

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 7 (1952)
Heft: 4

Artikel: Moderne Rundfunkröhren : wie eine Allglasröhre entsteht
Autor: Weihmann, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-653820>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Moderne Rundfunkröhren

Wie eine Allglasröhre entsteht

Von Dipl.-Ing. G. Weihmann

DK 621.385.1 : 621.396.694

Die Arbeit des Technikers, vor allem die des Konstrukteurs und Erfinders, besteht, wenn man sie einmal ihrem Wesen nach verallgemeinert, in einem fortwährenden Suchen nach dem „Ei des Kolumbus“. Immer wieder muß er mit kritischen Augen die Dinge seiner Welt sehen, muß er nach Neuem und Besserem suchen, muß er so recht eigentlich ein ewig Unzufriedener sein. Ob er dabei mit dem fast kleinlich anmutenden Fleiß einer Biene Stück auf Stück zum großen Werke fügt, oder ob er mit einem jener so überaus seltenen wirklich großen Geistesblitze das Ziel in einem genialen Wurf erreicht — immer ist es erst die schonungslose Kritik am Bestehenden, die ihm den Weg zu Besserem weist. Vorurteilslose Kritik und radikale Abkehr von Tradition und Gewohnheit — welche wirklich bemerkenswerte Erfindung hätte ohne sie gemacht werden können? In den letzten Jahren haben wir in der Erfindung der Allglasröhre wieder einmal ein treffliches Beispiel dafür erlebt, ein scheinbar nur kleines Beispiel zwar, aber doch ein recht bedeutsames — ein Ei des Kolumbus ganz im Sinne dieses Wortspiels.

Jahre-, nein: jahrzehntelang litt die Rundfunkröhre unter ihrer traditionellen Herkunft. Sie wurde geboren als ein Abkömmling der Glühbirne, und in all ihren „Erbfaktoren“ verriet sie diese Abstammung: In den ersten Jahren glühte sie mit einer Helligkeit, als sei die Beleuchtung

der menschlichen Behausungen ihr Daseinszweck; erst später gelang es, die energievergeudende Entfaltung von Licht und Hitze zu hemmen und statt dessen die nutzbare Elektronenausbeute zu steigern, deren Erzeugung und Lenkung ja die eigentliche Aufgabe der Elektronenröhre ist. Damit war zwar ihre Arbeitsweise rationalisiert worden, ihre organischen Bestandteile — fast möchte man sagen: ihre Gliedmaßen — blieben aber doch grundsätzlich die gleichen. Kathode, Anode und Gitter, die drei Grundelemente einer jeden Rundfunkröhre, waren auf einem gläsernen „Quetschfuß“ montiert, in den kupferne Drähte, sogenannte Durchföhrungselektroden, eingequetscht waren. Stützstäbe, Halbleche und Distanzscheiben sorgten dafür, daß sich die elektrischen Elemente gegenseitig nicht beröhrten. Die Durchföhrungselektroden stellten den „Kontakt mit der Außenwelt“ her: sie waren im Inneren des luftleer gepumpten Glaskolbens in bestimmter Anordnung mit den Kathoden, den Anoden und den verschiedenen Gittern verbunden, liefen außerhalb des Kolbens zunächst durch den Kunstharzsockel und mündeten dann in die Kontaktstifte, mit denen die Röhre in ihre Fassung im Radioapparat gesteckt wurde, oder — später — in seitlich flach herausgeföhrte Kontakt n o c k e n, die beim Einstecken in die Fassung in entsprechende Nuten eingriffen. Weil die gesamte, zuvor fertig montierte Inneneinrichtung der Röhre, die „Armatur“, auf dem Quetschfuß aufgebaut war, nannte man derartige Röhren „Quetschfußröhren“. Jede gewöhnliche Glühbirne enthält einen solchen Quetschfuß — die alte Rundfunkröhre kann ihre Abstammung nicht verleugnen! Es ist wie mit dem Automobil, dem es ja auch recht schwer fällt zu verbergen, daß sein Urahn eine Pferdekutsche war.

Was die Rundfunkröhre anlangt, so machte sie kurz vor Beginn des letzten Krieges ihre entscheidende Metamorphose durch: damals wurde aus der Quetschfuß- die Allglasröhre. Die

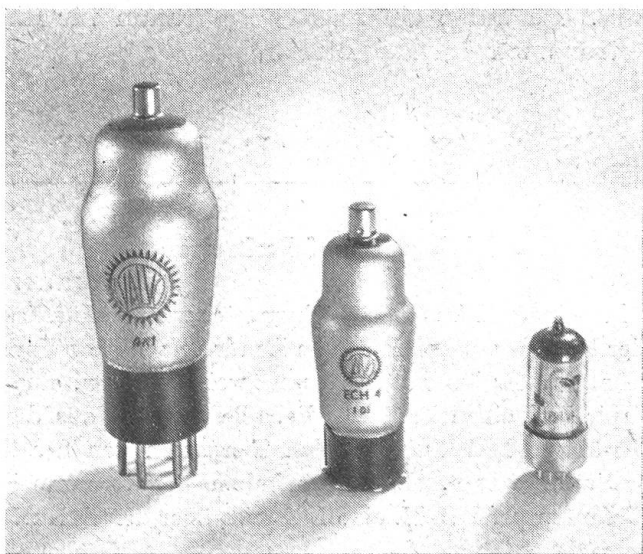


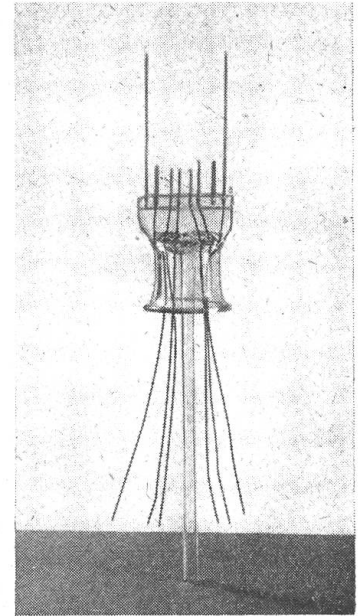
Abb. 1. Auch in der Rundfunktechnik geht man den Weg vom Großen zum Kleinen: links eine ältere Stiftsockelröhre, in der Mitte eine Außenkontaktsöckelröhre, rechts eine moderne Rimlockröhre

Idee dieses Röhrentyps ist so einfach, der Grundgedanke so primitiv, daß man sich wundern möchte, warum man denn nicht schon lange zuvor darauf gekommen ist. Aber das gehört zum Charakter jeder großen Erfindung: daß man hinterher glaubt, sie a u c h hätte machen zu können.

Die entscheidende Neuerung an der Allglas-Röhre liegt darin, daß bei ihr Quetschfuß, Haltedrähte, Durchführungselektroden und Stecksockel in einem Bauelement vereinigt sind. Dieses Bauelement ist der Preßteller. Seine Herstellung ist relativ einfach. Aus dem Materiallager werden lange gläserne Rohre herangebracht, die zuvor im Laboratorium sorgfältig auf ihre chemische Zusammensetzung geprüft worden sind; ist doch die Reinheit des Glases Voraussetzung für das einwandfreie Arbeiten und für eine lange Lebensdauer einer Elektronenröhre. Auf einer Spezialmaschine werden nun die Rohre in genau gleichlange Abschnitte geteilt. Unterdessen hat man auf anderen Maschinen von reichlich ein Millimeter starken sogenannten Kupfermanteldrähten oder auch Chromeisendrähnen, die ebenfalls im Labor überprüft worden sind, kurze Stifte abgeschnitten. Damit ist das Material für die Preßteller bereits beisammen. Dicht bei dicht liegen jetzt die Glasrohrstücke einzeln auf Preßmatrizen, jedes sieben bis neun aufrechtstehende, millimetergenau ausgerichtete Stifte umschließend. Die Matrizenreihe aber befindet sich in Bewegung und bringt die einzelnen Glasringe mit ihren Kontaktstiften in eine Gasflammenstraße: Wie beim Spießbrutenlaufen wandern sie durch die enge Gasse, an deren Ende das Glas bis zu heller Glut erhitzt ist. Und nun folgt der Arbeitsgang, dem das entstehende Teil den Namen „Preßteller“ verdankt. Durch einen Stempel wird nämlich das erweichte Glas zu einem flachen Teller ausgepreßt, wobei die acht Stifte, deren Ausdehnungskoeffizient dem des Glases freilich sehr genau angepaßt sein muß, mit eingequetscht werden. Nach einer erholenden Auslaufzeit ist dann der Preßteller fertig. Stück für Stück verläßt das Band, unaufhörlich werden neue Glasrohrstücke in die Flammenstraße gebracht, verlassen fertige Teller die Preßmaschine.

Und nun beginnt die Röhrenmontage. Wurde bislang bei der Quetschfußröhre die gesamte,

Abb. 2. Das ist der Quetschfuß, das Requisite aus dem Glühlampenbau, das bis in die letzten Jahre allein als Fundament der Rundfunkröhrediente. Haltestäbe, Kontaktstifte und Durchführungselektroden sind in das Glas eingequetscht. Der Quetschfuß balanciert in dieser Abbildung auf dem „Pumpstengel“



von feinfühligem Frauenhänden vorgefertigte Inneneinrichtung als Ganzes auf den Quetschfuß aufgesetzt und verschweißt, so wird bei der Allglas-Röhre das System direkt auf den Stiften des Preßtellers aufgebaut, die so nicht nur als Kontakte, sondern auch als Trag-

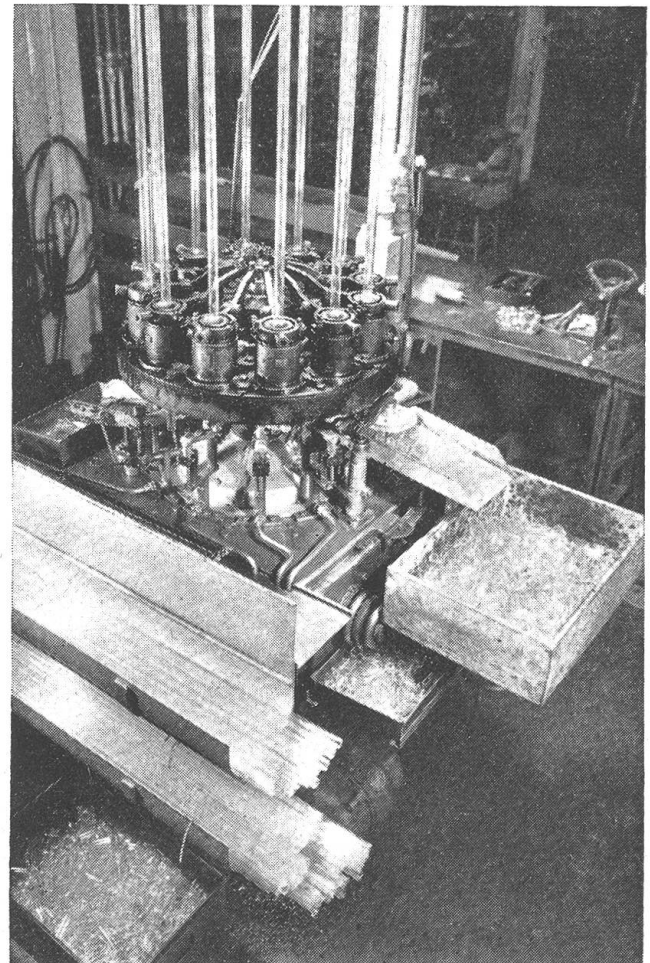


Abb. 3. Auf der Rohrabschneidemaschine werden kurze Stücke für die Preßteller und längere für die Glaskolben abgeschnitten.

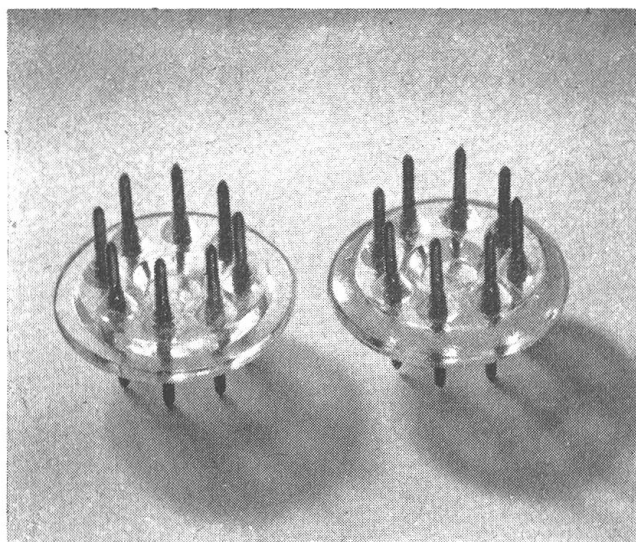


Abb. 4. So sieht der fertige Einheitspreßteller mit seinen acht Kontaktstiften aus

gerüst dienen. Da ist zunächst die Kathode, deren Aufgabe es — wie bei jeder Röhre — später sein wird, im erhitzten Zustand freie Elektrizitätspartikelchen, sogenannte Elektronen, auszuschleudern. Um diese Elektronenemission zu verbessern beziehungsweise sie schon bei den niedrigen Temperaturen von 750 bis 800 Grad Celsius in Gang zu bringen, umgibt man den aus Wolfram oder Nickel bestehenden Kathodenfaden mit einer pastenförmigen Emissions-

schicht. Tatsächlich hat, wie seinerzeit der Physiker *W e h n e l t* fand, eine solche Schicht nach einer im Laufe der Fertigung erfolgenden Oxydation eine wesentlich bessere Elektronenemissionsfähigkeit als der nackte Glühfaden. Die Kathode kann im übrigen direkt geheizt sein (dann ist die Paste unmittelbar auf sie aufgesprüht), oder auch indirekt (dann ist der Draht isoliert in ein Nickelröhrchen eingeschoben, auf das die Emissionsschicht aufgetragen ist). Alle Materialien der Kathode müssen bezüglich ihrer chemischen und elektrischen Eigenschaften höchsten Anforderungen genügen. Beispielsweise führt eine auch nur geringe Verunreinigung der Nickelröhre mit Mangan zur „Vergiftung“ der Kathode und stellt so die Leistung und Lebensdauer der Röhre sehr in Frage.

Ist die Kathode montiert und mit den beiden dafür vorgesehenen Preßtellerstiften verschweißt, werden die Gitter aufgesetzt: das Steuer-, das Brems-, das Schirmgitter und wie sie alle heißen mögen. Ihre Aufgabe ist es, den von der Kathode ausgehenden Elektronenstrom je nach dem Zweck der betreffenden Röhre nach genau berechneten Gesetzen zu beschleunigen oder abzubremesen, zu verstärken oder zu vermindern, oder auch unerwünschte elektrische Nebenerscheinungen zu unterdrücken; sie sind gewissermaßen die Polizisten im rasenden Verkehr der Elektronen. Ihr Name „Gitter“ trifft auf ihre heutige äußere Gestalt übrigens kaum zu; sind es doch eher Spiralen, nämlich Drähte, meist aus Molybdän bestehend, die auf eigenen, mit höchster Präzision arbeitenden Gitterwickelautomaten aus dem Rohrdraht über tragende Stege gewickelt und mit ihnen dann verwalzt oder verschweißt werden. Kaum ein Millimeter sind die Stege „dick“; aus einer harten Nickellegierung werden sie gefertigt und nach der Wickelung in glühendem Zustande durch leichte Zugkräfte gereckt, so daß das Gitter, das nach dem Einbau oft nur einige Zehntel Millimeter von der Glühkathode absteht, auf das genaueste geraderichtet ist.



Abb. 5. Inzwischen werden auf dem Gitterwickelautomaten die Gitter der Radioröhre hergestellt. Mit höchster Präzision wirbelt die Maschine den haarfeinen Molybdändraht um die Haltestäbe. Später wird die ganze Länge in passende Stücke geschnitten

Sind alle diese Gitter über den Kathodenfaden oder das Kathodenröhrchen gestülpt und auf dem Preßteller in der rechten Weise mit den zugehörigen Stiften verschweißt, dann kommt die Anode an die Reihe, jener Blechzylinder, der seinerseits die Kathode und die verschiedenen Gitter umschließt und der die Aufgabe hat, vermöge seiner positiven Ladung die negativen Elektronen an sich zu reißen und so erst den „lebenserhaltenden“ Fluß der Elektrizitätspartikelchen in Gang zu bringen. Als Material nimmt man Nickel- oder vernickeltes Eisenblech, neuerdings auch aluminiumplattiertes Eisen. Im übrigen kennt man auch Röhren, die zwar nur mit einem Heizfaden, aber mit zwei Anoden ausgerüstet sind. Solche „Verbundröhren“ erfüllen dann zwei Aufgaben zugleich, beispielsweise die der Hochfrequenzgleichrichtung und der Niederfrequenzverstärkung.

Das System ist fertig aufgebaut. Nun wird über das Ganze der Glaskolben geschoben, den man für Allglasröhren aus den gleichen Glasröhren schneidet wie zuvor die Preßtellerstücke. Kolben und Teller müssen luftdicht miteinander verschweißt werden. Zu diesem Zwecke ist bei der Formung des Preßtellers ringsum ein aufsteigender Rand hochgequetscht, mit dem nun der Glaskolben maschinell verschmolzen wird.

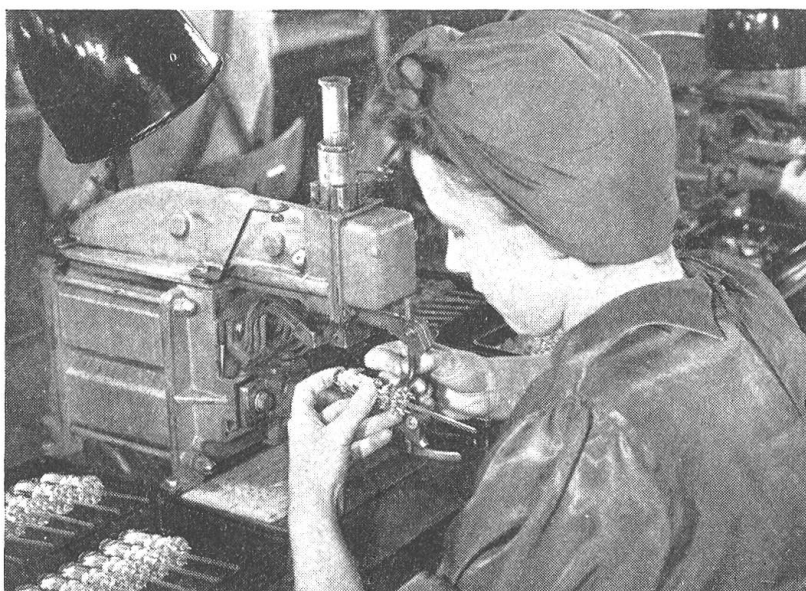
Allmählich bekommt die Röhre ein Gesicht! Voraussetzung für ihr Funktionieren ist aber, daß sie weitestgehend luftleer gepumpt wird. Dazu ist unten am Preßteller ein „Pumpstengel“ vorgesehen, mit dem die Röhre auf eine rotierende Hochvakuumpumpe aufgesteckt wird. Der Pumpvorgang spielt sich in mehreren Etappen ab. Während der ersten Phase läuft die Röhre gleichzeitig durch einen Heizkasten, in dem sie so weit erwärmt wird, daß der im Kolbeninneren eventuell vorhandene Belag an Feuchtigkeit und Kohlenwasserstoffen herausverdampft. In der zweiten Phase wird die Kathode vorgeglüht; dadurch zerfallen die Karbonate der Emissionsschicht in Oxyde — sie werden „aktiviert“ — und erhalten so erst ihre hohe Elektronenemissionsfähigkeit. Während der dritten Phase schließlich erfolgt die „Getterung“; man versteht darunter die Ver-

spiegelung der Glaskolben-Innenfläche mit einer hauchdünnen Bariumschicht. Bereits bei der Montage ist an einer geeigneten Stelle an der Armatur die „Getterpille“, ein bariumgefülltes Nickelröhrchen, untergebracht worden. Unter dem Einfluß einer Hochfrequenzerhitzung verdampft das Barium und schlägt sich auf der Kolbeninnenwand nieder. Dabei reißt es die Reste an Gasen — auch an Edelgasen, die ja in der Luft in merklicher Menge vorhanden sind und das Funktionieren der Röhre in besonderem Maße beeinträchtigen würden — an sich. Außerdem hat es später, während des Betriebes der Röhre, die Aufgabe, etwa aus der Armatur oder dem Glas in das Kolbeninnere austretende Restgase chemisch zu binden. Der Pumpvorgang selbst wird mit dem Abschmelzen des Pumpstengels beendet, wenn der Druck im Inneren der Röhre nur noch einige Millionstel Millimeter beträgt.

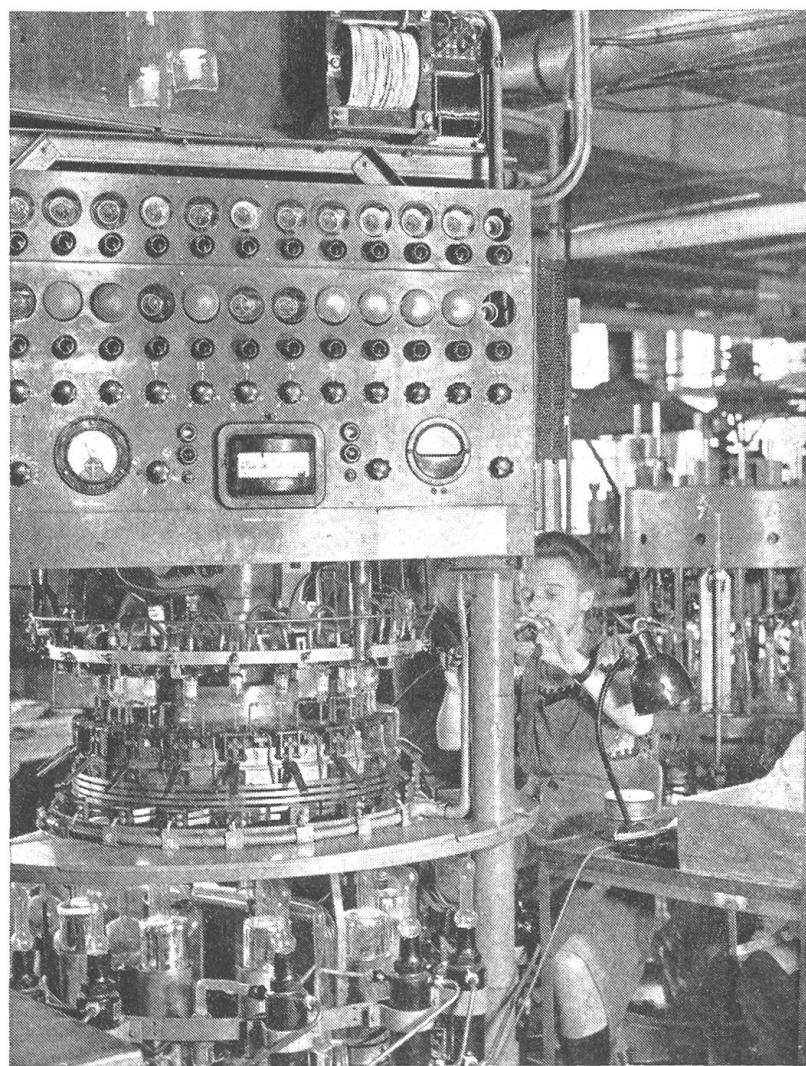
Schließlich muß die Röhre noch eingebrannt, „formiert“ werden. Die Formierung besteht in einer ein- bis zweistündigen, in genau festgelegtem Rhythmus wechselnden elektrischen Belastung, wobei Kathode, Gitter und Anoden bedeutende Überspannungen erhalten. So erst „brennt sich die Röhre ein“, überzieht sie sich



Abb. 6. Allein feinfühligere Frauenhände können die zarten Röhrensysteme mit der geforderten Präzision aufbauen. Hier die Montage einer Miniaturröhre



Oben: Abb. 7. Sind Kathode, Anode und Gitter auf den Preßteller aufgebaut, dann werden auf kleinen Schweißautomaten noch zwei wärmeabstrahlende geschwärzte Kühlplättchen, sogenannte Kühlflügel, an die Gitterhaltestege angeschweißt



mit einer feinen Bariumschiicht und beginnt sich allmählich auf ihren stabilen Wert einzuspielen.

Die Röhre ist fertig! Sie kommt zur Endkontrolle, zur peinlichsten Station auf ihrem Lebensweg. Nun zeigt es sich, ob bei der Montage sauber gearbeitet worden ist — in der Röhrenfertigung hat sich noch immer Einzelfertigung der Fließbandarbeit überlegen gezeigt —, ob die Röhre das Vakuum hält, ob die Kathodenemission, die Anodenströme und die Gitterspannungen die rechten Werte haben, ob... ob... Wie vielfältig sind doch die Anforderungen an die Rundfunkröhre, die nicht selten noch heute als eines der größten „Wunder“ der Technik angesprochen wird. Daran hat auch die Erfindung der einfacher aufgebauten Allglasröhre nichts ändern können. Ihre Vorzüge gegenüber der Quetschfußröhre sind im übrigen so zahlreich und schwerwiegend, daß man auf alle Fälle von einem „Ei des Kolumbus“ sprechen kann: einmal sind rein äußerlich ihre Abmessungen erheblich kleiner, so daß die Rundfunkgeräte, deren Größe außer vom Durchmesser des Lautsprechers vornehmlich vom Platzbedarf der Röhren abhängt, kleiner und billiger gebaut werden können. Weiter ist die mechanische Festigkeit erheblich größer: das Elektrodensystem steht fest auf dem Fundament, und durch den Wegfall des Kunst-

Links: Abb. 8. Allglasröhren auf der Hochvakuum-pumpe! Das untere Band bringt die fertigmontierten Röhren, Pumpstengel nach aufwärts, heran. Oben werden dann, von hinten nach vorn durch eine Gasflammenstraße fortschreitend, zunächst die Preßteller mit den Kolben luftdicht verschmolzen; durch die aufgesetzten Kupfertöpfe erzielt man eine indirekte Erhitzung und verhindert so ein Verschmelzen der Gläser. Dann beginnt das eigentliche Evakuieren. Die Luftabsaugstutzen sind unter dem oberen Transportkranz deutlich zu erkennen

Abb. 9. Und das ist das Endprodukt des langwierigen Arbeitsganges. So klein sind die Allglasröhren aus der international eingeführten Miniaturröhrenserie

harzsockels können sich kaum mehr Bestandteile lockern oder lösen. Da alle Elektroden am Sockel nach außen geführt sind, kann der Spiegel des Gasbinders oben in der Röhre, in größerem Abstand vom Elektrodensystem, gebildet werden; dadurch ist der schädliche Einfluß dieses Spiegels auf die Kapazitäten viel geringer. Und schließlich bringt die außerordentliche Kürze aller Zuführungsdrähte günstige Eigenschaften für den UKW-Empfang mit sich. Auf längere Strecken eng nebeneinander verlaufende Elektroden können sich nämlich gegenseitig in ihren elektrischen Eigenschaften ganz erheblich stören.



Selten wohl bietet eine technische Erfindung eine solche Fülle von Vorteilen, ohne daß dies mit einer Verteuerung erkaufte wird. Gerade das macht diese Röhrenkonstruktion zu einer begrüßenswerten Neuerung.

Elektrisch beheizte Blumen- und Gemüsekulturen

DK 631.344.8

Die künstliche Erwärmung des Erdbodens durch Eingraben von Heizdrähten, die entweder direkt aus dem Verteilernetz oder über einen Transformator gespeist werden, ist heute in der Praxis bereits weit verbreitet. Sie begünstigt die Anlage von Blumen- und Gemüsekulturen und ermöglicht frühere Ernten und dadurch höhere Preise.

Als Heizelemente verwendet man galvanisierten, mit Asbest, Papier oder synthetischen Stoffen isolierten und durch einen Bleimantel geschützten Stahldraht von 1,8 bis 3,8 mm Durchmesser, dessen Leistungsaufnahme etwa 16 Watt je Meter beträgt. Im allgemeinen wird für die Heizung pro Tag nur die Energiemenge aufgewendet, die erforderlich ist, um die Temperatur des Bodens einige Grade über 0 zu halten, wobei die Heizung entweder dauernd oder vorübergehend eingeschaltet werden kann. So genügt beispielsweise bei einer installierten Flächenleistung von 55 W/m² eine neunstündige Einschaltung über Nacht, während man bei einer Dauerheizung mit einer installierten Flächenleistung von 22 W/m² auskommt. In diesem Falle ist die Einrichtung weniger kostspielig und eignet sich hauptsächlich für Großgärtnereien. Die Heizelemente werden je nach der installierten Leistung in 15 cm Tiefe und mit einem Zwischenraum von 12,5 bis 25 cm verlegt.

Was die Heizung von Treibhäusern anbelangt, muß die Installation so vorgenommen werden, daß auch bei Mindestwerten der Außentemperatur eine Innentemperatur von + 5° C und + 15° C aufrechterhalten werden kann. Man verwendet dazu entweder röhren-

förmige, mit einem Rostschutzanstrich versehene Heizelemente, deren Leistung durchschnittlich 135 W/m² beträgt und 200 W/m² nicht überschreiten soll, oder blanke Heizdrähte, die über einen Transformator mit 30 V gespeist werden.

Für die Belichtung der Pflanzen, mit der nur eine einfache Verlängerung des Tages erreicht werden soll, genügen erfahrungsgemäß Beleuchtungsstärken von 50 bis 150 Lux. Will man jedoch die Assimilationsfunktionen aktivieren, dann hängt die den besten Wirkungsgrad erzielende Belichtung von der Lufttemperatur ab, in der sich die Pflanzen befinden. So erreicht man z. B. bei Tomaten die besten Assimilationsbedingungen mit einer Belichtung von 2000 Lux bei einer Temperatur von + 15° C, wogegen bei + 24° C eine Belichtung von 7000 Lux erforderlich ist. Außerdem verwendet man heute in Amerika und Frankreich zur Bestrahlung in Blüte stehender Pflanzen vielfach Fluoreszenzröhren, wobei die Leuchtfarben den verschiedenen Pflanzengattungen angepaßt werden.

Die Entkeimung (Sterilisierung) der Erde läßt sich gleichfalls mit Apparaten durchführen, die entweder mit Elektroden oder mit Heizröhren versehen und außerordentlich wirtschaftlich sind. So benötigen beispielsweise Elektrodengeräte, die mit Netzspannung arbeiten, für 100 kg Erde eine Leistung von höchstens 6 kW und verbrauchen pro Kubikmeter 54 bis 72 kWh. In neuerer Zeit wurden in Amerika und Frankreich auch Entkeimungsversuche mit Hilfe von elektrischen Hochfrequenzfeldern durchgeführt.