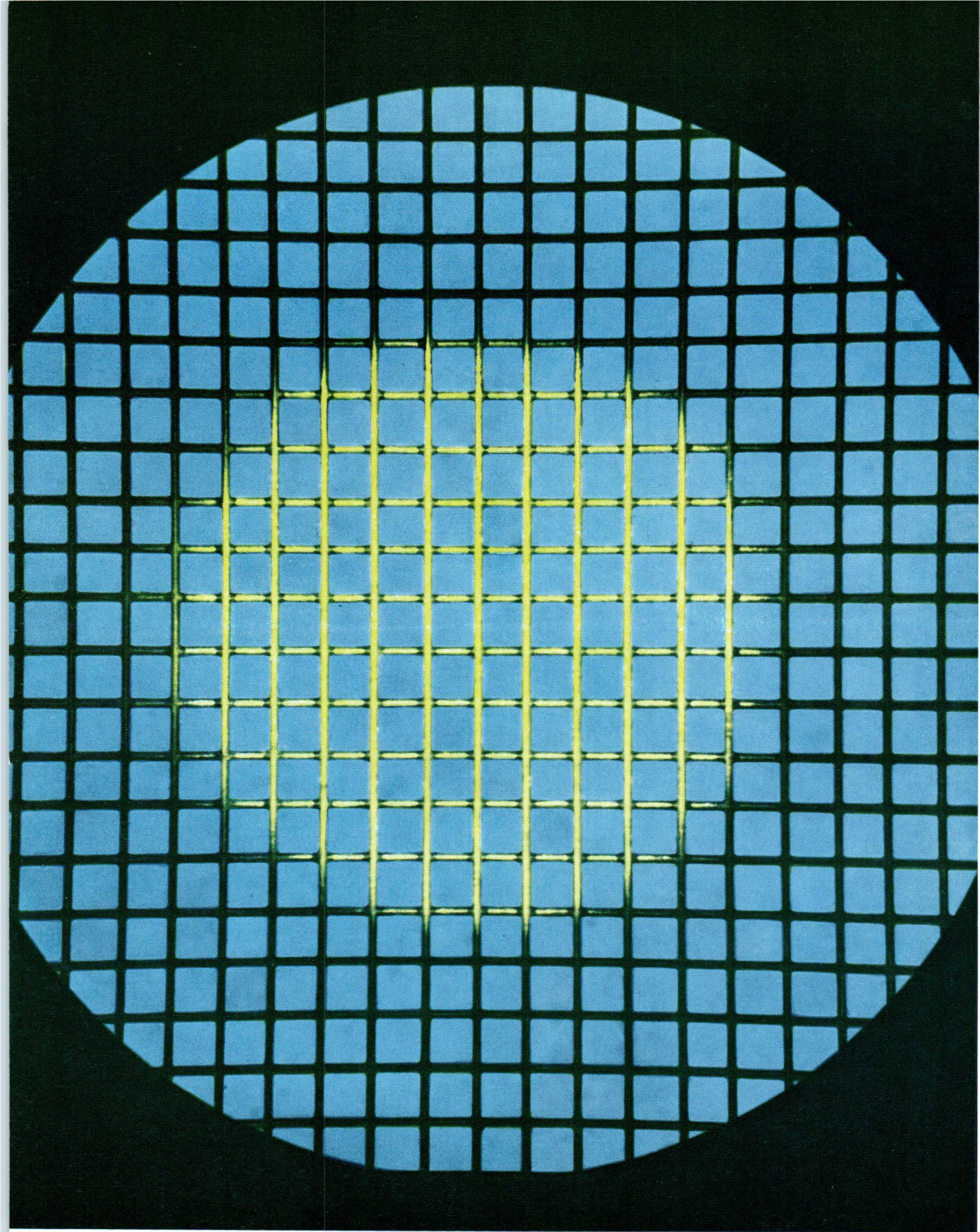


dänrahmen aufzuwickeln. Unsere Röhrenfabrik hat diese in den USA erfundene »Spanngittertechnik« erstmals in Deutschland bei der Weitverkehrsröhre C3g angewendet und durch die Schaffung einer der Siemens-Spezialröhre E 88 CC nachentwickelten Fernsehverstärkerröhre PCC 88 und anderer Typen mit großem Erfolg auch in den Rundfunk- und Fernsehbereich eingeführt.

Eine neuere Siemens-Spanngitterröhre ist die Weitverkehrspentode D3a. Bei diesem Typ beträgt der Gitter-Kathodenabstand nur $35\ \mu\text{m}$. Verwendet wird ein Gitterdraht von $6\ \mu\text{m}$ Durchmesser, der mit einer Ganghöhe von $36\ \mu\text{m}$ aufgewickelt ist. Besondere Wickelmaschinen ermöglichen die Einstellung jeder gewünschten Ganghöhe. Wenn man bedenkt, daß die Maße beim Betrieb der Röhre in einem weiten Temperaturbereich mit verhältnismäßig engen Toleranzen eingehalten werden müssen, bekommt man einen Begriff von den großen Schwierigkeiten, die insbesondere die Serienfertigung solcher Typen zu überwinden hatte.



Systemaufbau der Weitverkehrspentode D3a (aufgeschnitten)



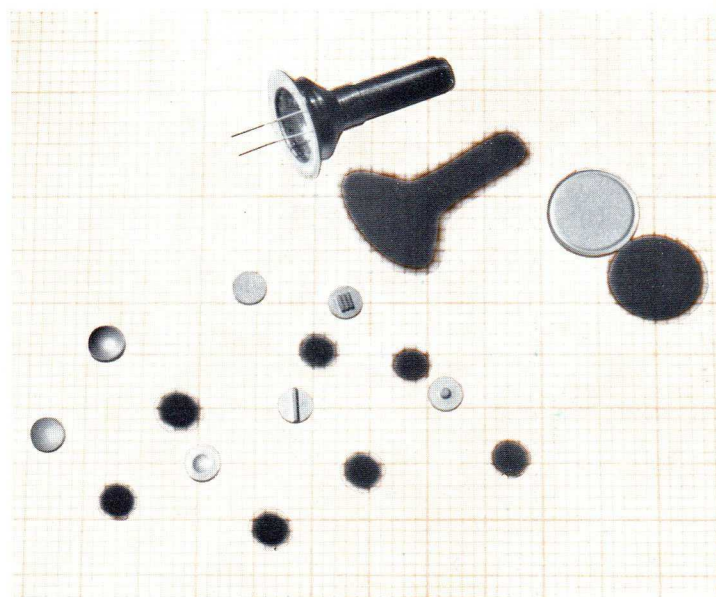
Ebenes Spangitter unter dem Mikroskop.
Der blaue Punkt in der Originalgröße (kleines Bild)
entspricht der blauen Fläche in der Vergrößerung



Für Scheibenröhren wurde in unserer Fabrik auch eine ebene Form des Spannungsgitters, das Kreuzspanngitter, entwickelt. Es zeichnet sich nicht nur durch eine wohldefinierte Ebene des Gitters aus, sondern verfügt bei einer Maschenzahl bis zu $400/\text{mm}^2$ auch über eine große mechanische Festigkeit und eine gute Wärmeableitung, was bei der hohen thermischen Beanspruchung dieser Gitter wesentlich ist. Sämtliche Knotenpunkte sind verlötet, wodurch die Zuleitungsimpedanz des Gitters stark erniedrigt und die Grenzfrequenz damit ausgestatteter Röhren erhöht wird.

Die Metallkapillarkathode: Die wirksame Verstärkung von Schwingungen sehr hoher Frequenz in gittergesteuerten Röhren verlangt die Verminderung der Elektronenlaufzeiten in der Röhre. Diese läßt sich – theoretisch wenigstens – nicht nur durch Verkleinerung der Elektrodenabstände, sondern auch durch Erhöhung der Betriebsspannungen erreichen. Eine praktische Grenze setzt hier die Oxydkathode, die bei zu hohen Feldstärken zerstört wird. Man hat deshalb in unserer Röhrenfabrik einen neuen Kathodentyp, die MK-Kathode (Metallkapillarkathode) entwickelt, die bis zu wesentlich höheren Stromdichten und damit höheren Betriebsspannungen brauchbar ist. Bei diesen Kathoden wird eine einatomare Emissionsschicht durch eine poröse Wolframscheibe hindurch aus einem elektrisch geheizten Vorratsbehälter mit Barium gespeist. Während Oxydkathoden üblicherweise nur mit Stromdichten bis zu $0,2 \text{ A/cm}^2$ betrieben werden können, läßt die MK-Kathode z. B. Werte von 1 A/cm^2 zu. In Scheibenröhren und Laufzeitröhren, aber auch in Beschleunigern ist sie mit gutem Erfolg eingesetzt worden. Ein weiterer Vorzug besteht darin, daß sich durch geeignete Formgebung der Trägerplatte aus porösem Wolfram auch die jeweils gegebenen elektronenoptischen Probleme relativ einfach lösen lassen.

Die Metall-Keramik-Röhre: Eine besonders charakteristische Eigenschaft des Bauelements »Röhre« ist die hohe Arbeitstemperatur. So erfordert der Betrieb einer Oxydkathode eine Temperatur von etwa $680 \text{ }^\circ\text{C}$, die Temperatur des zugehörigen Heizers beträgt etwa $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ und eine thorierte Kathode, wie sie bei Großleistungsröhren üblich ist, befindet sich im Betrieb sogar auf einer Temperatur von ungefähr $1700 \text{ }^\circ\text{C}$. Dazu kommt die Aufheizung der Elektroden, insbesondere der Anode, durch aufprallende Elektronen, die besondere Kühlverfahren zur Abführung dieser Verlustwärme notwendig macht. Endlich tritt bei



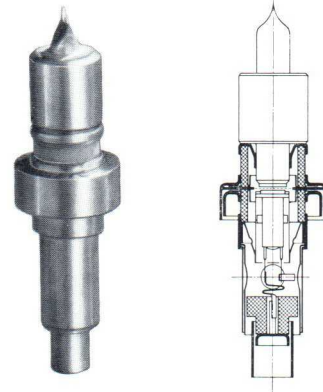
Metall-Kapillar-Kathode
mit verschieden geformten Trägerplättchen
aus porösem Wolfram

hohen Frequenzen u. U. auch eine Erwärmung durch dielektrische Verluste im Isolationsmaterial auf. Ganz abgesehen von der hohen thermischen Beanspruchung der Röhren im Betrieb werden sie aber auch schon bei der Herstellung, z. B. beim Einschmelzen oder Anglasen der Elektroden, hohen Temperaturen ausgesetzt. Die Wärmebeherrschung ist also beim Röhrenbau eines der wichtigsten Probleme. Sie wird um so schwieriger, je mehr die Grenzfrequenz der Röhre nach oben verschoben wird, weil damit nicht nur die Abmessungen kleiner werden, sondern auch der Wirkungsgrad erheblich absinkt.

Diese Überlegungen führten dazu, anstelle der früher fast ausschließlich für die Röhre verwendeten Glasgefäße, wo es notwendig ist, solche aus keramischem Material aufzubauen. Dieses ist nicht nur hitzebeständiger und dielektrisch mit wesentlich geringeren Verlusten behaftet, sondern eignet sich auch wegen seiner Formbeständigkeit für die im UHF-Gebiet geforderte Präzisionstechnik beim Elektrodenaufbau hervorragend. Die Aufgabe der Elektrodendurchführung wird gelöst, indem man die aus reinem Aluminiumoxyd bestehende Keramik durch Aufsintern eines Molybdän-Manganpulvergemisches metallisiert und mit Hilfe einer nachfolgenden Vernicklung lötfähig macht.

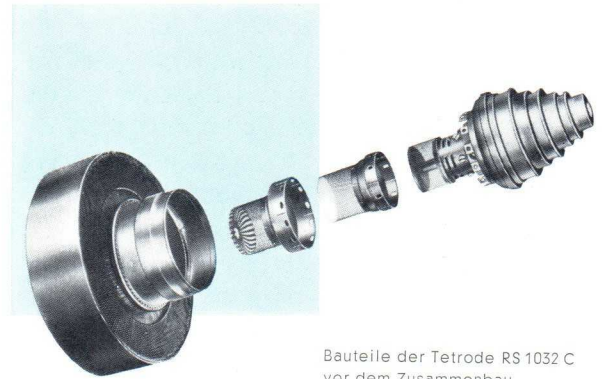
Erst mit dieser Metall-Keramik-Technik war es uns möglich, Scheibenröhren zu bauen, die auch im cm-Wellenbereich noch verwendbar sind. Diese Röhren (Typen RH6C und RH7C) sind in ihrer Kleinheit technologische Meisterwerke. Die gesamte, durch ein Gitter noch aufgeteilte Entladungsstrecke beträgt nur etwa 0,3 mm, der nach außen abgeschlossene Hochvakuumraum nur etwa $\frac{1}{2}$ cm³. Eine derartige kleine Triode gibt bei 6000 MHz ($\lambda = 5$ cm) und bei einem Wirkungsgrad von 6% etwa 1,5 W Nutzleistung ab.

Ein anderes imponierendes Beispiel für diese Metall-Keramik-Technik ist die bis etwa 1000 MHz verwendbare Fernseh-Sendetetrote RS 1032 C. Der überaus enge, von der hohen Betriebsfrequenz diktierte Zusammenbau der hochbelasteten Elektroden – es handelt sich bei diesem Typ um eine Großleistungs-röhre (mit 11 kW Synchronleistung) – war nur mit Hilfe der geschil-derten keramischen Bauweise durchführbar.



Zentimeterwellen-Triode RH7C
(Außenansicht)

Der in natürlicher Größe dargestellte Schnitt läßt die außerordentlich feine Konstruktion erkennen

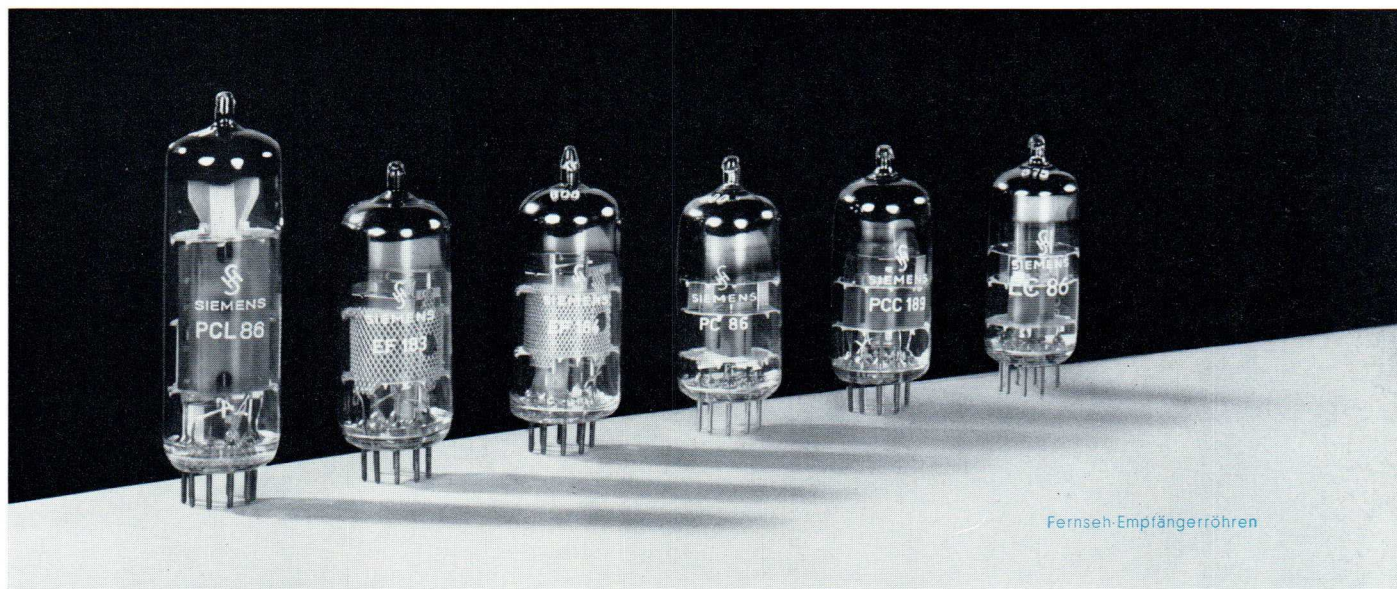


Bauteile der Tetrode RS 1032 C
vor dem Zusammenbau
(verkleinert)

Sendetetrote RS 1032 C
nach dem Zusammenbau.
Gesamthöhe: 178 mm
(verwendbar bis 1000 MHz)



Die wichtigsten Vertriebsobjekte der Röhrenfabrik

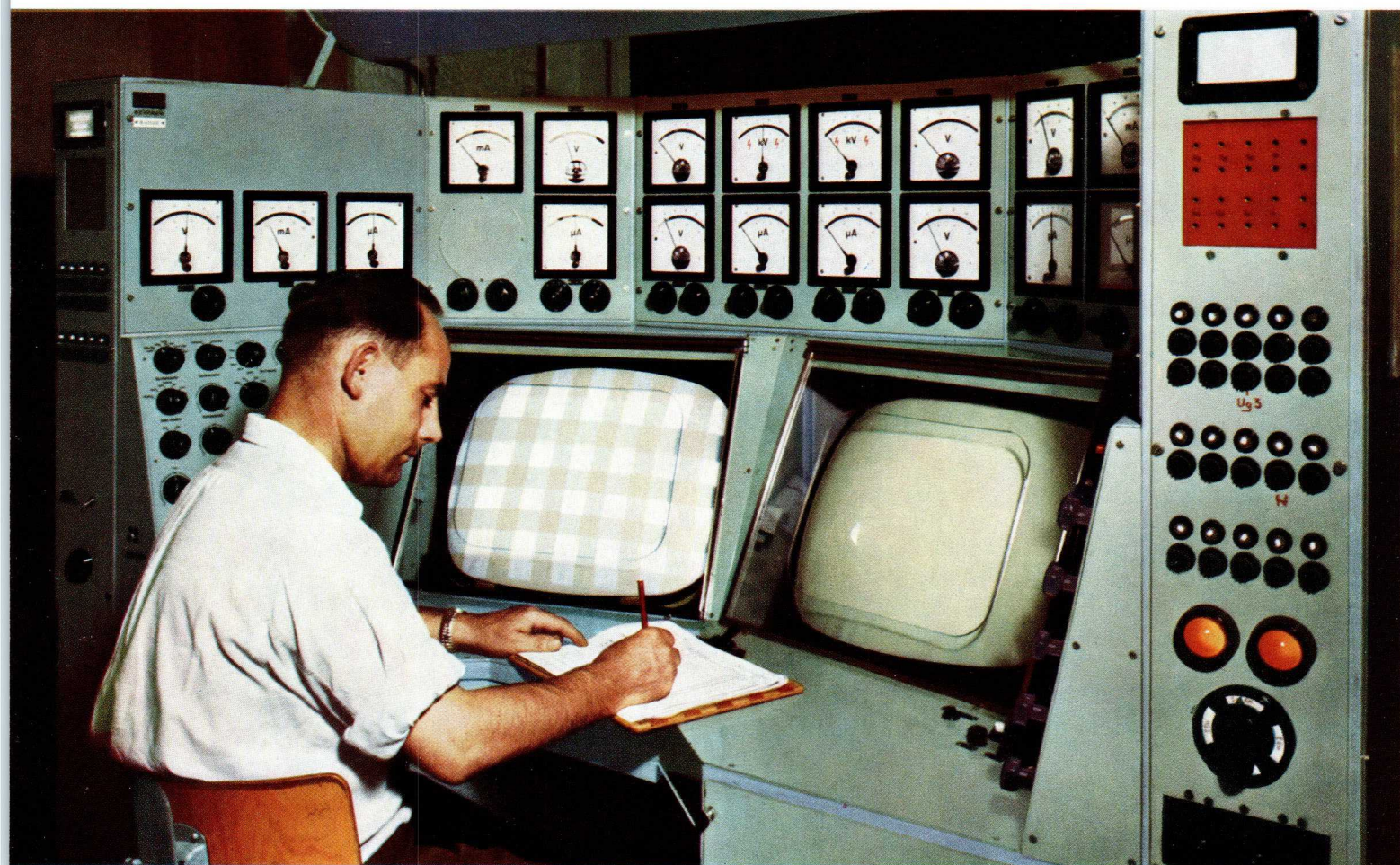


Fernseh-Empfängerröhren

Der Geschäftsbereich »Rundfunk- und Fernseh-**röhren**« befaßt sich mit der Fertigung bzw. dem Vertrieb aller Arten der für diesen Industriezweig benötigten Typen von Empfängerröhren. Die Entwicklung der Rundfunkröhren, die heute allgemein in der sockellosen genormten Miniaturtechnik für 7 oder 9 Sockelstifte ausgeführt werden, nähert sich allmählich ihrem Abschluß. Im Gegensatz dazu werden auf dem Fernsehsektor, angestoßen nicht zuletzt durch die technischen Möglichkeiten der Spanngitterbauweise, noch laufend neue, insbesondere rauscharme Typen herausgebracht. Auch

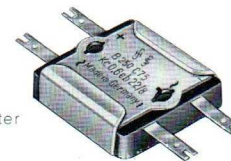
Fernseh-Bildröhren aller Größen gehören zu unserem Vertriebsprogramm. Einen bemerkenswerten Fortschritt auf diesem Gebiet bedeuten die neuen Weitwinkel-Bildröhren, die die Bautiefe der Fernsehgeräte beachtlich verkleinert haben. Auch die Fernseh-Bildröhren werden von uns, wie alle unsere Röhren, unmittelbar vor der Auslieferung an neuzeitlichen Meßplätzen nochmals einer eingehenden Prüfung unterzogen.

Meßplatz für Fernseh-Bildröhren





Selen-Blockgleichrichter
für Fernsehgeräte



Aus der Fertigung
der Selengleichrichter

Selen-Flachgleichrichter



Selen-Kleinblock-Gleichrichter

Für die Netzgleichrichter in Rundfunk- und Fernsehgeräten werden heute kaum noch Röhren verwendet. Der wesentlich wirtschaftlichere Trockengleichrichter hat sich dieses Gebiet vollständig erobert. Um die Kontinuität zu wahren, hat deshalb die Röhrenfabrik auch den Vertrieb dieser von unserer Schwesterfirma, der Siemens-Schuckertwerke AG, gefertigten Trockengleichrichter übernommen. Als Selengleichrichter werden sie aus einzelnen »Tabletten« mit einer effektiven Sperrspannung von je etwa 30 V aufgebaut. Sie zeichnen sich vor allem durch einen niedrigen Durchlaß- und einen hohen Sperrwiderstand aus. In den verschiedenen Ausführungen als Block-, Flach- oder Zwerggleichrichter wurden sie in Stückzahlen von vielen Millionen hergestellt.

Aufgrund der noch besseren Sperr- und Durchlaßeigenschaften von Silizium (verglichen mit Selen), insbesondere auch bei höheren Temperaturen, wird bei der Gerätekonstruktion auch von Silizium-Gleichrichtern bereits weitgehend Gebrauch gemacht. Besonders für die Stromversorgung von Fernsehgeräten wurden derartige Silizium-Gleichrichter auf den Markt gebracht. Ihrer extrem kleinen Abmessungen wegen eignen sich diese Gleichrichter speziell für den Einsatz in Geräten mit gedruckter Schaltung. In diese können sie ohne besondere Befestigung direkt eingelötet werden.



Silizium-Gleichrichter
für die Stromversorgung
von Fernsehgeräten

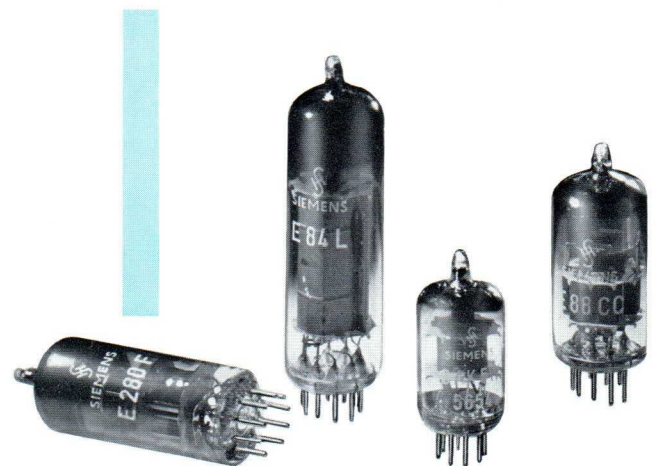
Der Geschäftsbereich »Sende- und Spezialröhren« verfügt über ein Vertriebsprogramm, das durch eine starke Differenziertheit gekennzeichnet ist. Wir unterscheiden deshalb verschiedene Gruppen von Spezialröhren:

Weitverkehrsrohren: Sie sind zugeschnitten auf die Bedürfnisse des Nachrichtenweitverkehrs und finden ihre Hauptanwendung bei der Bundespost. Die Fertigung dieser Röhren ist ein wichtiger Bestandteil unseres Spezialröhrenprogramms und zwar nicht nur deshalb, weil hier die traditionelle Aufgabe unserer Fabrik weitergeführt wird, für die von der Siemens & Halske AG entwickelten behördlichen Nachrichtenanlagen Röhrenbestückungen universeller Anwendbarkeit und langer Typenlebensdauer zu schaffen, sondern weil an diese Röhren die denkbar höchsten Anforderungen gestellt werden müssen. Entscheidend ist hier letzten Endes die Qualität, nicht so sehr die Kostenfrage. Höchste Betriebssicherheit und sehr lange Lebensdauer müssen davor schützen, daß Röhren vorzeitig ausfallen, wodurch u. U. hunderte von Telefongesprächen gestört werden. Die sehr lange Lebensdauer – 50 000 Stunden sind keine Seltenheit – verdanken diese Röhren, ebenso wie die Spezialverstärkerrohren, unter anderem der Verwendung von Spezialkathoden, bei denen die Ausbildung eines die Verstärkung herabsetzenden Zwischenschichtwiderstandes im Betrieb vermieden wird. Die Daten dieser Röhren sind sehr eng toleriert und in den Pflichtenheften der Postbehörde festgelegt. Alle neueren Röhren dieser Kategorie sind mit Rücksicht auf die geforderte Breitbandverstärkung in Spanngitterbauweise ausgeführt.

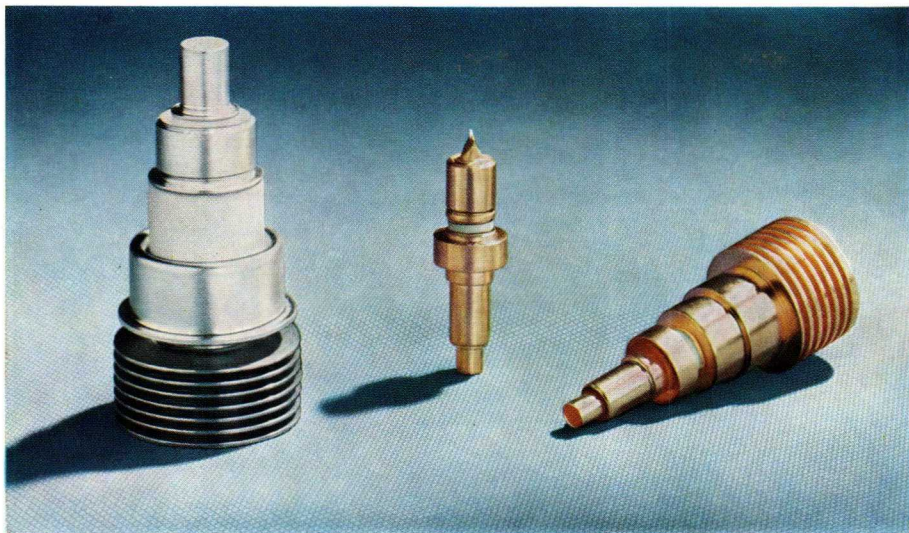
Spezial-Verstärkerrohren für die industrielle, mobile und apparative Technik: Die fortschreitende Automatisierung der Industrie, die in immer größerem Umfang eingesetzten beweglichen Nachrichtenanlagen und die zunehmende Anwendung der Elektronenröhre in Meßeinrichtungen und Spezialgeräten der Wissenschaft und Technik stellen Anforderungen an die Verstärkerrohren, die von den Rundfunkröhren nicht erfüllt werden können. Auch die unter ganz anderen Bedingungen arbeitenden Weitverkehrsrohren kommen hierfür meist nicht in Betracht. Deshalb wurde die Serie der »Spezial-Verstärkerrohren« geschaffen, auf deren Fertigung und Qualitätsmerkmale schon auf Seite 22 eingegangen wurde. Hier seien in den Bildern nur einige typische Vertreter aus dem umfangreichen Programm dieser Reihe herausgegriffen.



Röhren für den Nachrichten-Weitverkehr



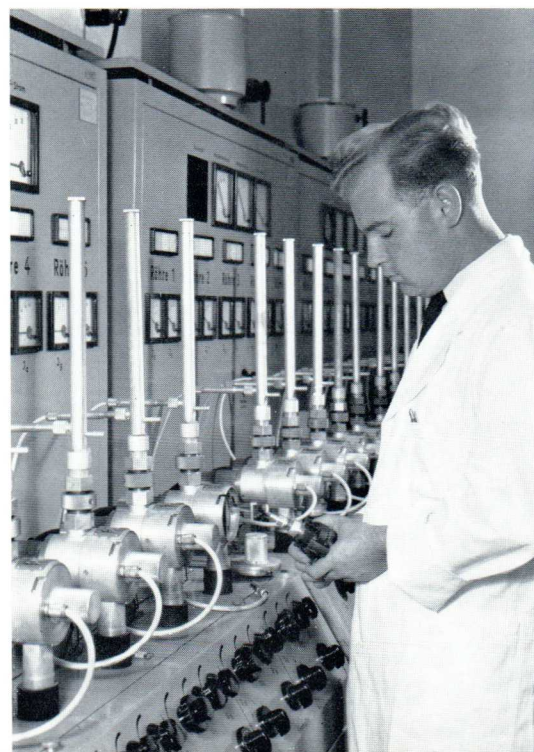
Spezial-Verstärkerrohren für die Industrie



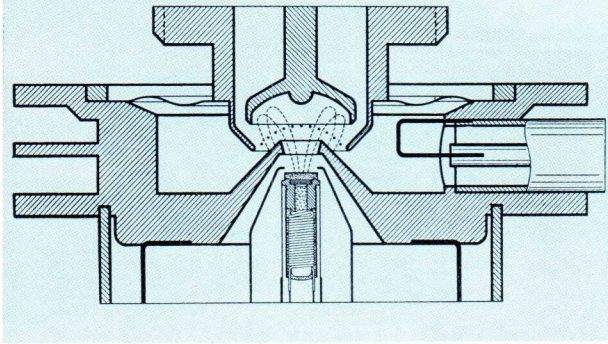
Scheibentrioden
für Dezimeter-
und Zentimeterwellen

Höchstfrequenzröhren: Zu dieser Gruppe gehören verschiedene Scheibentrioden, die unsere Fabrik für die im dm- und cm-Wellenbereich arbeitenden Richtfunkanlagen baut. Sie unterliegen damit gleichzeitig den Bedingungen für Weitverkehrsröhren. Ihren Namen haben diese Scheibenröhren von ihren ring- bzw. scheibenförmigen konzentrischen Elektrodendurchführungen. Ein bekanntes Beispiel ist die Röhre 2C39BA. Ein neuerer, ebenfalls in Keramik ausgeführter Typ wurde bereits im Abschnitt »Technologische Spitzenleistungen«, Seite 30, beschrieben.

Neben solchen intensitätsgesteuerten Röhren gehören zur Gruppe der Höchstfrequenzröhren auch die sogenannten Laufzeitröhren, bei denen die Laufzeit der

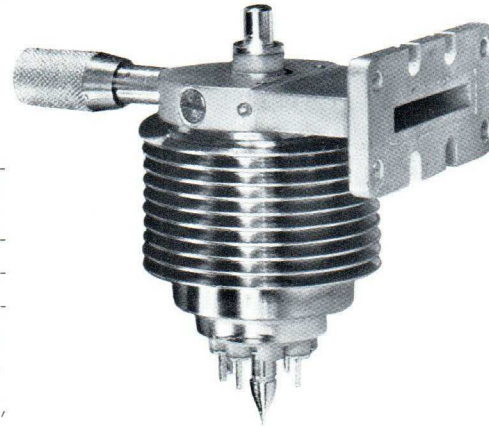


Alterungsanlage für Scheibentrioden mit zahlreichen Brennplätzen



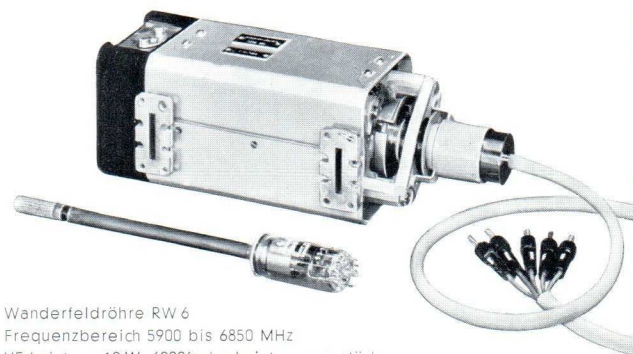
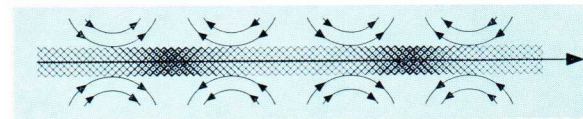
Aufbauschema eines Reflex-Klystrons

Elektronen mit der Periode der zu verstärkenden elektrischen Schwingungen vergleichbar ist. Diese Röhren arbeiten mit einer Geschwindigkeitssteuerung und Phasenfokussierung der Elektronen, erzeugen also Elektronenbündel, die bei geeigneten Betriebsbedingungen ihre Energie durch Influenz an die Elektroden und die angeschlossenen Kreise abgeben. Ein typischer Vertreter dieser Röhren ist das Reflexklystron (RK 25), ein technisch hochentwickelter Nachfahre des bekannten ursprünglichen Barkhausenschen »Elektronentanzoszillators«. Diese Röhre kann durch einen fest mit ihr verbundenen Feintrieb im Betrieb von 3800 MHz bis 4500 MHz durchgestimmt werden und wird hauptsächlich als Modulator beim Fernsehrichtfunk eingesetzt. Ein weiterer Vertreter der Laufzeitröhren ist die Wanderfeldröhre (RW 3), die bei 4000 MHz etwa eine 6000-fache Leistungsverstärkung und eine Ausgangsleistung von 5 W liefert. Die Verstärkung der Wanderfeldröhren erstreckt sich bekanntlich über so breite Frequenzbänder, daß die Röhre als solche z. Z. technisch noch gar nicht voll ausgenutzt werden kann. Die Wirkungsweise beruht auf der Wechselwirkung eines magnetisch gut konzentrierten Elektronenstrahls mit einer auf einer wendelförmigen Leitung laufenden und damit in axialer Richtung verzögert fortschreitenden elektromagnetischen Welle. Eine Eigentümlichkeit solcher Laufzeitröhren ist es, daß ihre Konstruktion für die sehr hohen Betriebsfrequenzen aufs engste mit derjenigen des zugehörigen Magneten gekoppelt werden muß. Neuerdings werden Klystrons und Wanderfeldröhren in unserer Fabrik auch für Frequenzen um 6000 MHz gebaut. Ein Rückwärtswellenoszillator, der im Aufbau vieles mit einer Wanderfeldröhre gemeinsam hat, vermag sogar Schwingungen von 30 000 MHz bis 45 000 MHz zu erzeugen.

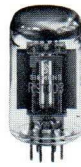


Reflex-Klystron RK 6,
Frequenzbereich 5775
bis 5925 MHz
HF-Leistung 100 mW

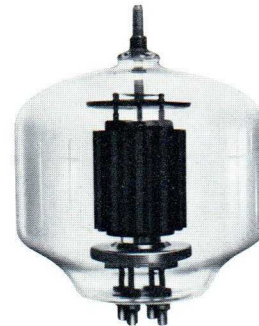
Phasenfokussierung bei der Wanderfeldröhre



Wanderfeldröhre RW 6
Frequenzbereich 5900 bis 6850 MHz
HF-Leistung 10 W, 6000fache Leistungsverstärkung



Senderröhren verschiedener Kühlungsart und Leistung

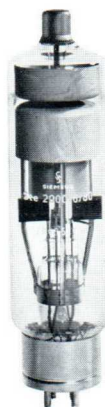


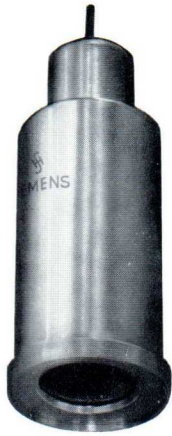
Sende- und Generatorröhren. Der Bau von Senderöhren aller Leistungsstufen zwischen 50 W und 360 kW Nutzleistung gehört zu den bevorzugten Aufgaben unserer Fabrik. Die meisten dieser Röhren sind für Kurzwellen-bzw. Ultrakurzwellenbetrieb geeignet. Bei den Kleinsenderöhren wird die Verlustleistung durch Wärmeleitung und -Strahlung abgeführt. Für die Anoden werden deshalb fast ausnahmslos Graphitkörper verwendet. Die größeren, mit Außenanoden ausgerüsteten Typen können wahlweise für W-, L- oder V-Kühlung (siehe Seite 29) geliefert werden. In der Mehrzahl handelt es sich um Trioden, die für höhere Frequenzen in Gitterbasisschaltung betrieben werden. Für Fernsender werden auch Tetroden in Keramikausführung hergestellt. Eine gewisse Ausnahmestellung nehmen die Leistungsröhren für industrielle Zwecke (z. B. für die dielektrische und induktive Erwärmung von Werkstoffen) ein, bei denen auf eine mechanisch robuste und elektrisch überlastbare Ausführung besonderer Wert gelegt werden muß. Auch für diese Anwendungen hat unsere Fabrik eine Reihe von Röhren entwickelt.



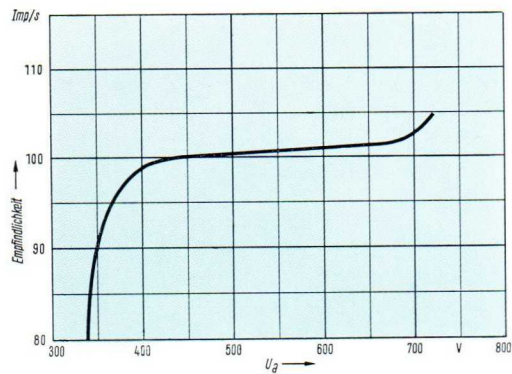


Gasentladungsröhren: Während bei allen bisher aufgeführten Röhrenarten der Entladungsraum hoch evakuiert ist, handelt es sich bei den folgenden vier Gruppen, den Hochspannungsgleichrichterröhren, Stromtoren, Stabilisatorröhren und Geiger-Müller-Zählrohren um Röhren mit einer Gas- oder Dampffüllung. Bei allen diesen Röhren spielt der Vorgang der Ladungsträgererzeugung durch Ionisation der vorhandenen Gas- bzw. Dampfmoleküle die grundlegende Rolle. Abgesehen von zwei kleinen Edelgastetroden haben unsere ausnahmslos mit Oxydkathoden ausgerüsteten Hochspannungsgleichrichterröhren und Stromtore alle eine Quecksilberdampffüllung. Sie werden nicht nur für die Stromversorgungsanlagen unserer Sender verwendet, sondern dienen auch als Regel- und Steuerorgane bei industriellen Anlagen. – Mit kalter Kathode arbeiten die ebenfalls zu unserem Vertriebsprogramm gehörenden Stabilisatorröhren. Die Spannungen stabilisierende Wirkung dieser Röhren beruht auf dem kleinen Innenwiderstand der verwendeten Glimmstrecke, der bei Änderungen des Entladungsstromes die anliegende Spannung nur in geringfügigem Maße schwanken läßt.





Die von uns vertriebenen Geiger-Müller-Zählrohre für die Strahlungsmeßtechnik werden von unserer Schwesterfirma, der Siemens-Reiniger-Werke AG, hergestellt. Die Zählrohre arbeiten bekanntlich im sogenannten Auslösbereich, einem Betriebszustand, in dem das Zählergebnis weder von der Art der einfallenden Teilchen noch von der Betriebsspannung abhängt. Wir liefern Zählrohre für die Messung von α -, β - und γ -Strahlungen. Neben Glockenzählrohren mit dünnwandigen, strahlungsdurchlässigen Fenstern seien hier auch unsere Becher-, Eintauch- und Durchlaufzählrohre erwähnt, mit denen radioaktive Flüssigkeiten untersucht werden können, sowie die Interferenz-Zählrohre für Röntgen-Feinstrukturuntersuchungen. Unsere Klein-Zählrohre mit Halogenfüllung ermöglichen den Bau leichter, transportabler Dosimeter.



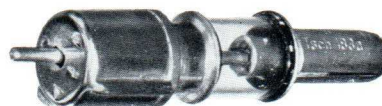
Nicht-elektronische Erzeugnisse unserer Röhrenfabrik

Die Röhrenfabrik bringt neben ihren elektronischen Bauelementen auch einige Bauteile und Erzeugnisse nicht-elektronischer Art heraus, die wegen ihrer zunehmenden Bedeutung in dieser Gesamtübersicht mit aufgeführt werden sollen. Hierzu gehören:

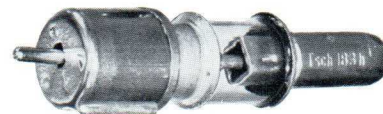
Die Fertigung von Vakuumschaltern z. B. für Zwecke der Telegrafentechnik oder für die Abschaltung von Blindleistungen in Versorgungsnetzen.

Die Fabrikation von Wolfram-Kupfer-Verbundmetallen. Sie vereinigen die gute Leitfähigkeit des Kupfers mit der Härte des Wolframs und eignen sich wegen der durch den hohen Schmelzpunkt des Wolframs gegebenen Abbrandsicherheit vortrefflich für Höchstleistungsschalter. Solche Wo/Cu-Verbundkörper entstehen dadurch, daß man gesinterte Wolframkörper in Vakuumöfen mit geschmolzenem Kupfer tränkt. Die Herstellung von Tantal-Halbzeugen. Die hervorragenden physikalischen und chemischen Eigenschaften von Tantal haben diesem Werkstoff einen sich von Jahr zu Jahr ausdehnenden Anwendungsbereich eröffnet. Zunächst wurde Tantal vorwiegend nur in der Röhrenfabrikation zur Herstellung von Gittern in Send- und Verstärkerröhren gebraucht. Dann benötigte es aber auch die chemische Industrie z. B. für säuregefährdete Rohrleitungen und zur Herstellung von Schalen und Behältern. Die Kunstseideindustrie läßt aus ihm Spinndüsen fertigen und die feinmechanische Industrie baut mit ihm medizinische Instrumente. Bis 1945 war unsere Röhrenfabrik der einzige Produzent von Tantal in Europa. Auch auf diesem Gebiet reicht unsere Erfahrung über 50 Jahre zurück.

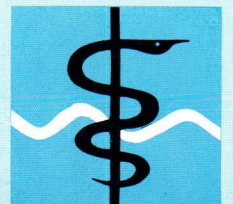
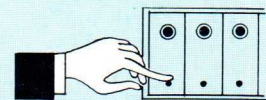
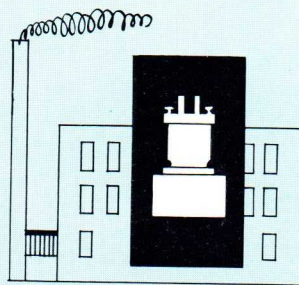
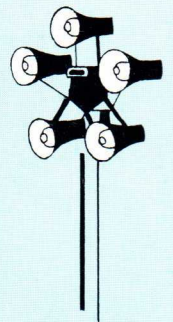
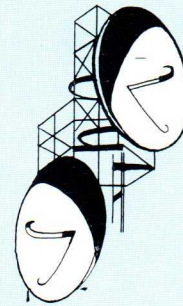
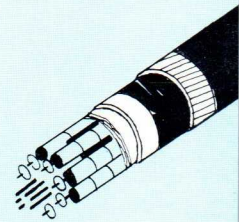
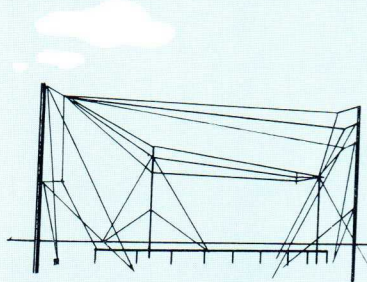
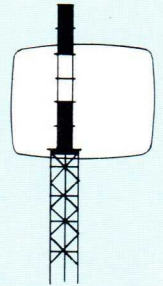
Tantal-Halbzeuge

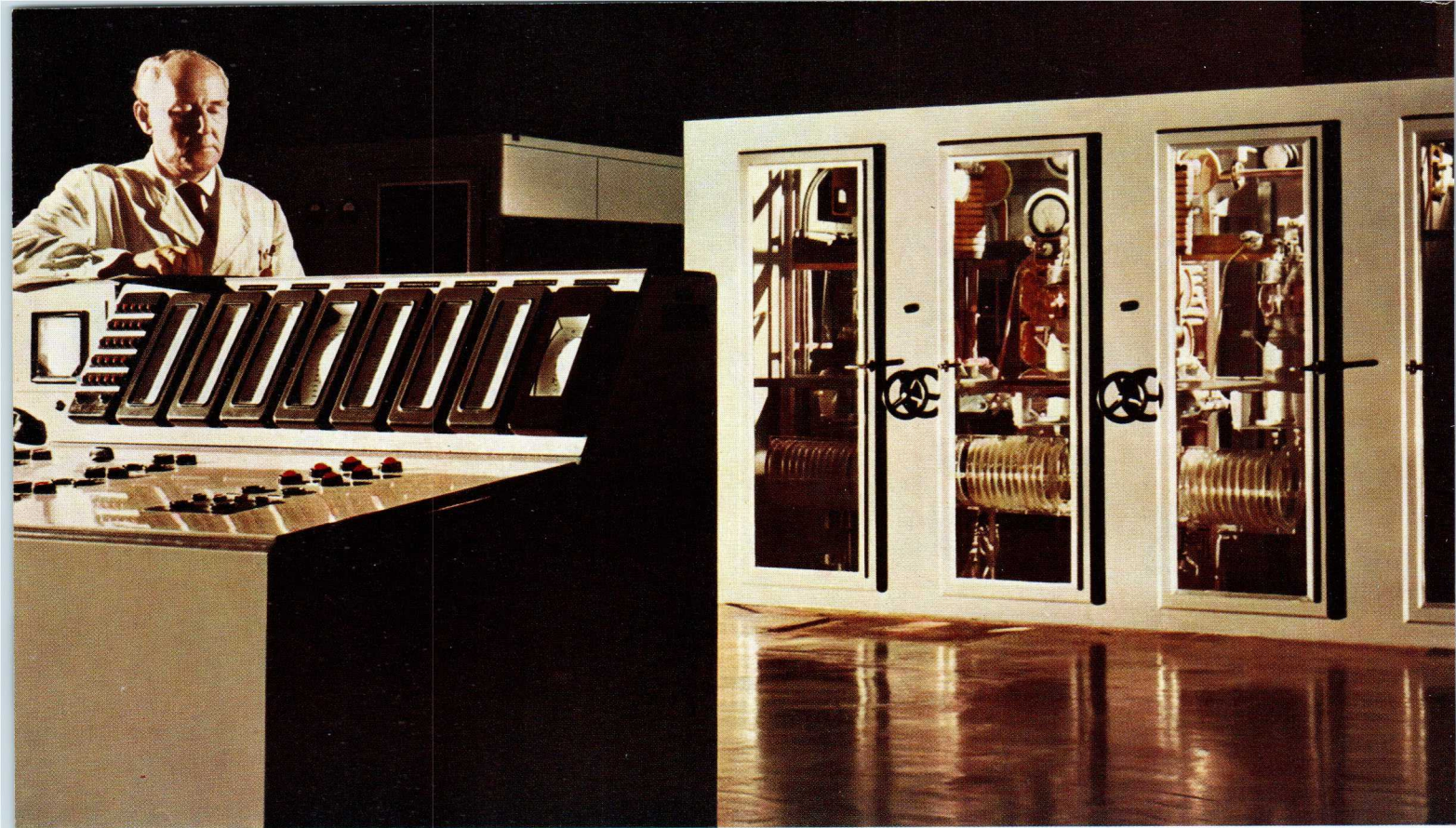


Vakuumschalter (2 kVA)



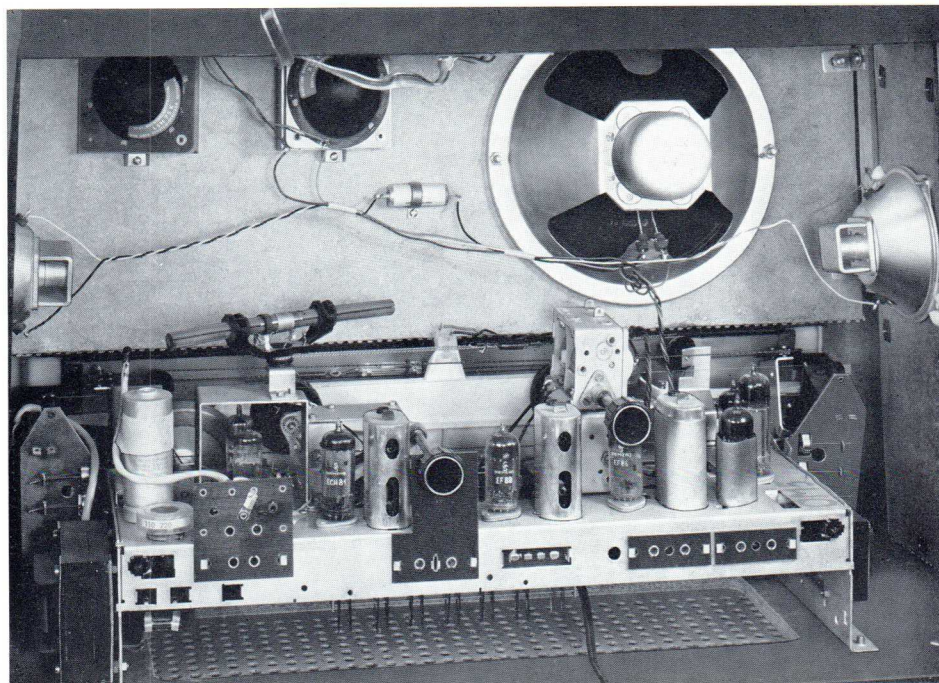
So werden
SIEMENS-RÖHREN
angewendet





Einer der größten Mittelwellensender des Bayerischen Rundfunks
(Endstufe mit RS 1041 W ausgerüstet)

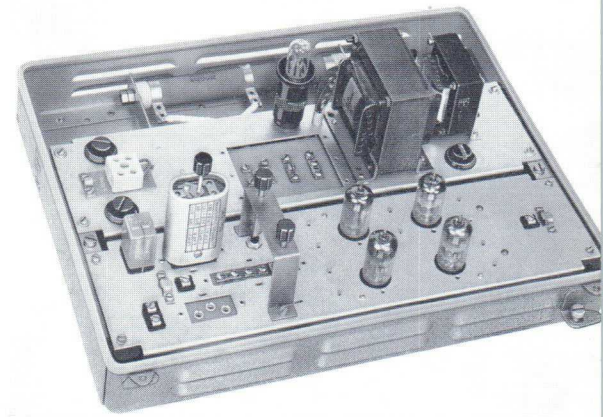
Inneres eines Heimempfängers



Worte und Klänge,
weitergereicht an Millionen

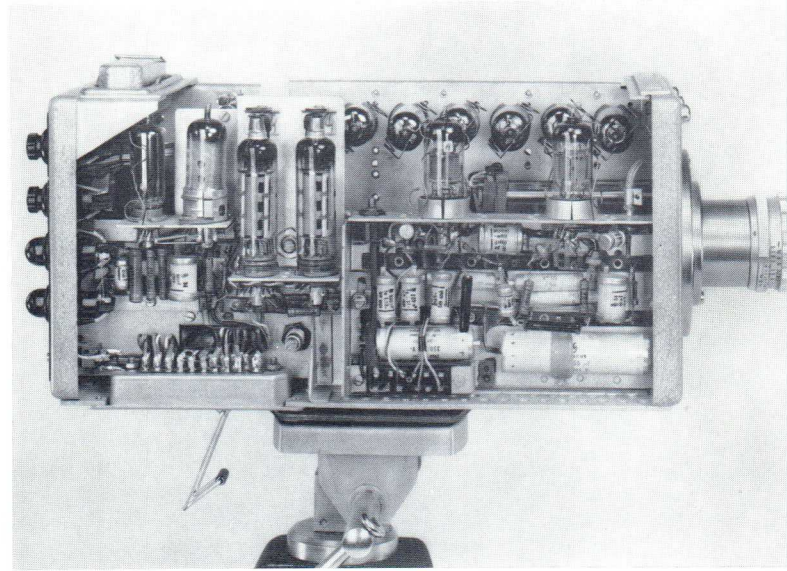
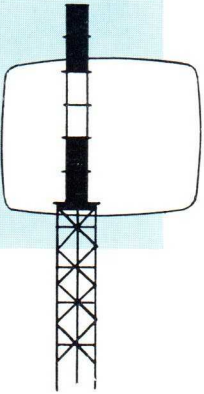


Schiffsgemeinschaftsantenne
für den Rundfunkempfang



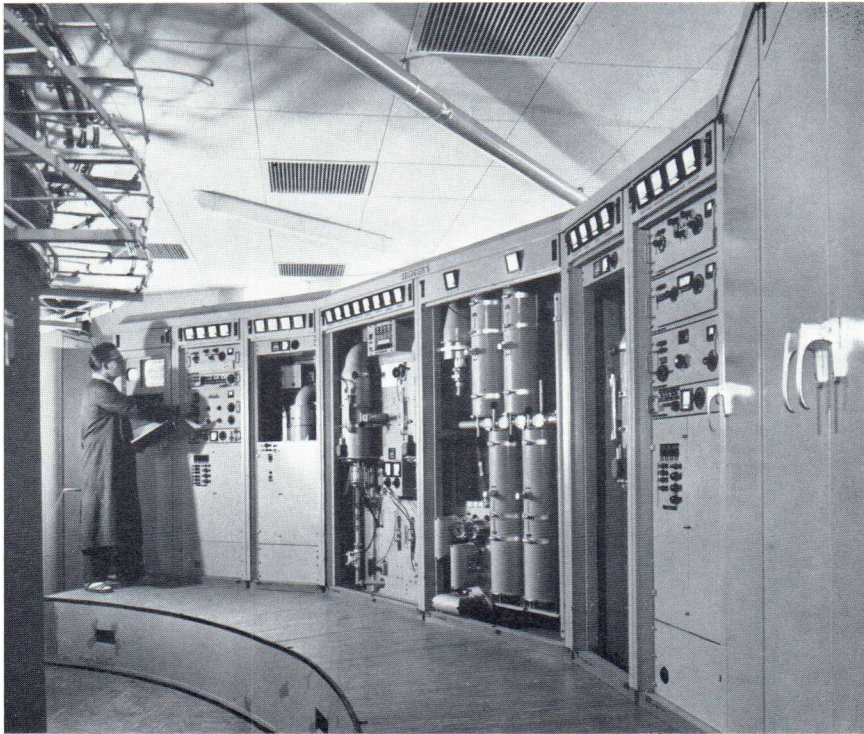
Chassis des zugehörigen, mit Spezialröhren
bestückten Antennenverstärkers

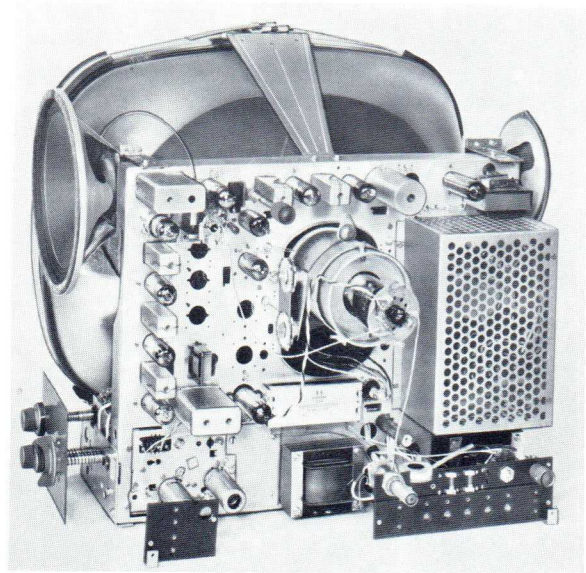
Zuschauer sein
im Brennpunkt des Geschehens



Innenansicht einer Fernsehkamera –
auch hier eine Vielzahl von Röhren

Fernsehsender (20/4 kW) für die Frequenzbänder IV/V,
mit Siemens-Keramik-Tetroden ausgerüstet

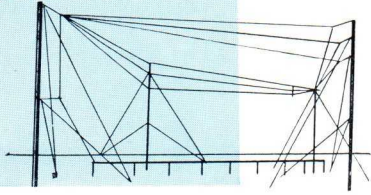




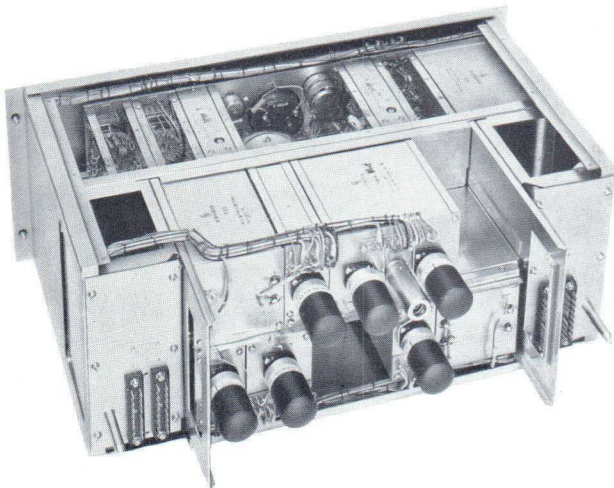
Rückansicht eines Fernsehers

Zentrale Verkehrsregelung in der Großstadt
mit Hilfe des Fernsehbildes

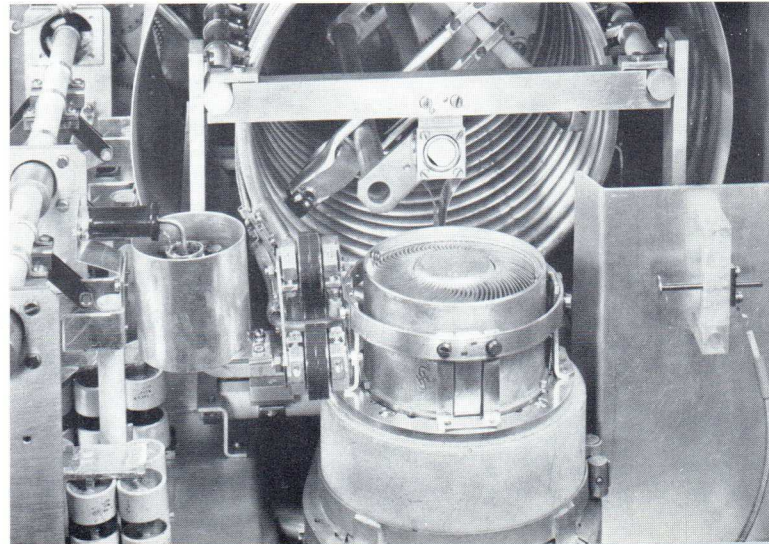




Seitenbandumsetzer dieses Senders
mit Spezialröhren C3m



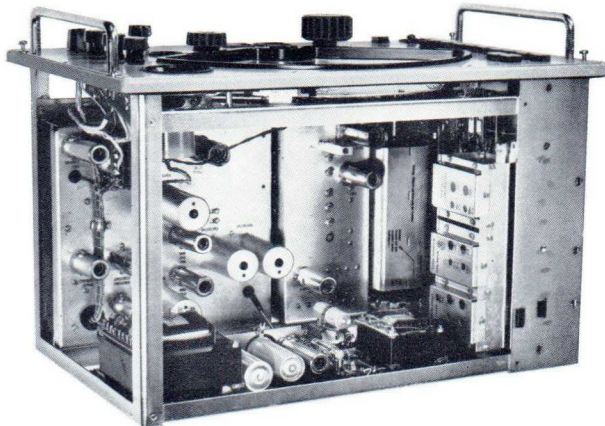
Zugehörige 5-kW-Vorstufe,
bestückt mit der Röhre RS 1012 L

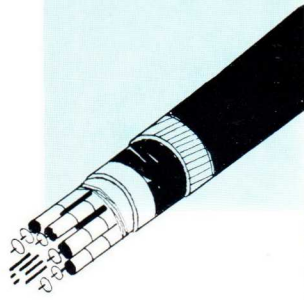




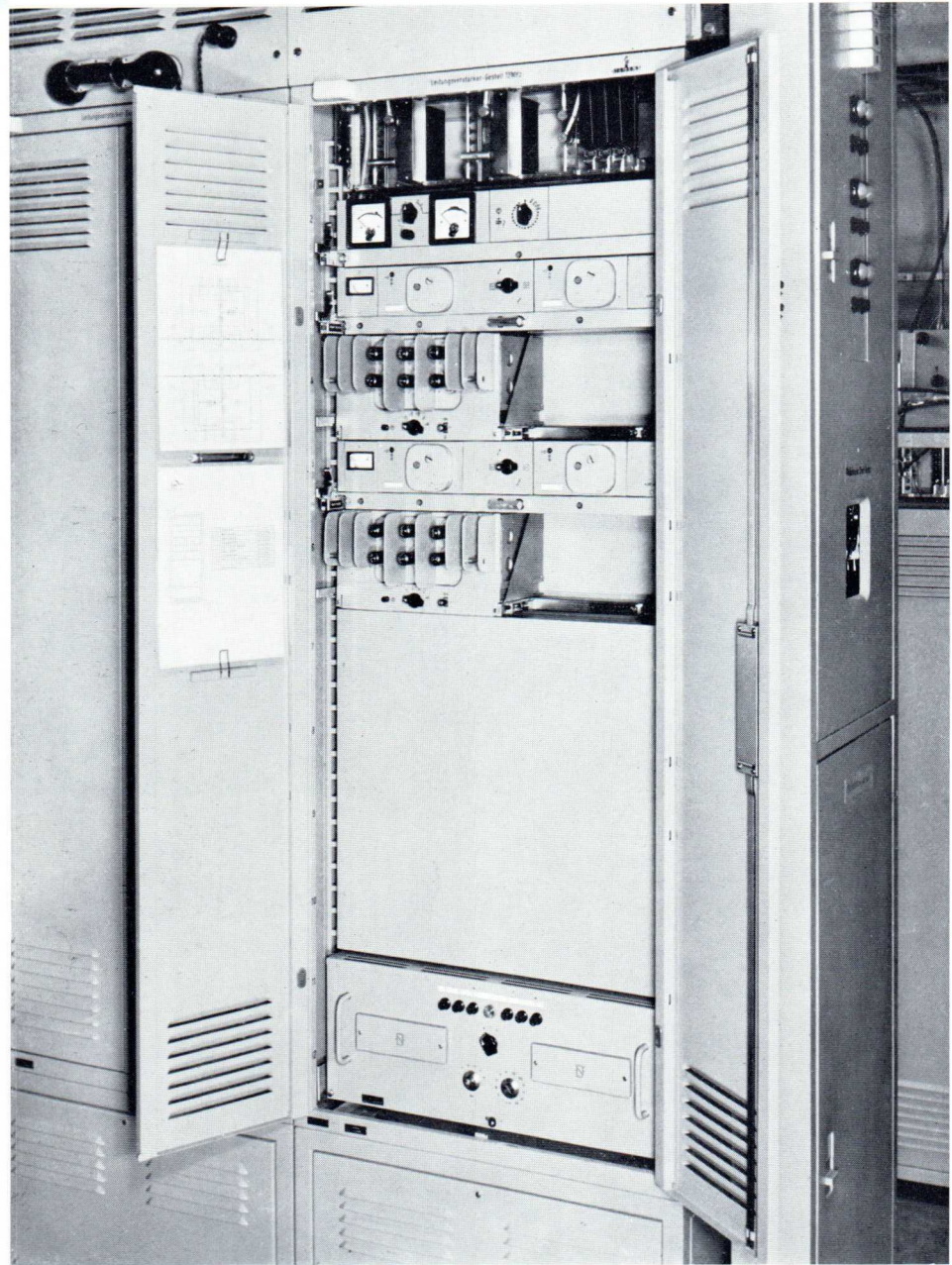
Allwellenempfänger
in der Funkkabine
eines Überseeschiffes

Inneres dieses mit 17 Röhren bestückten Empfängers



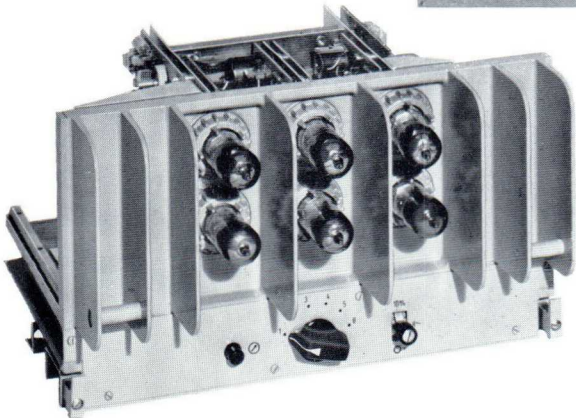


Tausende von Gesprächen gleichzeitig auf wenigen Leitungen –
Breitbandröhren



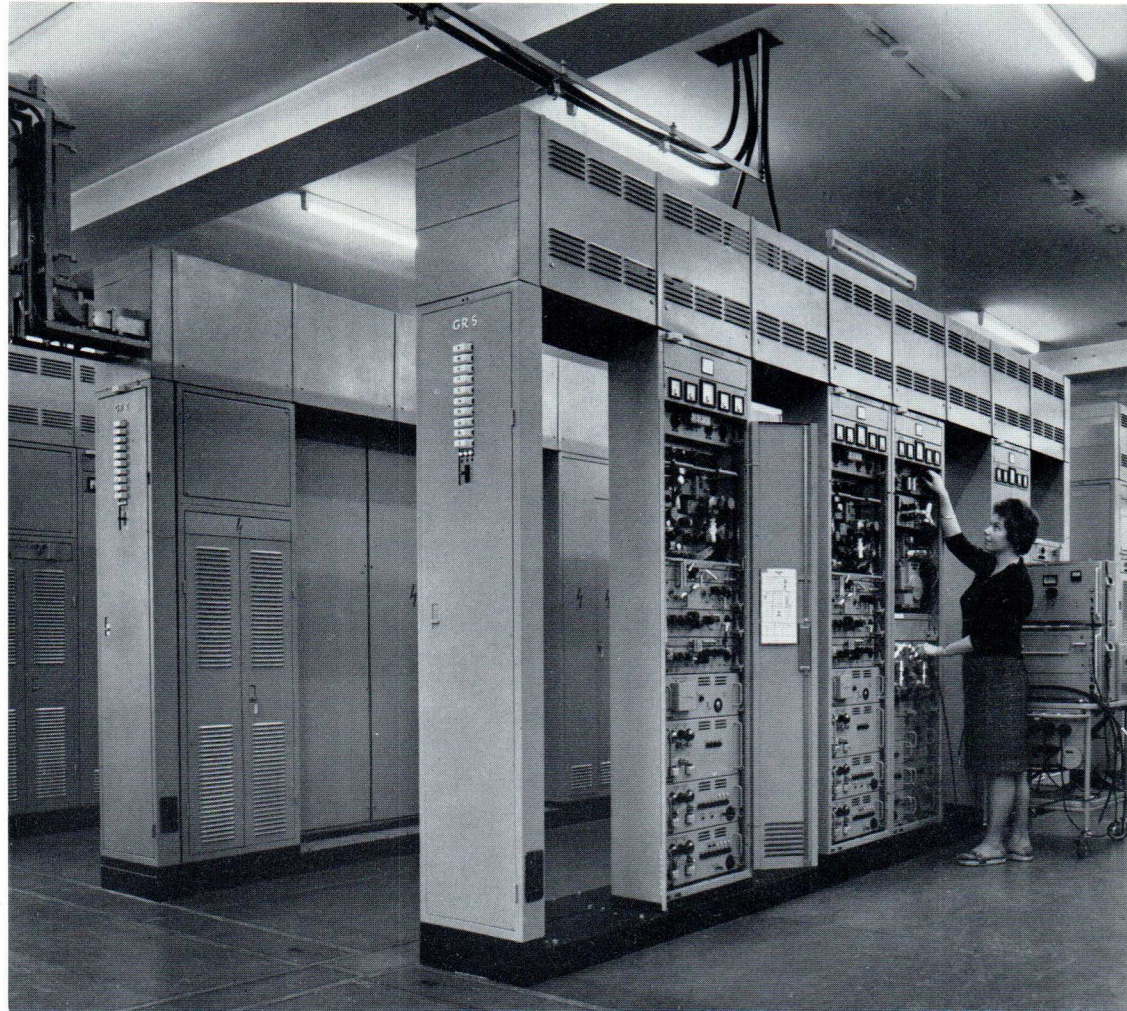
Gestell eines Leitungsverstärkers
der Koaxialkabeltechnik

Im übertragenen, 12 MHz breiten Band
liegen entweder 2700 Fernsprechanäle
oder 1200 Fernsprechanäle
und ein Fernsehkanal

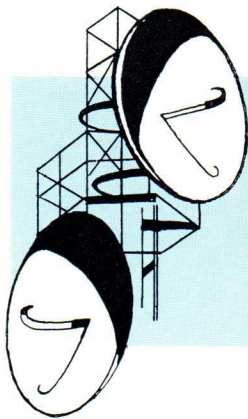


Jede Stufe des 3stufigen Verstärkers arbeitet zum Zweck erhöhter Betriebssicherheit
mit 2 Breitbandpentoden vom Typ D3a

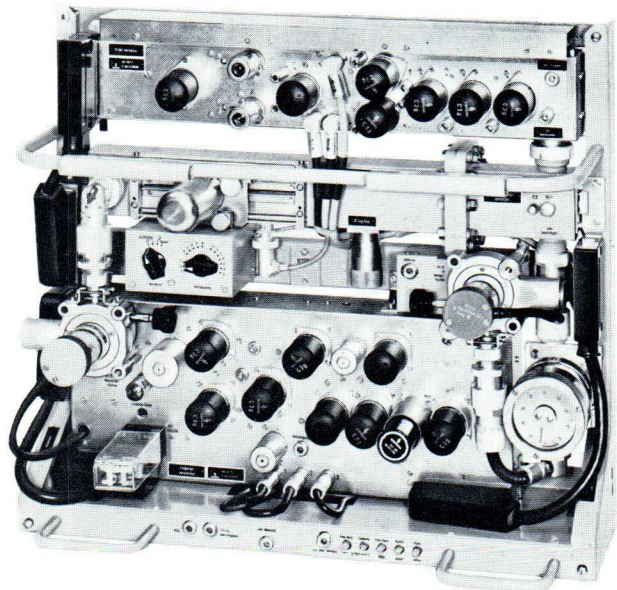
Richtfunk-Endstelle.
Breitband-Richtfunksysteme
senden und empfangen
mit Zentimeter-Wellen
und verwenden in der Endstufe
des Senders Wanderfeldröhren



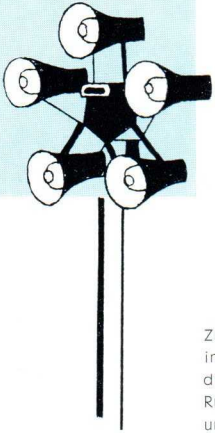
Breitband-Richtfunk,
das »drahtlose Kabel«
mit Höchstfrequenz-
röhren



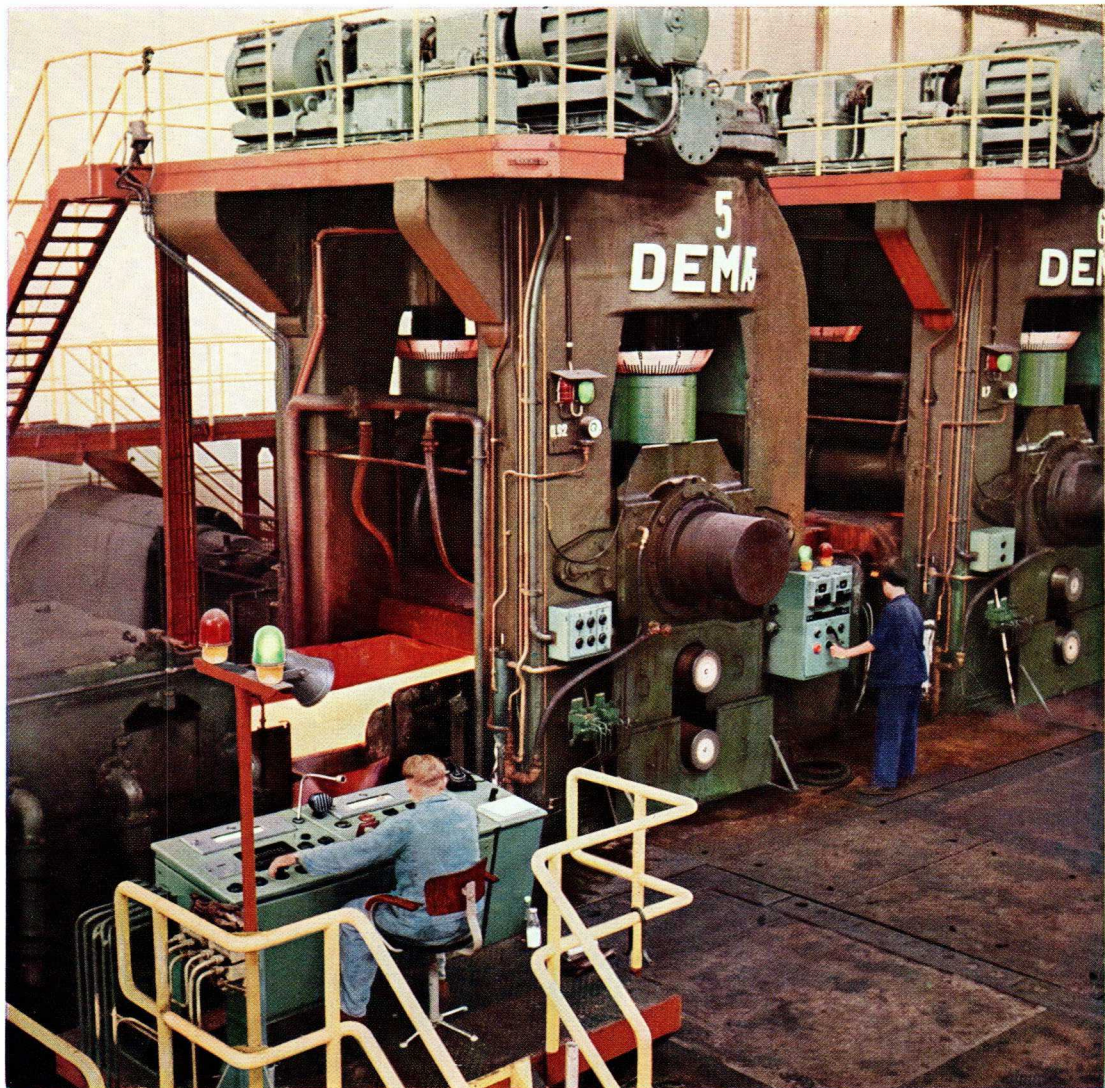
Modulatorteil einer Richtfunkanlage, bestückt mit zwei Reflex-
klystrons RK 25 und mehreren Weitverkehrsröhren C3g

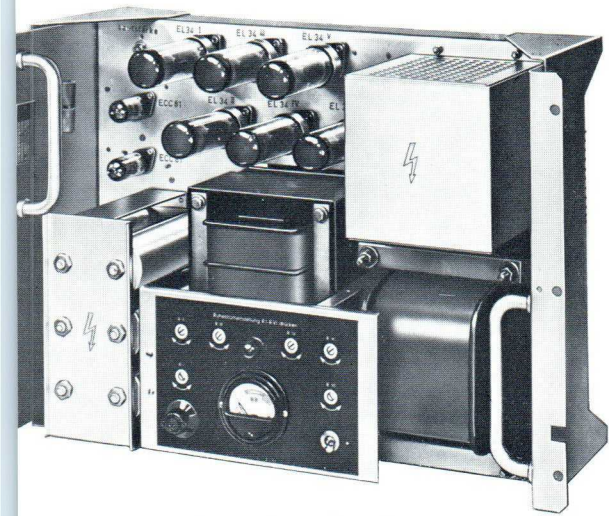


Sprache und Musik verstärken, mischen, verteilen



Zur zuverlässigen Durchgabe von Anweisungen
in geräuscherfüllten Industriebetrieben
dienen Verstärkeranlagen:
Rufverbindung zwischen Steuerständen
und Zentrale einer Walzenstraße





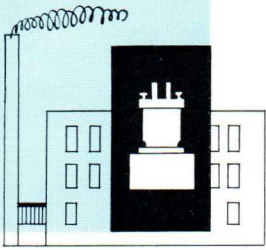
Endverstärker, 250 W (Eladyn)

Verstärker- und Verteilerzentrale
für mehrere Rundfunkprogramme
in der Empfangshalle eines Hotels



Ein Bild- und Tonregieraum in einem Fernsehstudio.
Allein das Tonmischpult enthält 52 Röhren



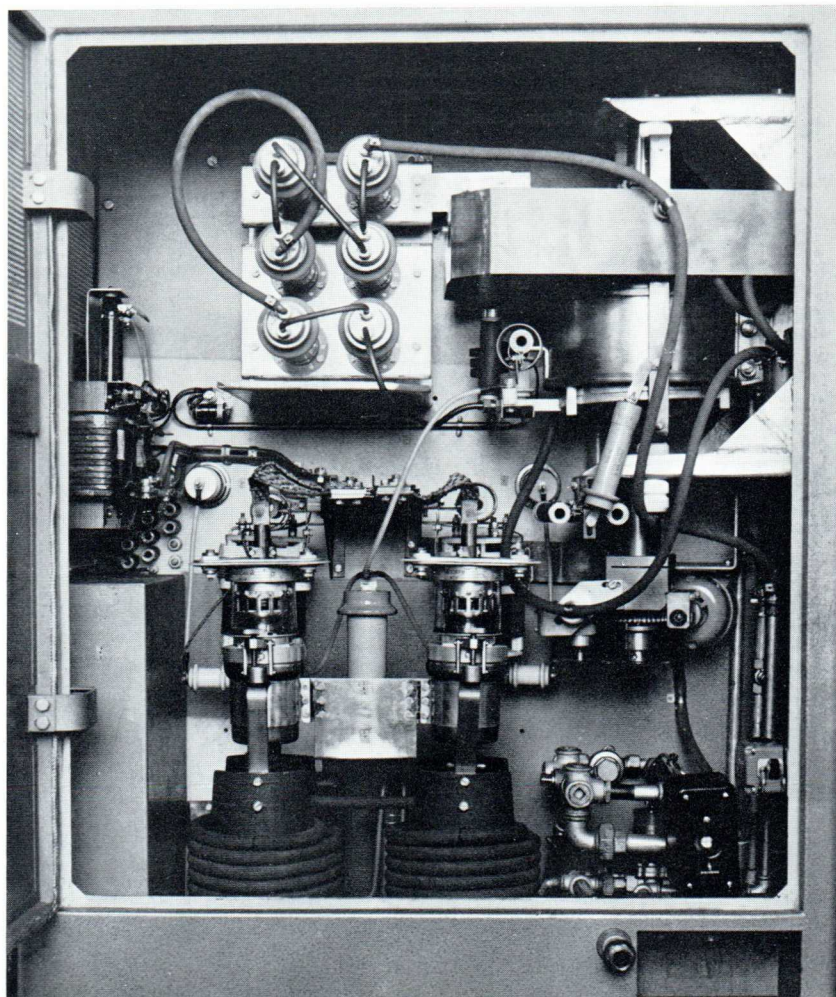


Härten, Löten und Leimen,
erleichtert
durch Generatorröhren

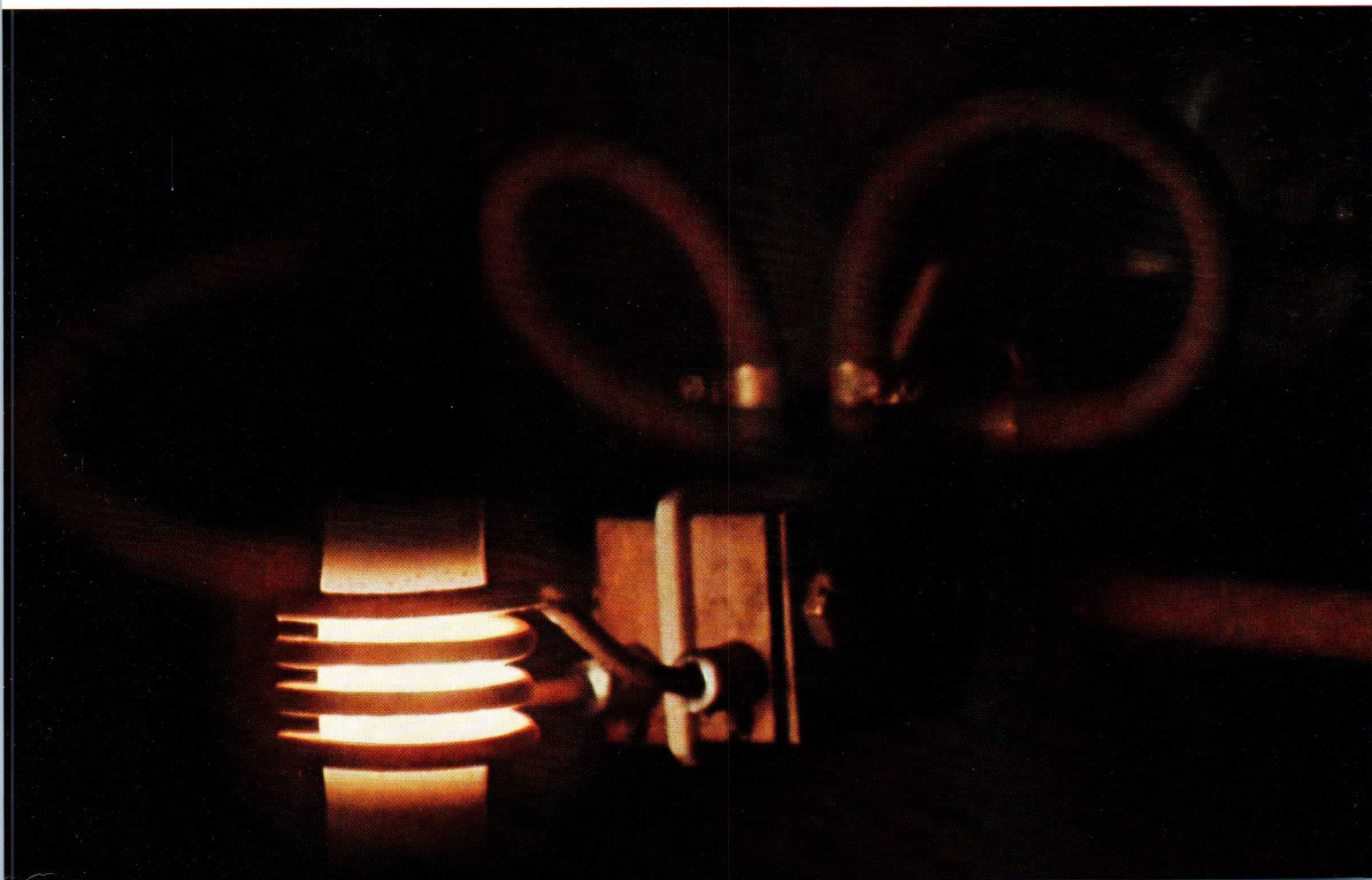


Vertikal-Härtemaschine in einem Werk der Automobilindustrie

Die zum Glühen notwendige Hochfrequenzleistung liefert ein 12-kW-Generator,
der mit zwei Röhren RS 1061 W im Parallelbetrieb arbeitet. Blick auf den Hochfrequenzteil

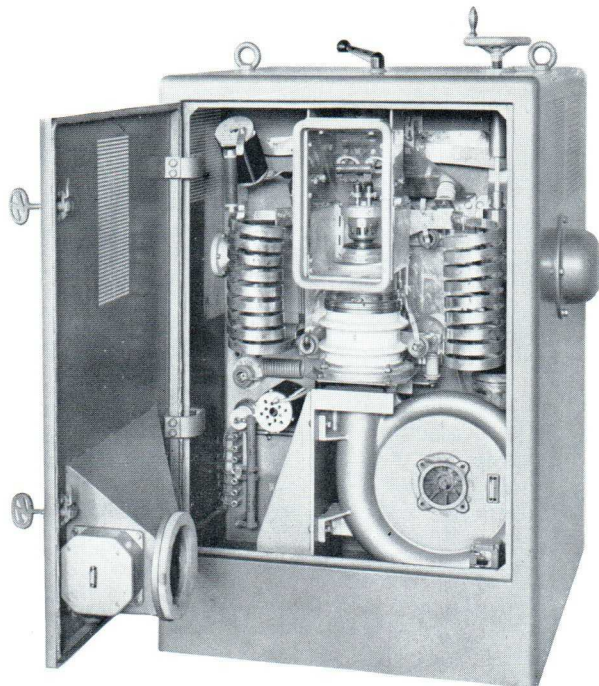


Hochfrequente, durch eine Spule induzierte Ströme
bringen das eingesetzte Werkstück zum Glühen





Hartlöten von Kontakten in Drehtellerautomaten, die von 5-kW-HF-Generatoren gespeist werden.

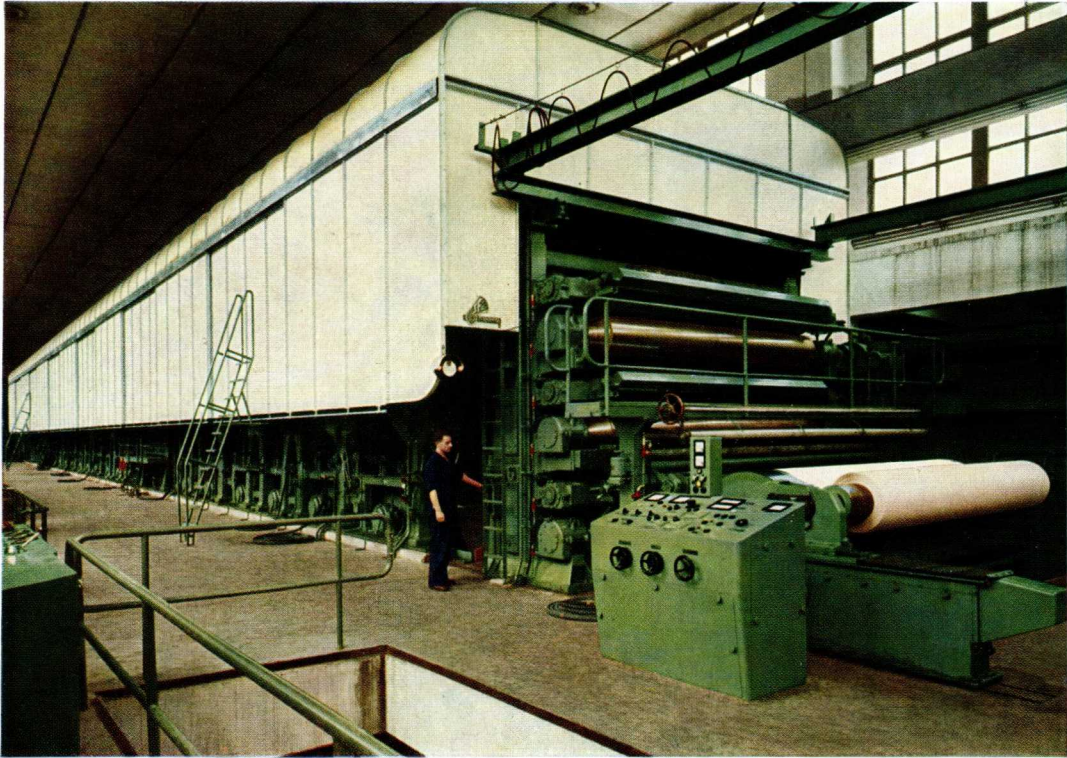
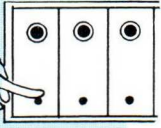


Hochfrequenzteil eines 6-kW-Generators für die Holzverleimung.
Die HF-Energie wird in diesem Fall kapazitiv auf das zu erwärmende Gut übertragen

Auch kleinere Betriebe, wie diese Ski-Fabrik, bedienen sich bereits neuzeitlicher,
mit Hochfrequenz arbeitender Gerätepressen.
Im Hintergrund der HF-Generator, der mit 2 Röhren RS 1016
und mit 2 Gleichrichterröhren Gie 15000/1/4 bestückt ist

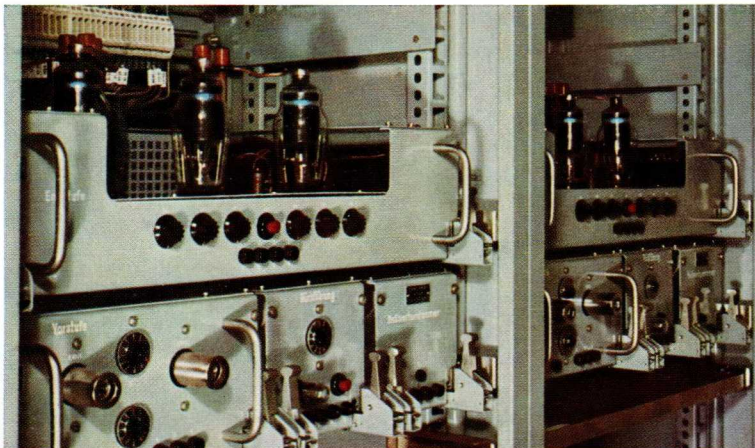


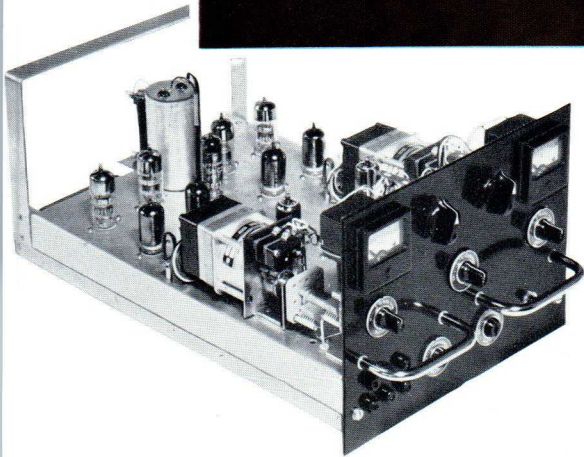
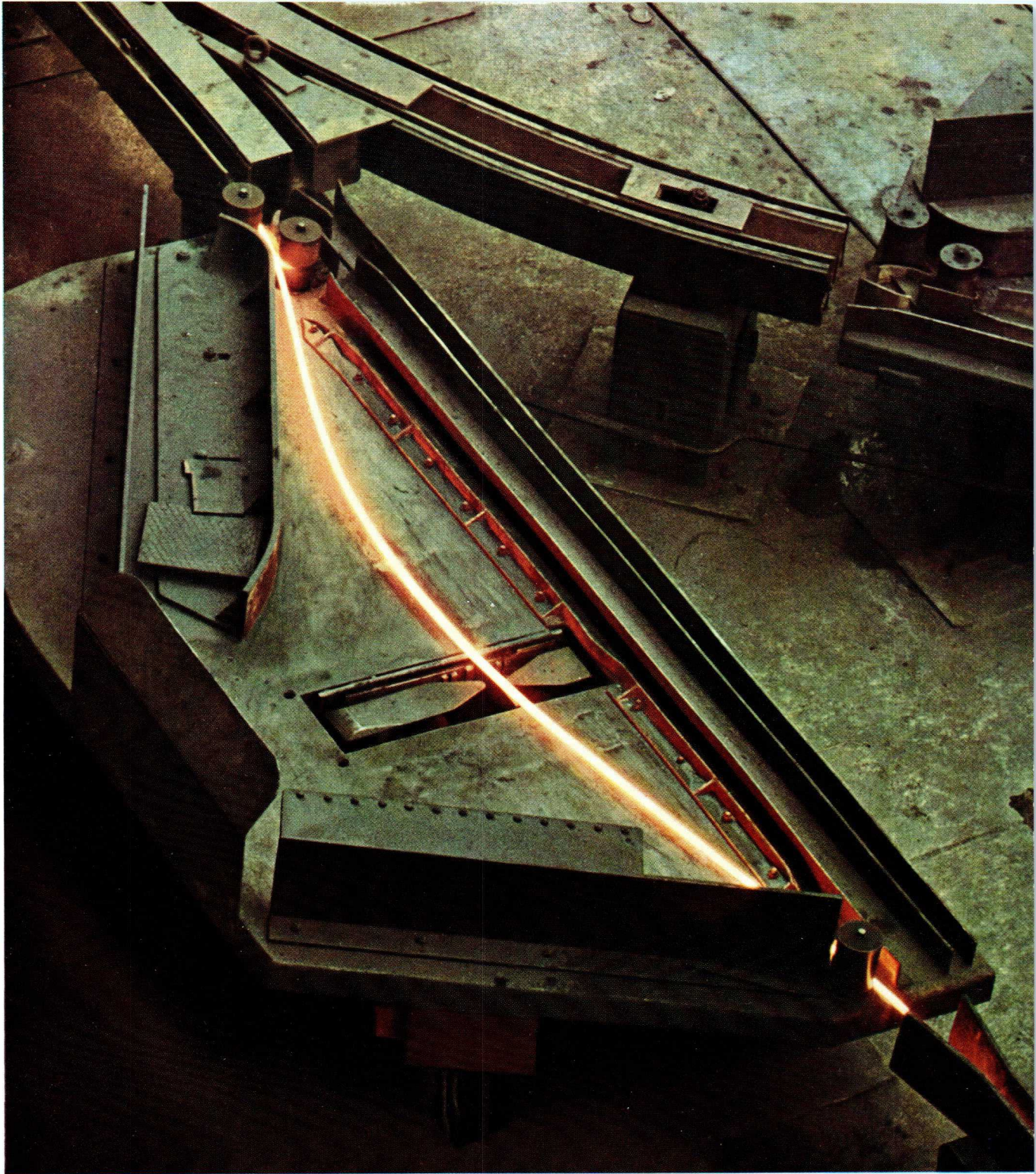
Elektronenröhren – Helfer bei der Regelung und Automation



Bei neuzeitlichen Papiermaschinen müssen 17 Teilantriebe in relativem Gleichlauf gehalten werden. Das geschieht, wie beim TACHOTRON-System der Siemens-Schuckertwerke AG, mit Hilfe einer elektronischen Regelung

Elektronische Regler und Drehzahl-Meßumformer
für zwei Teilantriebe





Kapazitive Schlingenregelung:

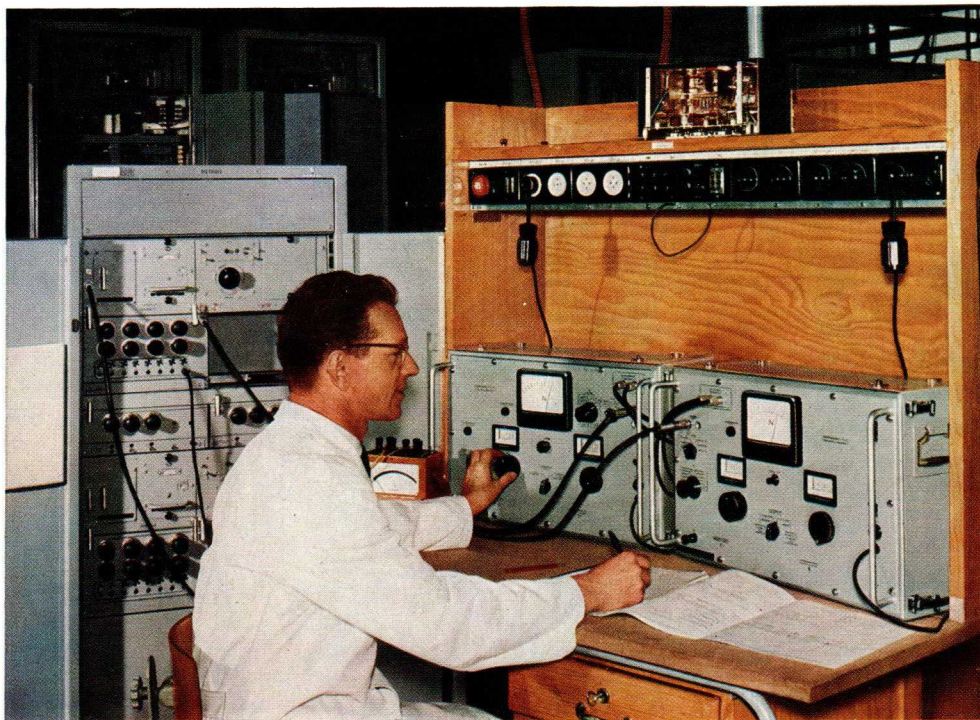
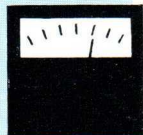
Bei modernen kontinuierlichen Walzenstraßen wird das Walzgut, um unerwünschte Zugbeanspruchungen zu vermeiden, zwischen den Walzgerüsten in einer Schlinge geführt. Deren momentane Lage wird kapazitiv abgetastet.

Abweichungen von der Solllage werden durch eine hochfrequente Meßeinrichtung erfaßt und in Regelspannungen für die Walzmotoren umgewandelt



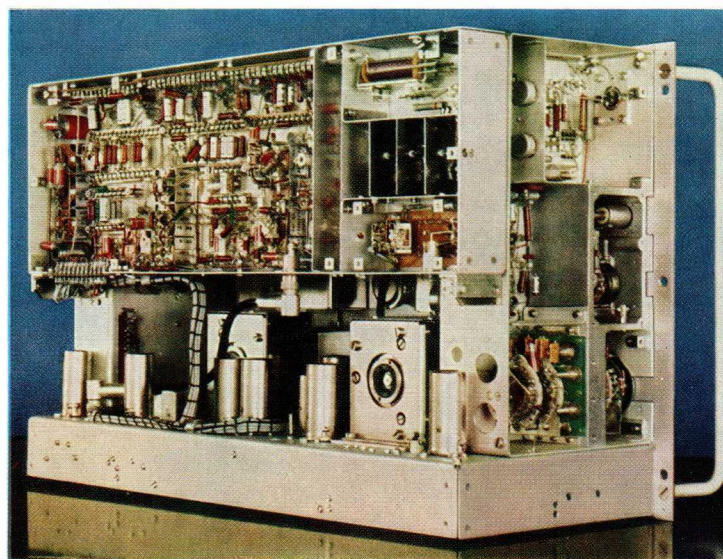
Hochfrequenzteil der kapazitiven Schlingenregelung.

Auch hier bilden Elektronenröhren das Herz der Schaltung

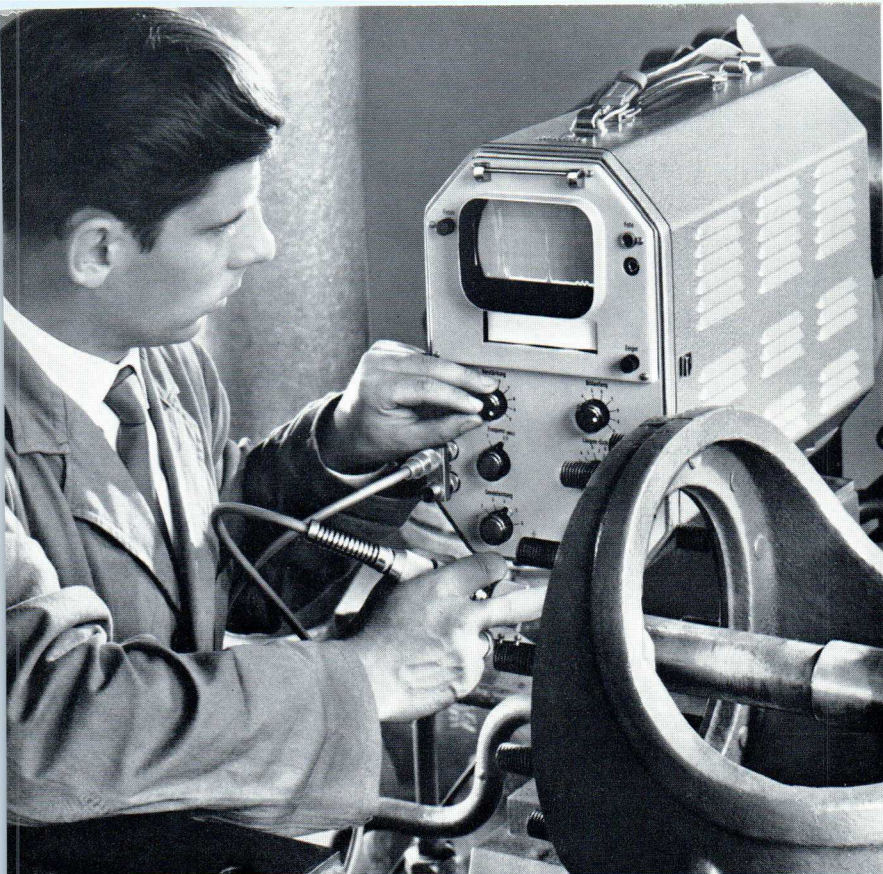


Messungen an einem Fernseh-Verstärkergestell für unbemannte Zwischenämter mit Hilfe neuzeitlicher Pegelmeßgeräte

Die Meßtechnik macht von Elektronenröhren vor allem dort Gebrauch, wo hohe Meßempfindlichkeit verlangt wird. Deshalb sind nicht nur die Nachrichtenanlagen, sondern auch die zu ihrer Überprüfung und Überwachung bestimmten Meßgeräte meist mit zahlreichen Röhren bestückt. Z. B. enthalten der oben abgebildete Pegelsender und der dazugehörige Pegelmesser zusammen 46 Röhren. Dabei handelt es sich um Spezialröhren für höchste Ansprüche, da Meßgeräte so genau sein müssen, daß sich mit ihnen auch die Toleranzen der Meßobjekte genau erfassen lassen

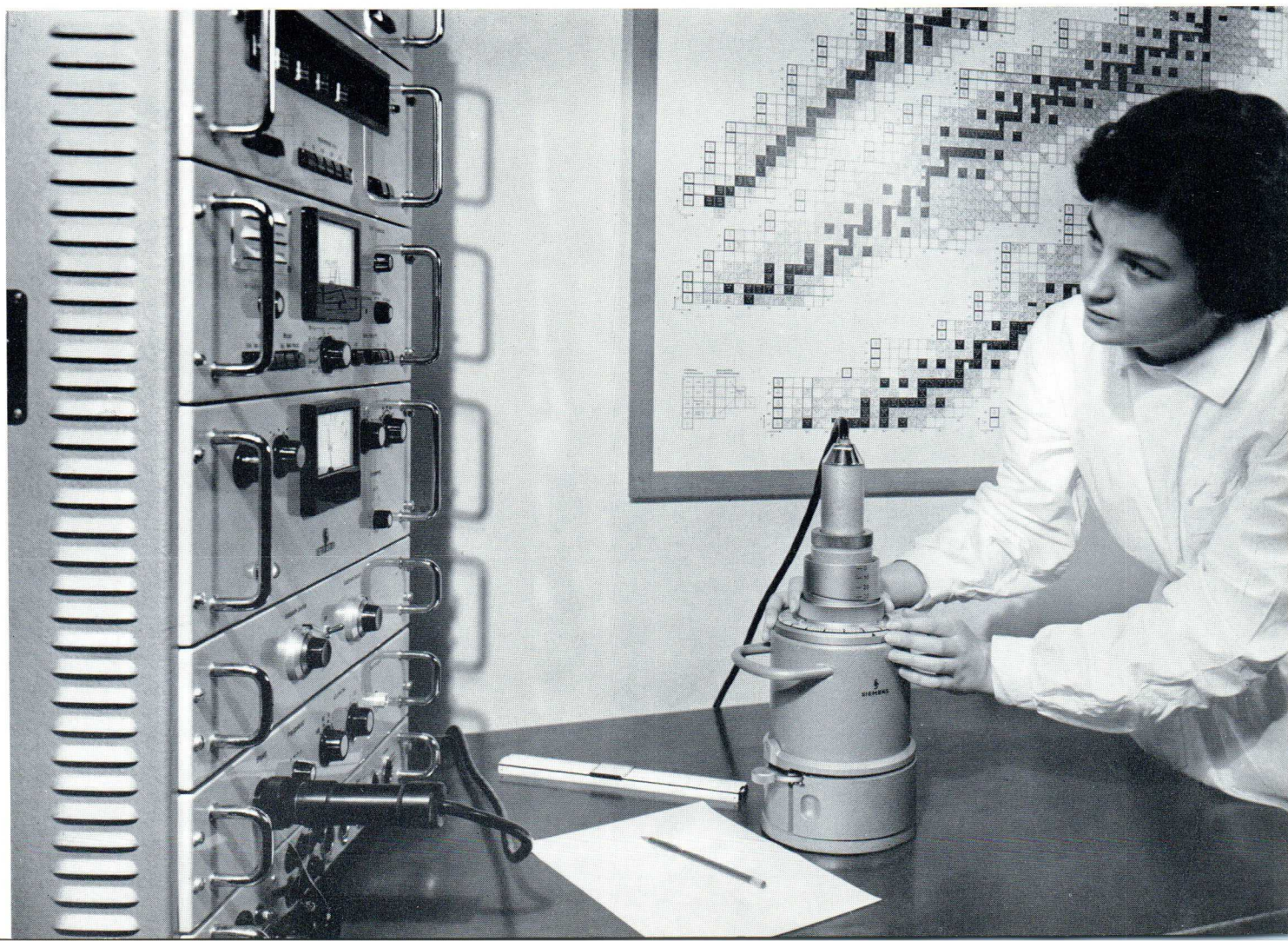


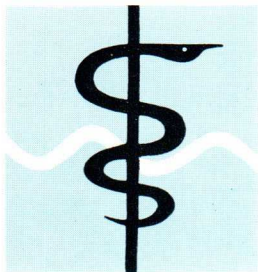
Innenaufbau des Pegelmessers



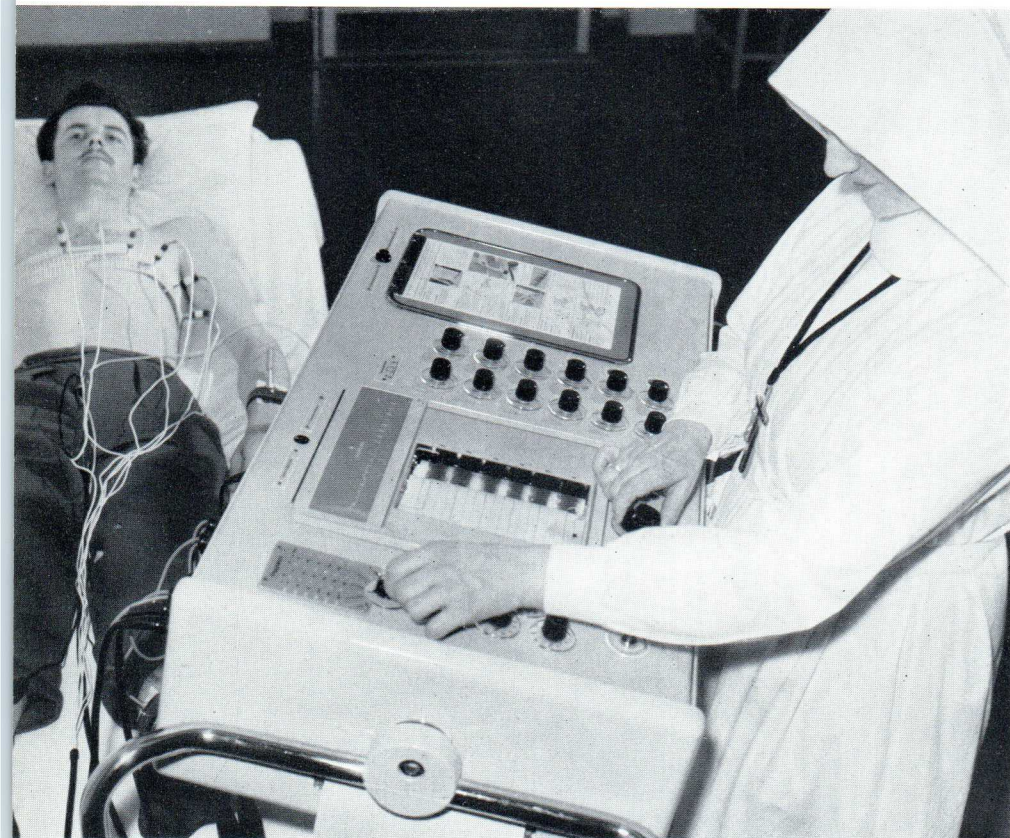
Zerstörungsfreie Materialprüfung mit Ultraschall: Lunker, Poren und Risse – hier im Bild in der Welle einer Pumpe – erzeugen bei Bestrahlung mit Ultraschall Echos, die auf dem Bildschirm einer Braunschen Röhre als Zacken angezeigt werden. Auch hier findet die Elektronenröhre, sei es im Impulssender, Kippgenerator oder Verstärker des Gerätes, vielseitige Anwendung

Strahlungsmeßgerät mit Geiger-Müller-Zählrohr für Untersuchungen auf dem Gebiet der Kernphysik

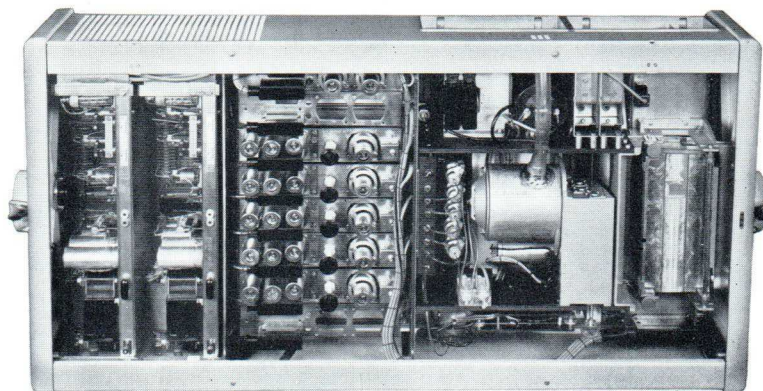




Erkennen und heilen



Zur Überwachung kreislaufgefährdeter Patienten dient das Cardirex-Gerät der Siemens-Reiniger-Werke AG, das die Herzaktionsströme und den Herzschall aufzeichnet. Elektronenröhren verstärken die feinen, vom Patienten abgenommenen Ströme soweit, daß sie ein Schreibwerk steuern können

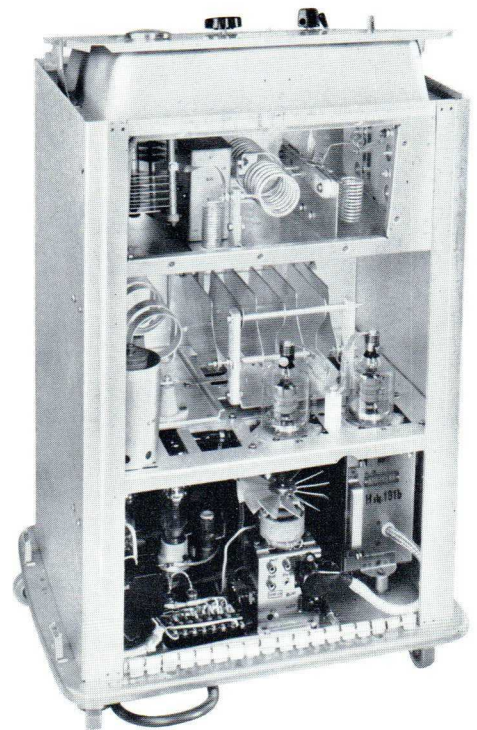


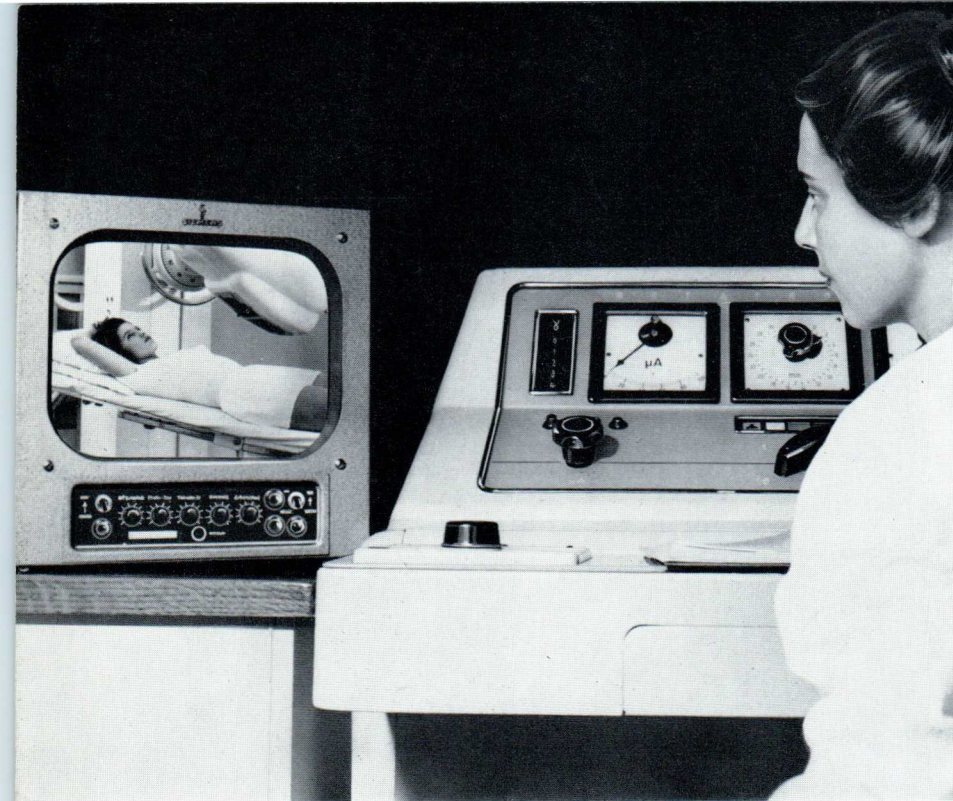
Innenansicht des Cardirex-Gerätes



Ultrakurzwellenbehandlung mit dem Siemens-Ultratherm
(z. B. bei Durchblutungsstörungen)

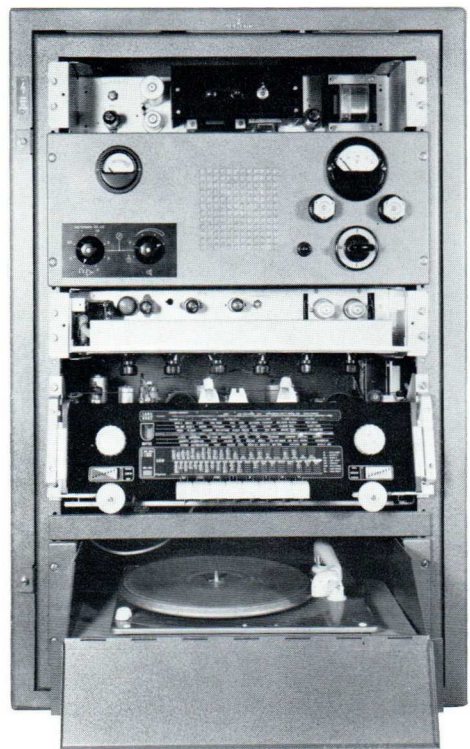
Ein Generator
mit zwei strahlungsgekühlten Sendetrioden
liefert die für die Heilung notwendige
Hochfrequenzenergie



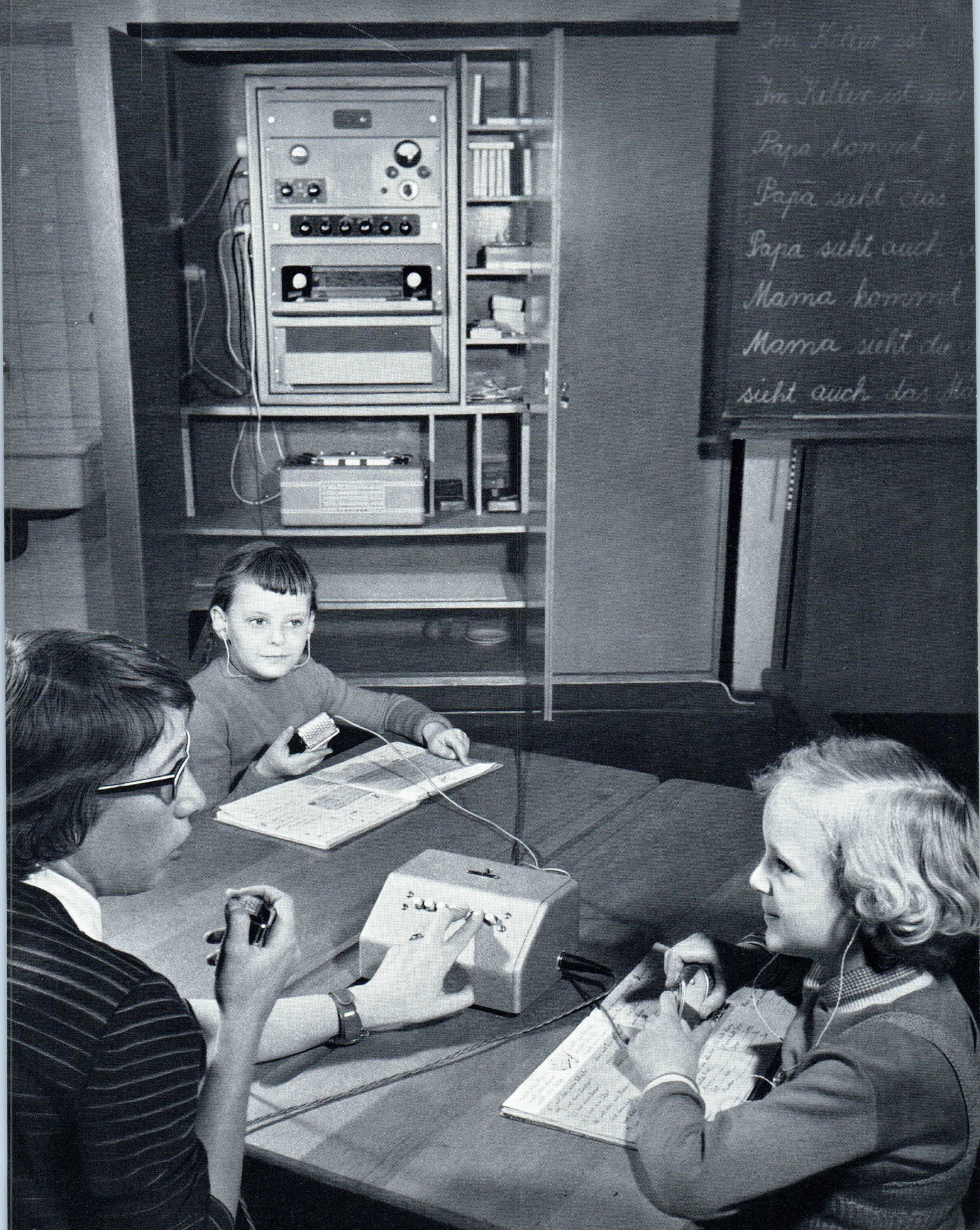


Bei der Behandlung mit ultraharten Röntgenstrahlen, wie sie mit dem Siemens-Betatron erzeugt werden, überbrücken Elektronenröhren die strahlengefährdete Zone in doppelter Richtung: Vom Schalttisch der Ärztin (in einem Nebenraum) gehen Steuerimpulse zum Bestrahlungsgerät; umgekehrt gelangen vom Patienten Bildimpulse einer Aufnahmekamera zu einem Fernseher bei der Ärztin, mit dem sie die kranke Person während der Bestrahlung beobachtet

Erlebnis des ersten Hörens und Sprechens – ein Bild, das auch entschiedene Gegner unserer heute so viel geschmähten Technik versöhnlich stimmen muß. – Gehörgeschädigte Kinder lernen hören und sprechen. Dies Wunder gelingt mit einer Anlage, bei der die vom Mikrophon abgegebenen Sprechströme über eine Verstärkerzentrale induktiv auf die individuellen Hörgeräte übertragen werden. Röhren in der Verstärkerzentrale, Transistoren in den Hörgeräten – gleichzeitig ein Beispiel für das sinnvolle Zusammenspiel konventioneller und neuer Bauelemente.



Inneres der Zentrale mit Verstärker, Rundfunkempfänger und Plattenspieler



Im Keller ist
Im Keller ist auch
Papa kommt
Papa sieht das
Papa sieht auch
Mama kommt
Mama sieht die
sieht auch das

Bestell-Nr. 1-6200-001

Printed in Germany

46115. R6.

