

62 / Umlauf

VALVO BERICHTE

4

Mag. - Fugen.

BAND III

1957





DK 621.3.032.36 : 621.3.032.757

H. te GUDE und R. WITT

Leuchtschirmentwicklungen für Anzeigeröhren

VALVO BERICHTE, Band III (1957), Nr. 4, S. 149

Erfahrungen bei Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Oszillographen- und Bildröhren und der Leuchtstoffröhren haben sich auch auf die Entwicklung von Leuchtschirmen auf dem Kolben von Anzeigeröhren vorteilhaft ausgewirkt. Gegenüber den bisherigen Anzeigeröhren, deren wesentliche Unzulänglichkeiten in Fleckenbildung, Ermüdung und konstruktiv unbequemer Anordnung des Leuchtschirmes liegen, sind Anzeigeröhren mit Kolbenanzeige und mit Zinkoxyd-Leuchtschirm auf einer leitenden, durchsichtigen Unterlage wesentlich verbessert. Außerdem haben derartige Zinkoxyd-Leuchtschirme eine gute Helligkeitsreserve und einen hohen Weißgehalt in der Leuchtfarbe. Röhren mit Kolbenanzeige bieten dem Anwender neue, interessante konstruktive Möglichkeiten. Zinkoxyd-Leuchtstoff wurde in den vergangenen Jahren bereits bei verschiedenen VALVO Typen verwendet. Für die Anbringung der durchsichtigen Leitschicht im Innern des Kolbens und die Aufbringung der Leuchtschicht sind speziell auf die Massenfertigung abgestimmte Verfahren erforderlich.



Leuchtschirmentwicklungen für Anzeigeröhren

von H. te Gude und R. Witt

Die Leuchtschirme, die seit langem in Oszillografen- und Bildröhren sowie in Anzeigeröhren und Leuchtröhren verwendet werden, sind physikalisch und technologisch verwandt. Ein Industrieunternehmen, dessen Fertigungsprogramm all diese Röhren enthält, hat daher den Vorteil, Erfahrungen auf den einzelnen Gebieten auch für die anderen Sparten nutzbar machen zu können, selbst wenn der Abnehmer der Röhren in Unkenntnis etwaiger neuer Möglichkeiten diesen Fortschritt nicht speziell fordern konnte. Besonders fruchtbar wird ein Erfahrungsaustausch zwischen den einzelnen Sparten, wenn nicht nur die Röhrenfertigung, sondern auch die Entwicklung und Herstellung der Leuchtstoffe in dem selben Unternehmen betrieben wird. Ein typisches Beispiel für die Förderung eines der genannten Röhrengebiete durch die anderen ist die Entwicklung von VALVO Anzeigeröhren und Zählröhren, bei denen der Leuchtschirm auf der Innenseite des Glaskolbens aufgebracht ist [1 ; 2].

1 Einleitung

Anzeigeröhren mit einem Leuchtschirm auf der Innenseite des Kolbens [2] bieten wesentliche Vorteile wie z. B.:

Die Möglichkeit, die Anzeigeröhren so einzubauen, daß der Leuchtschirm in der Frontfläche des Gerätes liegt

Eine parallaxenfreie Ablesung der Anzeige

Beliebige Ausbildung der Leuchtfläche durch Anwendung von Masken, die nachträglich am Kolben angebracht werden können

Zusätzliche Verwendung örtlich begrenzter Farbfilter

Niedrige Leuchtschirmtemperatur (durch Kühlung von außen)

Die Entwicklung solcher Leuchtschirme auf dem Kolben von Anzeigeröhren und Zählröhren wurde bei uns vor allem durch die Lösung ähnlich gelagerter Probleme in der Technik der Bild- und Oszillografenröhren gefördert, unter anderem durch:

Entwicklungsarbeiten an Leuchtstoffen für Röhren der Bildaufnahme- und Wiedergabetechnik (Fernsehen).

Erfahrungen mit Leitschichten, die auf der Glasoberfläche angebracht werden können und durch-

sichtig sind [3]. (Solche Erfahrungen lagen seit einigen Jahren bei kleinen Oszillografenröhren für niedrige Anodenspannung vor.)

Die Beherrschung der Technologie der Leuchtstoffaufbringung auf Glas in der Massenanfertigung (Erfahrungen mit Fernsehbildröhren und Leuchtstoffröhren).

Die Auswertung der Resultate aus diesen Entwicklungs- und Fertigungsgebieten führten uns schnell zu brauchbaren Herstellungsverfahren für Anzeigeröhren mit den besseren neuen Leuchtschirmen. Im folgenden soll zunächst zusammengefaßt werden, inwieweit der Leuchtschirm von Anzeigeröhren verbesserungsbedürftig war.

2 Unvollkommenheiten bisher bekannter Röhren

2.1 Fleckenbildung durch Schirmaufladung

Bei Absenkung der Leuchtschirmspannung unter die normale Betriebsspannung bilden sich zunächst zahlreiche kleine dunkle Flecken, die sich schließlich bei weiterer Spannungsverminderung zu großen Flecken

ausweiten oder vereinigen. Die Form der Flecken ist mannigfaltig und bizarr. Man findet diesen Fehler in der Praxis gelegentlich beim Einschalten eines Gerätes, wenn sich die Anodenspannung von kleinen Werten ausgehend langsam erhöht. Der Fehler tritt kurzzeitig auf, bevor die Normalspannung erreicht ist (s. Abb. 1). Mit dieser Erscheinung hatte der Röhrenhersteller bei Anzeigeröhren für kleine Anodenspannung (Allstromgeräte) zu rechnen.

2.2 Ermüdung

Die Leuchtdichte des Leuchtstoffes wird während der Betriebszeit geringer. Am stärksten ermüden diejenigen Stellen, die am häufigsten von Elektronen getroffen werden (s. Abb. 2).

2.3 Konstruktive Unbequemlichkeiten

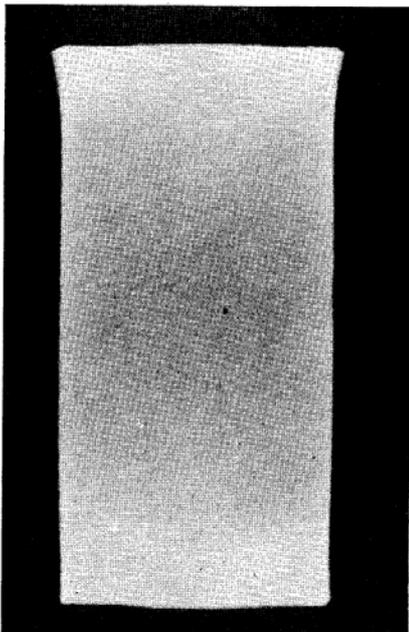
Bei den Anzeigeröhren älterer Bauart ist der Leuchtschirm auf einer Blechunterlage im Inneren der Röhre angebracht. Wenn die Röhre an der Frontplatte des Rundfunk- oder Tonbandgerätes montiert ist, befindet er sich also stets hinter der Frontfläche des Gerätes. Schräg auf die Frontplatte blickend, sieht man daher nicht den ganzen Leuchtschirm; die Anzeige ist unvollkommen.

Die Ursache für die unter 2.1 und 2.2 genannten Unvollkommenheiten werden aus dem folgenden Abschnitt verständlich.

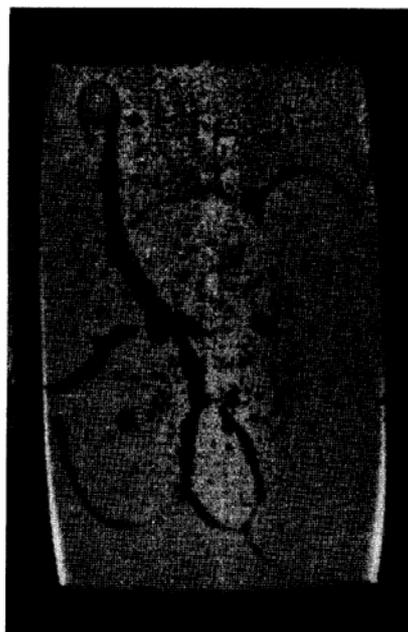
3 Physikalische Arbeitsbedingungen

3.1 Elektronenanregung und Elektronenabführung

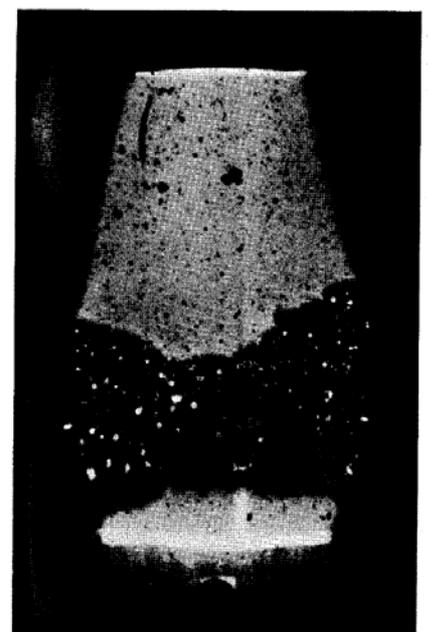
Die Elektronen treffen bei Anzeigeröhren mit einer Geschwindigkeit, die einer Spannung von etwa 250 V entspricht, auf dem Leuchtschirm auf. Der größte Teil der aus der Geschwindigkeit resultierenden kinetischen Energie wird als Wärmeenergie an den Leuchtstoff abgegeben. Der Restanteil geht in Form von Anregungsenergie an die Leuchtelektronen über. Die Anregungsenergie schließlich wandelt sich teilweise in optische Energie um (s. Abb. 3). Die Lichtausstrahlung erstreckt sich über einen bestimmten Wellenlängenbereich, wobei die Energieverteilung in diesem Bereich für jeden Leuchtstoff charakteristisch ist und im Auge einen entsprechenden Farbeindruck hervorruft. In den meisten Fällen ist eine Beschreibung des Farbeindruckes durch Worte unzureichend und die Interpretation des Spektrums zu umständlich. Man bevorzugt daher die Angabe der



a) Normale Betriebsspannung (250 bis 300 V), guter Leuchtstoff, gleichmäßige Ausleuchtung der Fläche

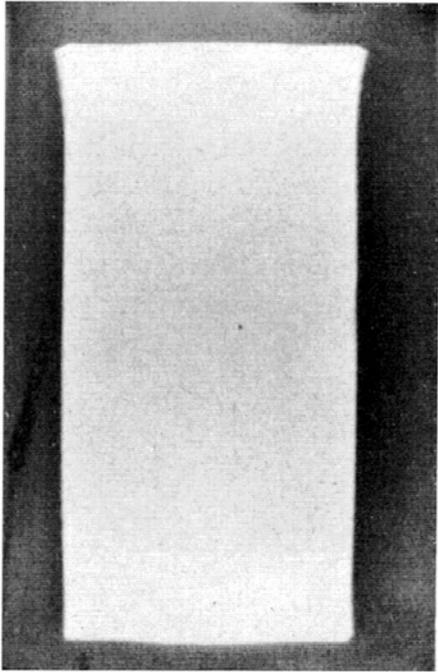


b) Normale Betriebsspannung, ungeeigneter Leuchtstoff



c) Gleicher Leuchtstoff wie b) bei niedrigerer Spannung

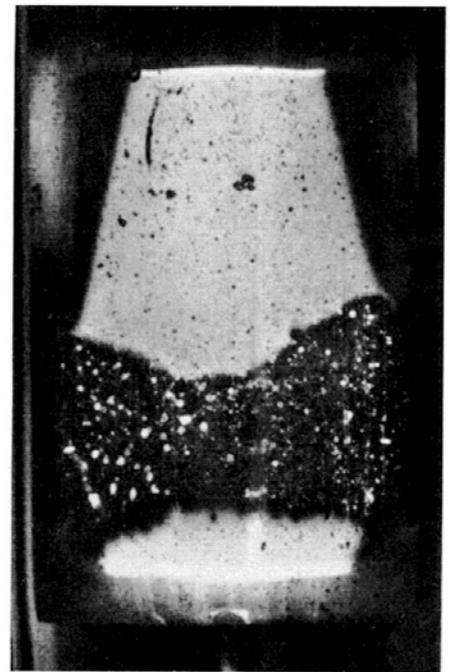
Abb. 1 Leuchtschirmbilder ohne (a) und mit (b, c) Flecken. Schirme wie b) und c) (näheres siehe 4.1) sind natürlich für die üblichen Anzeigeröhren ungeeignet



a) Normale Betriebsspannung (250 bis 300 V), guter Leuchtstoff, gleichmäßige Ausleuchtung der Fläche

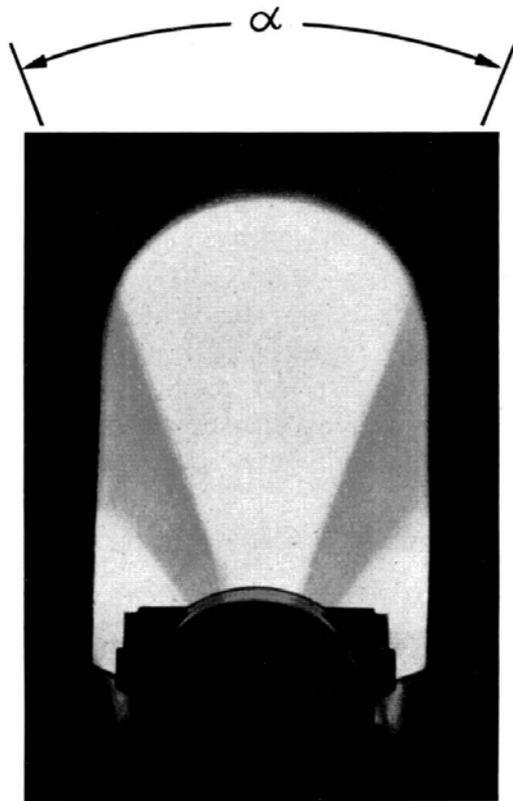


b) Normale Betriebsspannung, ungeeigneter Leuchtstoff

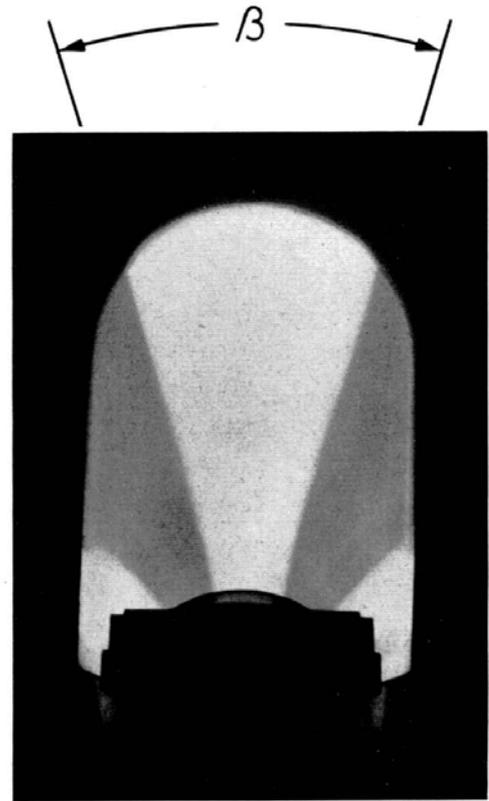


c) Gleicher Leuchtstoff wie b) bei niedrigerer Spannung

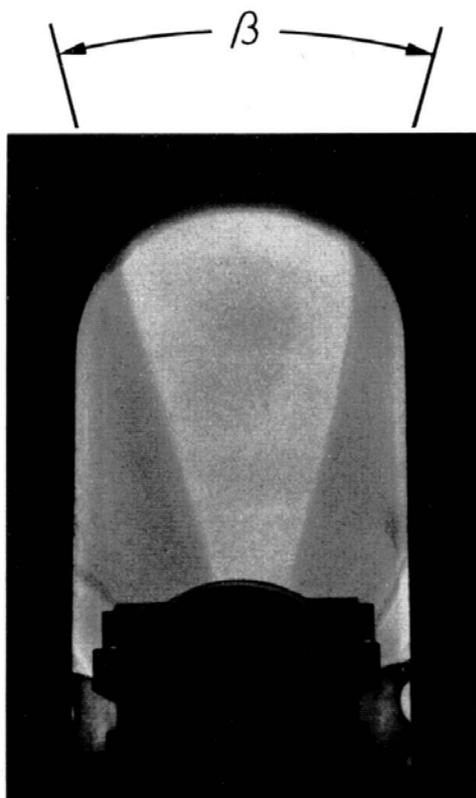
Abb. 1 Leuchtschirmbilder ohne (a) und mit (b, c) Flecken. Schirme wie b) und c) (näheres siehe 4.1) sind natürlich für die üblichen Anzeigeröhren ungeeignet



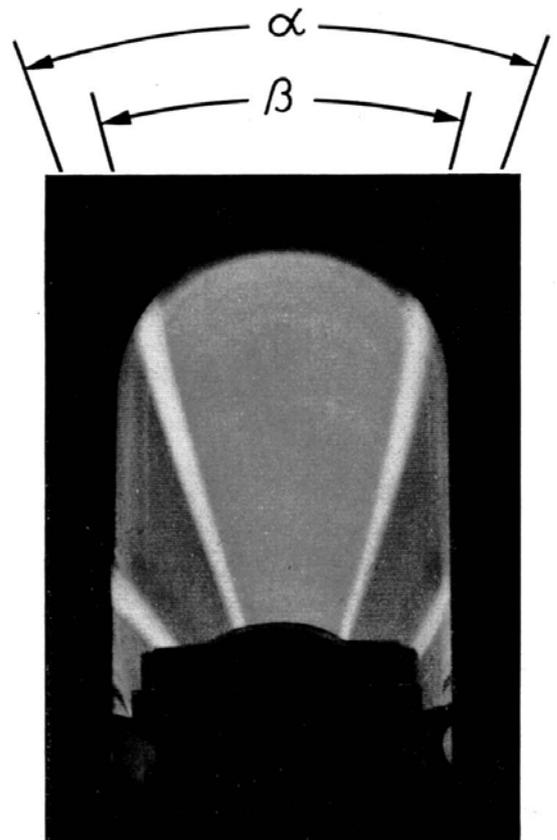
a) Schirmbild beim Prüfen vor Beginn,
 α = Prüfauslenkung



b) Schirmbild bei Einstellung zu Beginn der
Dauerprüfung, β = Dauerauslenkung
($\beta < \alpha$)



c) wie b), am Ende der Dauerprüfung; man
erkennt den Rückgang der Helligkeit



d) Ebenfalls am Ende der Dauerprüfung,
jedoch wieder in Prüfauslenkung. Bei
dieser Einstellung zeigen sich die un-
belastet gebliebenen Winkelbereiche ($\alpha - \beta$)
in ursprünglicher Helligkeit

Abb. 2 Ermüdung eines Leuchtstoffes während einer Dauerprüfung
mit konstanter Einstellung (EM 80)

Koordinaten des Farbpunktes im Farbdiagramm (s. Abb. 4) [7].

Neben der Energiebilanz ist die Ladungsbilanz für die Funktion des Leuchtschirmes maßgebend. Eine Aufladung des Leuchtschirmes ist nur zu vermeiden, wenn die auftreffenden Elektronen abgeführt werden; sonst laden die auftreffenden Elektronen den Leuchtschirm negativ auf und sperren ihn schließlich für den Zutritt weiterer Elektronen. Die in dieser Weise gesperrten Stellen leuchten dann nicht auf. Wie Abb. 3 erläutert, gibt es die beiden Möglichkeiten der Sekundäremission und der Ableitung, um diese Aufladung zu vermeiden.

In Abb. 5a ist die Sekundäremissionsausbeute von Festkörpern in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Primärelektronen in Form einer normierten universellen Kurve dargestellt. Spezielle Meßergebnisse an einem Leuchtstoff sind in Abb. 5b wiedergegeben. Nur beim Arbeiten im mittleren Bereich der Kurven ($\delta > 1$) ist bei schlechter Leitfähigkeit des Leuchtstoffes eine Aufladung zu vermeiden. In diesem Bereich steht für jedes auftreffende Elektron mindestens ein Sekundärelektron zur Verfügung. Das Oberflächenpotential des Schirmes stellt sich auf einen durch die angelegte Schirmspannung, die Sekundäremission und die Ableitung bestimmten Wert ein. Anzeigeröhren werden mit Schirmspannungen

am Anfang des Mittelbereiches der Kurve betrieben (100 bis 300 V).

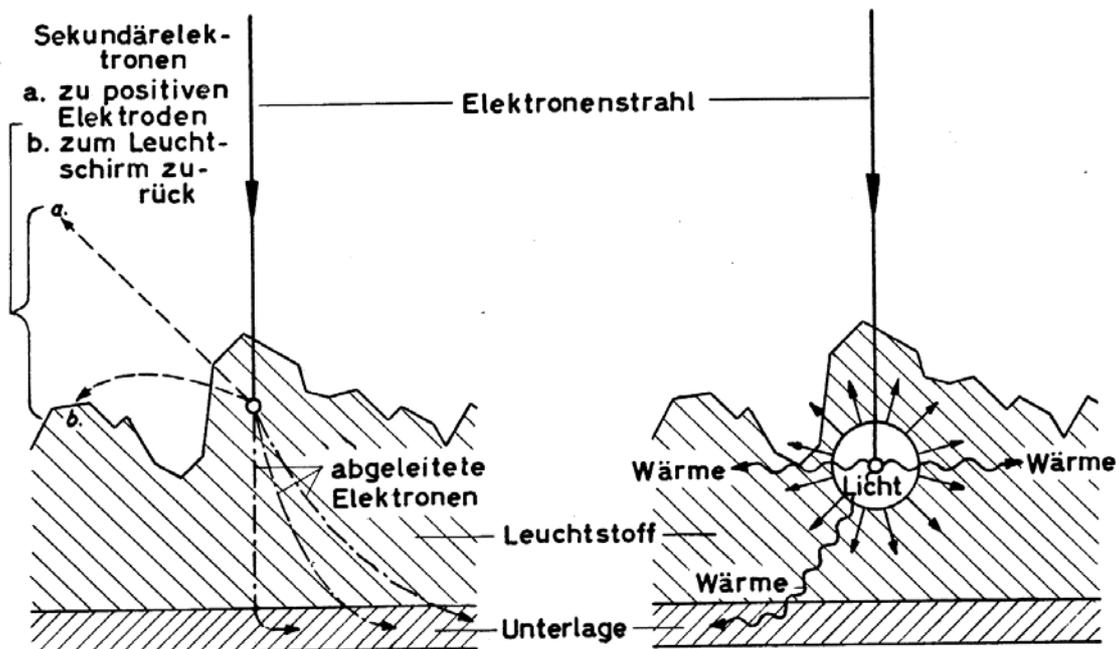
Die andere Möglichkeit der Elektronenabführung besteht darin, den Leuchtstoff leitend zu machen. Leuchtstoffe sind Halbleiter, man kann durch Dotierung ihren Widerstand beeinflussen. Dies ist z. B. bei Zinkoxyd der Fall. Die Leitfähigkeit von Zinkoxyd kann durch Dotierung mit Zink von 10^{-8} auf $5 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ erhöht werden. Einen Erfolg hat eine solche Maßnahme natürlich nur, wenn auch die Unterlage leitend ist. Ein gut leitender Leuchtstoff gestattet die Verwendung dickerer Schichten, und man erhält dann gleichmäßigere Leuchtflächen.

3.2 Einfluß des Elektronenbombardements auf die Leuchtstoffeigenschaften

Die Helligkeit eines Leuchtstoffes kann sich infolge andauernden Elektronenbeschusses durch Ermüdung (dark burn) oder durch Auffrischung (bright burn) ändern.

Die Ermüdung kann eintreten:

- durch eine Zunahme der Störstellenkonzentration in den Leuchtstoffkristallen, wodurch die Wahr-



Ladungsbilanz

Das Mengenverhältnis von abgeleiteten zu sekundären Elektronen hängt ab von den Sekundäremissionseigenschaften, der Leitfähigkeit des Leuchtstoffes, der Schichtdicke und der Leitfähigkeit der Unterlage.

Energiebilanz

Das Verhältnis von Wärmeenergie zu Lichtenergie hängt ab von der Anzahl und Geschwindigkeit der je Zeiteinheit auftreffenden Elektronen und den spezifischen Eigenschaften des Leuchtstoffes (Größenordnung 100 : 1)

Abb. 3 Ladungs- und Energiebilanz des Leuchtschirms

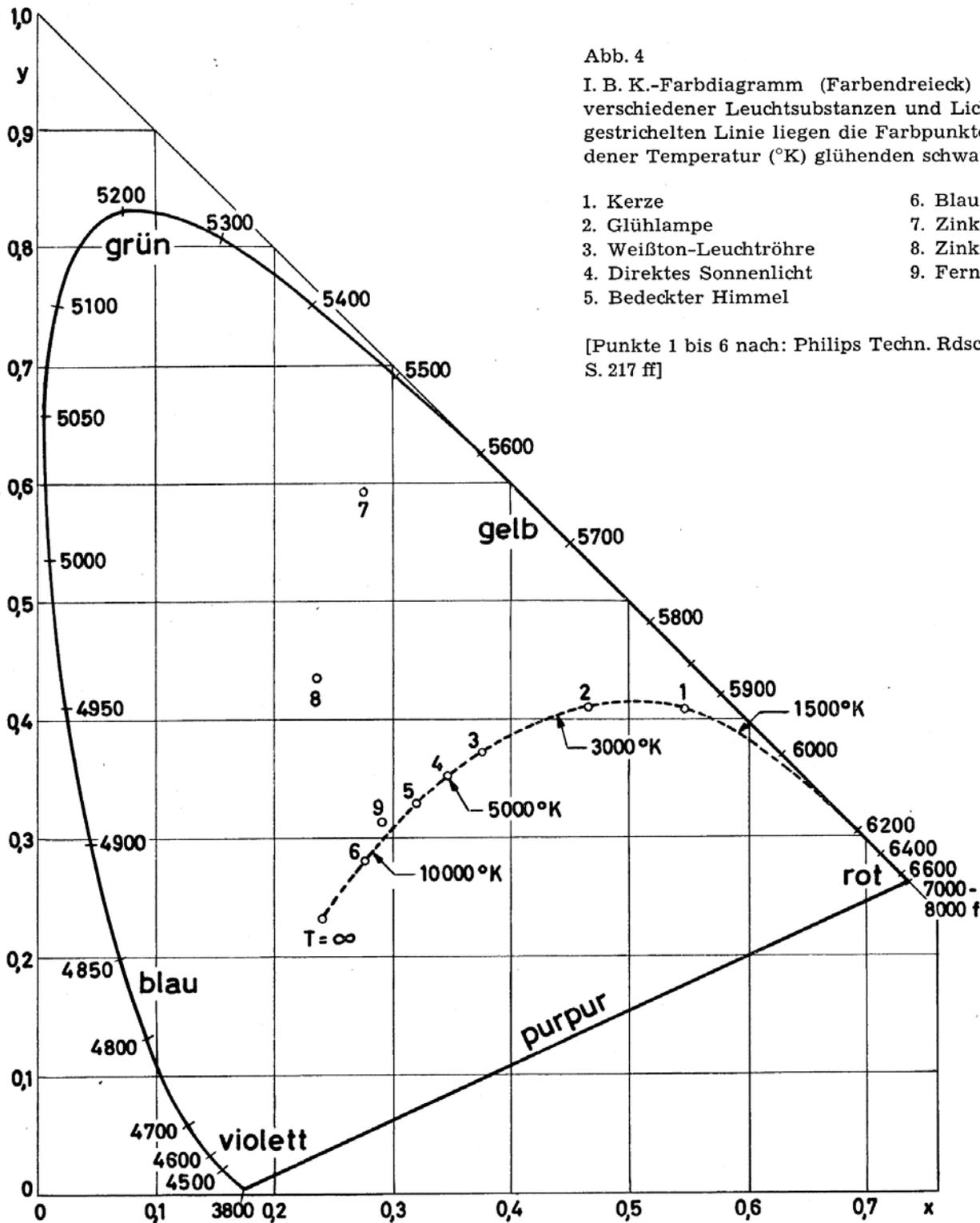


Abb. 4

I. B. K.-Farbdiagramm (Farbendreieck) mit Farbpunkten verschiedener Leuchtsubstanzen und Lichtquellen. Auf der gestrichelten Linie liegen die Farbpunkte des auf verschiedener Temperatur ($^{\circ}\text{K}$) glühenden schwarzen Körpers

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. Kerze | 6. Blauer Himmel |
| 2. Glühlampe | 7. Zinksilikatleuchtstoff |
| 3. Weißton-Leuchtröhre | 8. Zinkoxydleuchtstoff |
| 4. Direktes Sonnenlicht | 9. Fernsehbild |
| 5. Bedeckter Himmel | |

[Punkte 1 bis 6 nach: Philips Techn. Rdsch. 18, 1956/57, Nr. 8, S. 217 ff]

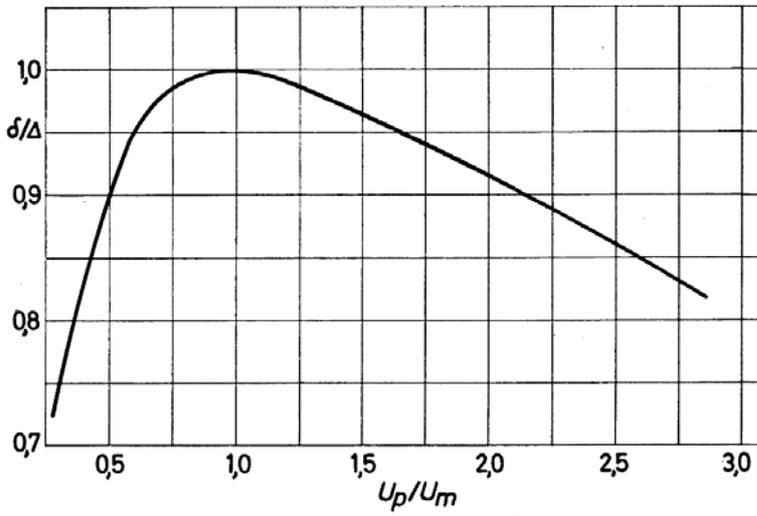
scheinlichkeit für strahlungslose Übergänge zunimmt

b) durch Vergrößerung der Lichtabsorption in den Kristallen

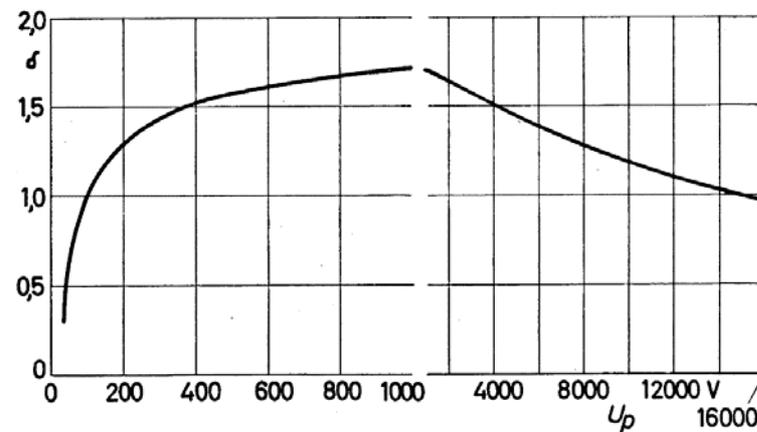
c) durch Zerstörung von aktiven Zentren

Bei dem Leuchtstoff, der bisher in Abstimmanzeigeröhren verwendet wurde (Mangan-aktiviertes Zinksilikat), äußert sich die Ermüdung in einer zunehmenden Grautönung der Körperfarbe des Leuchtstoffes, einer Abnahme der Helligkeit (s. Abb. 6 u. 8) und einer Zunahme der Fleckbildung bei Unter-

spannung. Die Ermüdung tritt um so eher ein, je höher der Anodenstrom und je niedriger die Anodenspannung ist. Während der Einfluß eines hohen Anodenstromes ohne weiteres begreiflich ist, kann der schädliche Einfluß einer niedrigen Anodenspannung im Zusammenhang mit der geringeren Eindringtiefe der Elektronen bei kleiner Geschwindigkeit verstanden werden. Die Eindringtiefe steigt quadratisch mit der Spannung, so daß sich bei größerer Anodenspannung die Wirkung der Elektronen auf ein größeres Volumen innerhalb der Leuchtstoffschicht verteilt.



a



b

Abb. 5 a) Gemessene, normierte universelle Kurve der Sekundärelektronenausbeute in Abhängigkeit von der Elektronengeschwindigkeit [nach J. L. H. Jonker, Philips Research Reports 9, 391-402, 1954]

δ = Verhältnis von Sekundär- zu Primärelektronenstrom

U_p = Primärelektronengeschwindigkeit

Δ = δ_{max} einer sekundär emittierenden Oberfläche

$U_m = U_p$ für δ_{max}

Durch Angabe von Δ und U_m läßt sich der Verlauf von δ aus der universellen Kurve ermitteln (z. B. Nickel : $\Delta = 1,39$; $U_m = 455$ V ; Graphit : $\Delta = 1,91$; $U_m = 335$)

b) Gemessener Verlauf $\delta = f(U_p)$ für einen Leuchtstoff auf Nickelunterlage

| | |
|---------------------------|-----------------|
| $0 < U_p < 100$ V | $\delta < 1$ |
| $100 \leq U_p \leq 15$ kV | $\delta \geq 1$ |
| 15 kV $< U_p$ | $\delta < 1$ |

Bei Anzeigeröhren liegen im Vergleich zu Oszillografen- oder Bildröhren in dieser Hinsicht erschwerte Bedingungen vor. Erstens hat man es hier mit niedrigen Spannungen zu tun und eine Ermüdung des Leuchtstoffes ist also eher zu befürchten als bei Bildröhren; zum anderen ist die spezifische Strombelastung des Leuchtstoffes um 3 bis 4 Größenordnungen höher als bei Bildröhren. Dies geht aus der folgenden Tabelle hervor, in der berücksichtigt ist, daß der

Vergleich von Leuchtschirmbelastungen (ungefähre Werte)

| | | Bildröhre | Anzeigeröhre |
|-------------------------|--------------------|--|--------------|
| Anodenspannung | V | 14000 ... 18000 | 200 ... 300 |
| Strahlstrom | mA | ca. 0,15 | 1 ... 5 |
| Leuchtfleckgröße | cm ² | 10 ⁻² | 1 ... 5 |
| Mittlere Strombelastung | mA/cm ² | 10 ⁻³ ... 10 ⁻⁴ *) | 1 |

*) umgerechnet auf Dauerbelastung

einzelne Bildpunkt der Bildröhre im Gegensatz zur Anzeigeröhre nur ganz kurzzeitig belastet wird.

Eine Auffrischung des Leuchtstoffes in Anzeigeröhren hat man bei Zinkoxydleuchtstoff und auch gelegentlich bei Zinksilikatleuchtstoff beobachtet, welcher hoch mit Mangan aktiviert war.

3.3 Temperatureinfluß

Da nur ein kleiner Teil der Energie der anregenden Elektronen in Lichtenergie umgesetzt wird, verbleibt ein verhältnismäßig großer Anteil der Energie, der sich in Wärme umwandelt. Dies führt einmal zu einer örtlich begrenzten Überhitzung an der Kornoberfläche des Leuchtstoffes und infolgedessen durch chemische Reaktionen zu Ermüdungserscheinungen; zum anderen wird aber schließlich die Leuchtstoffschicht und ihre Unterlage erwärmt, und es gibt Leuchtstoffe, deren Helligkeit im Betriebstempera-

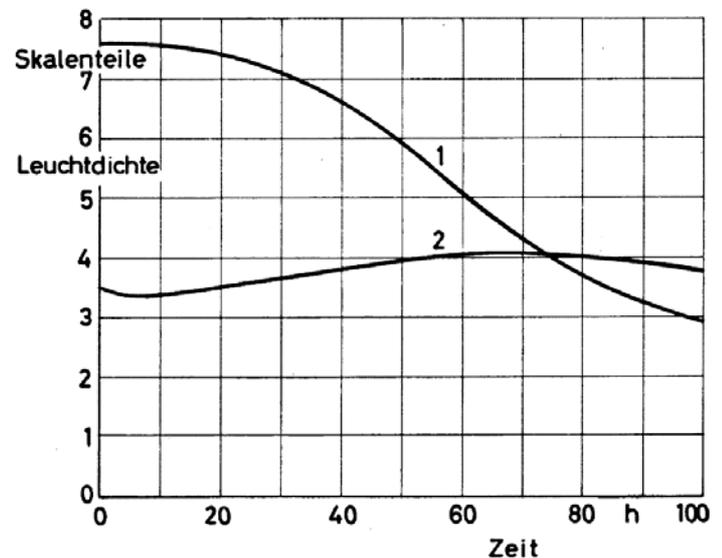


Abb. 6 Abhängigkeit der Leuchtdichte von der Zeit für normalen Zinksilikatleuchtstoff (1) und Zinksilikatleuchtstoff mit höherem Mangan-Aktivator-Gehalt (2) bei gleicher Strombelastung [Unveröffentlichte Messungen an abgeschmolzenen Röhren, $U_a = 400$ V]

turbereich stark von der Temperatur abhängt. Bei Zinksilikat ist dies jedoch nicht der Fall. Hier findet man einen Helligkeitsabfall erst bei Temperaturen, die in Anzeigeröhren nicht vorkommen (s. Abb. 7).

4 Verbesserungen

Anzeigeröhren mit Kolbenanzeige und mit Zinkoxydleuchtschirmen sind in Hinsicht auf die in Abschnitt 2 angeführten Unzulänglichkeiten älterer Anzeigeröhren wesentlich verbessert.

4.1 Leuchtstoff

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die Leitfähigkeit der Zinksilikatleuchtstoffschicht durch Beimengungen z. B. Graphit, Titandioxyd u. a. zu erhöhen. Leuchtschirme mit diesen Beimengungen hatten jedoch ein unschönes Aussehen oder es war schwierig, diese Substanzen im Leuchtstoff gleichmäßig zu verteilen. Auch die Leuchtdichte wurde dadurch vermindert.

Versuche, die in unseren Entwicklungslaboratorien vor mehreren Jahren mit Zinkoxydleuchtstoff angestellt wurden, zeigen [4; 5], daß die Fleckenbildung erst bei viel niedrigeren Spannungen einsetzte (< 100 V) und daß auch die Einbrennerscheinungen beträchtlich zurückgingen (s. Abb. 8). Die Leuchtfarbe des Zinkoxydleuchtstoffes hat einen höheren Weißgehalt als Zinksilikatleuchtstoff (s. Abb. 4, Punkte 7 u. 8).

Zinkoxydleuchtstoff wurde in Abstimmanzeigeröhren schon vor einigen Jahren erstmalig bei der VALVO EM 34 in groß angelegten Versuchen und bei der Subminiaturröhre VALVO DM 70 in der Fabrikation verwendet (1952). Bei diesen Röhren ist der Leuchtschirm auf eine Blechunterlage gespritzt. Die guten Erfahrungen, die vor allem hinsichtlich der Lebensdauer gemacht wurden, führten zu weiteren umfangreichen Versuchen bei verschiedenen Typen von Anzeigeröhren.

In neuester Zeit (1957) ist ein weiterer Subminaturtyp in dieser Technik, die Indikatorröhre VALVO DM 160 zur Anzeige des Schaltzustandes von Flip-Flop-Stufen, in die Serienfertigung gegangen.

Im Gegensatz zum Zinksilikatleuchtstoff ist die Abhängigkeit der Helligkeit von der Temperatur bei Zinkoxydleuchtstoff in dem interessierenden Temperaturbereich (bis etwa 200°C) jedoch sehr stark. Es ist daher notwendig, die auf dem Leuchtschirm umgesetzte Verlustleistung bei diesen Röhrenkonstruktionen zu begrenzen, damit nicht der Unter-

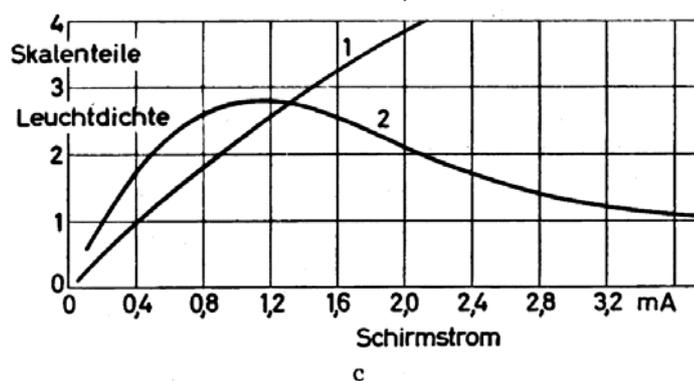
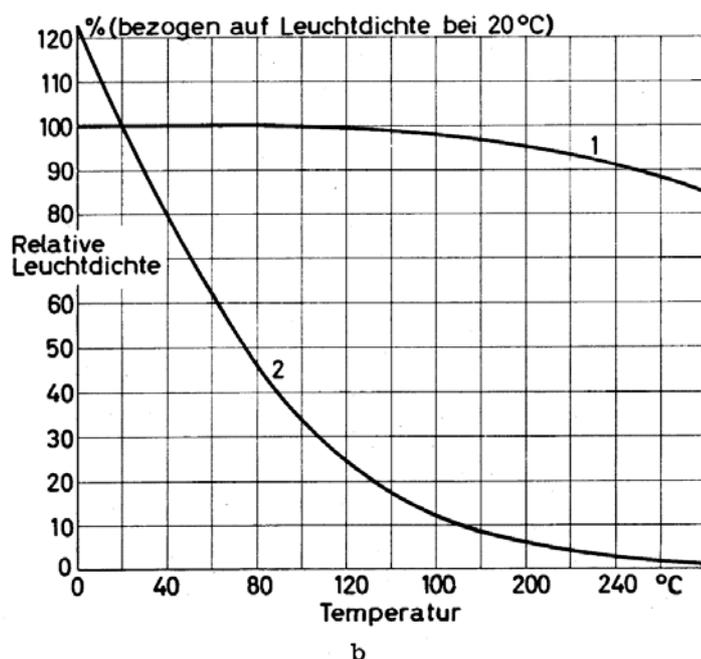
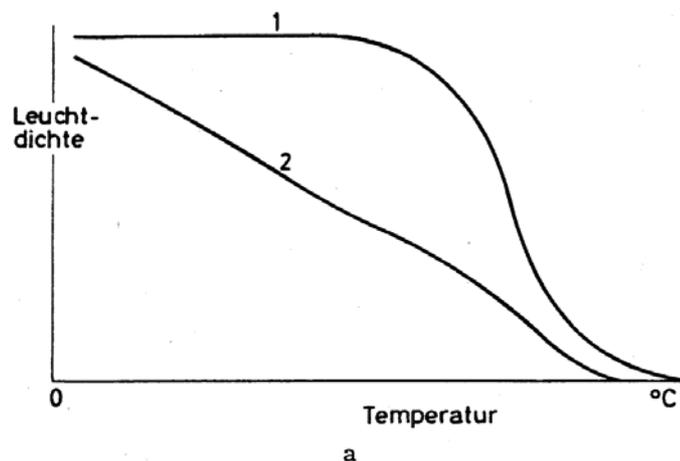


Abb. 7 Temperaturabhängigkeit der Leuchtdichte von Leuchtstoffen
 a) prinzipieller Verlauf (schematisch)
 (1) temperatur-unempfindlich im Betriebs-Temperaturbereich
 (2) temperatur-empfindlich im Betriebs-Temperaturbereich
 b) typische Beispiele, Anregung durch Elektronen von $U = 250$ V
 (1) Zinksilikatleuchtstoff
 (2) Zinkoxydleuchtstoff
 c) Praktische Auswirkung bei Erhöhung des Schirmstromes von Anzeigeröhren
 (1) Zinksilikatleuchtstoff
 (2) Zinkoxydleuchtstoff

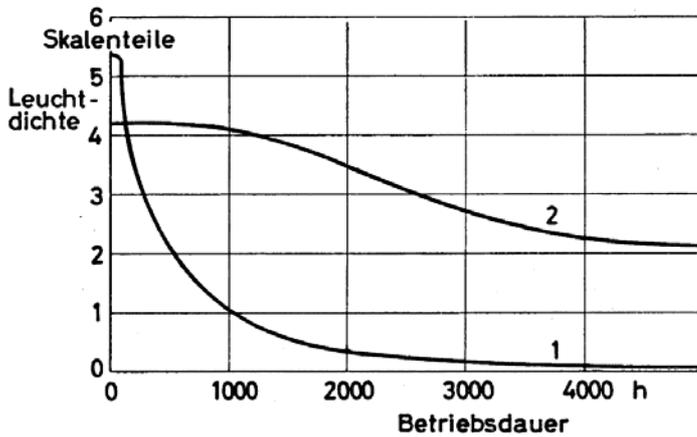


Abb. 8 Typisches Lebensdauerverhalten von Anzeigeröhren mit Zinksilikatleuchtstoff (1) und Zinkoxydleuchtstoff (2) auf oberflächenleitendem Glas bei gleicher Belastung
[Meßergebnisse aus regelmäßigen Lebensdauerversuchen]

schied zwischen der Anfangshelligkeit (sogleich nach dem Einschalten der Röhre) und der Betriebshelligkeit des erwärmten Leuchtschirmes zu groß ist. Unter dieser Voraussetzung erweist sich Zinkoxydleuchtstoff wie auch andere Sauerstoffphosphore als ein Leuchtstoff von guter Lebensdauer, da unerwünschte Arten der Leuchtstoffzersetzung infolge örtlicher Überlastung nicht auftreten.

Sofern die blaßgrüne Farbe des Zinkoxydleuchtstoffes bei Tageslicht nicht genügend Kontrast ergibt, kann durch ein aufgesetztes Farbfilter (auch durch eine farbige Lackschicht) eine Anpassung der Farbe an die vom Zinksilikatleuchtstoff gewohnte Tönung erreicht werden. Die dafür notwendige Reserve an Helligkeit ist vorhanden.

4.2 Leuchtschirm auf dem Röhrenkolben

Die Erfahrungen, die mit durchsichtigen, leitenden Schichten vorlagen, konnten hier ausgenutzt werden. Seit mehreren Jahren verwendet man leitend gemachte Glasplatten als Fensterscheiben, die gegen Vereisung geheizt werden können. Solche durchsichtigen Schichten können auch bei Elektronenröhren zur Abschirmung des Röhreninneren gegen äußere Hochfrequenzfelder benutzt werden und bieten hier den Vorteil, daß sie den Austritt der Wärmestrahlung aus dem Inneren der Röhre nicht behindern. Versuche an kleinen Katodenstrahlröhren zeigten, daß weder eine Vergiftung der Katode noch des Leuchtstoffes selbst durch diese Schichten eintrat. Auch verhältnismäßig dicke Schichten, die einen spezifischen Flächenwiderstand von nur einigen $k\Omega$ hatten und die sich schon als leichte Trübung zeigten, verminderten die Qualität der Röhre nicht.

Die erste Röhre, bei welcher eine Leitschicht dieser Art und Zinkoxydleuchtstoff bei niedrigen Spannungen verwendet wird, ist die Zählröhre VALVO E1T (1953). Es folgte im Jahre 1955 eine Anzeigeröhre für Spannungsvergleich, die VALVO E 82 M, bei welcher der Leuchtstoff schon in größerer Fläche aufgebracht war (heute nicht mehr im Lieferprogramm). Bei diesen Röhren wird die Verwendung von Zinkoxydleuchtstoff durch den Wärmekontakt des Leuchtschirmes mit der Röhrenwandung wesentlich begünstigt, weil dadurch eine verhältnismäßig niedrige Schirmtemperatur gewährleistet wird, so daß das Zinkoxyd seine hohe Leuchtdichte auch bei betriebswarmer Röhre behält. Heute liegen genügend Erfahrungen mit der Lebensdauer von solchen Abstimmanzeigeröhren vor, um den beschriebenen Fortschritt als in der Praxis gesichert anzusehen. Man konnte daher die Kolbenanzeige mit Zinkoxydschirm bei der Rundfunk-Anzeigeröhre EM 84 (s. Abb. 9) einführen, die für die Bestückung von Rundfunk- und Tonaufnahmegeräten bestimmt ist und in Großserie aufgelegt wird.

4.3 Neue konstruktive Möglichkeiten

Die gleichzeitige Verwendung von Zinkoxydleuchtstoff und durchsichtigen, leitenden Schichten auf Glas bietet neue interessante konstruktive Möglichkeiten für den Anwender. Wegen der Anbringung des Leuchtschirmes auf dem Kolben [6] hat man den Vorteil, daß das Leuchtschirmbild in der Skalenebene des Gerätes liegen kann. Man hat ferner die Möglichkeit, Schablonen auf die Röhre aufzusetzen, die dem Bild eine bestimmte Form geben oder z. B. eine Skala oder einen Nullpunkt darstellen (Abb. 10). Auch lassen sich mit Farbfiltern augenfällige Markierungen einführen. So kann das Bild vom Gerätekonstrukteur jeweils seinem besonderen Zweck angepaßt werden.

5 Herstellungstechnische Probleme und ihre Lösung

Für die Anbringung der durchsichtigen Leitschicht im Innern des Röhrenkolbens und die Aufbringung der Leuchtschicht in der Großserie sind speziell auf die Massenfertigung abgestimmte Verfahren erforderlich; Laboratoriumsverfahren bieten keine Gewähr für eine ausreichende Gleichmäßigkeit der Röhreneigenschaften in der Serie.

Für die Leuchtschirmaufbringung kann man wählen zwischen maschinellen Versionen der bekannten Methoden: Drucken, Schlämmen, Spritzen, Streichen

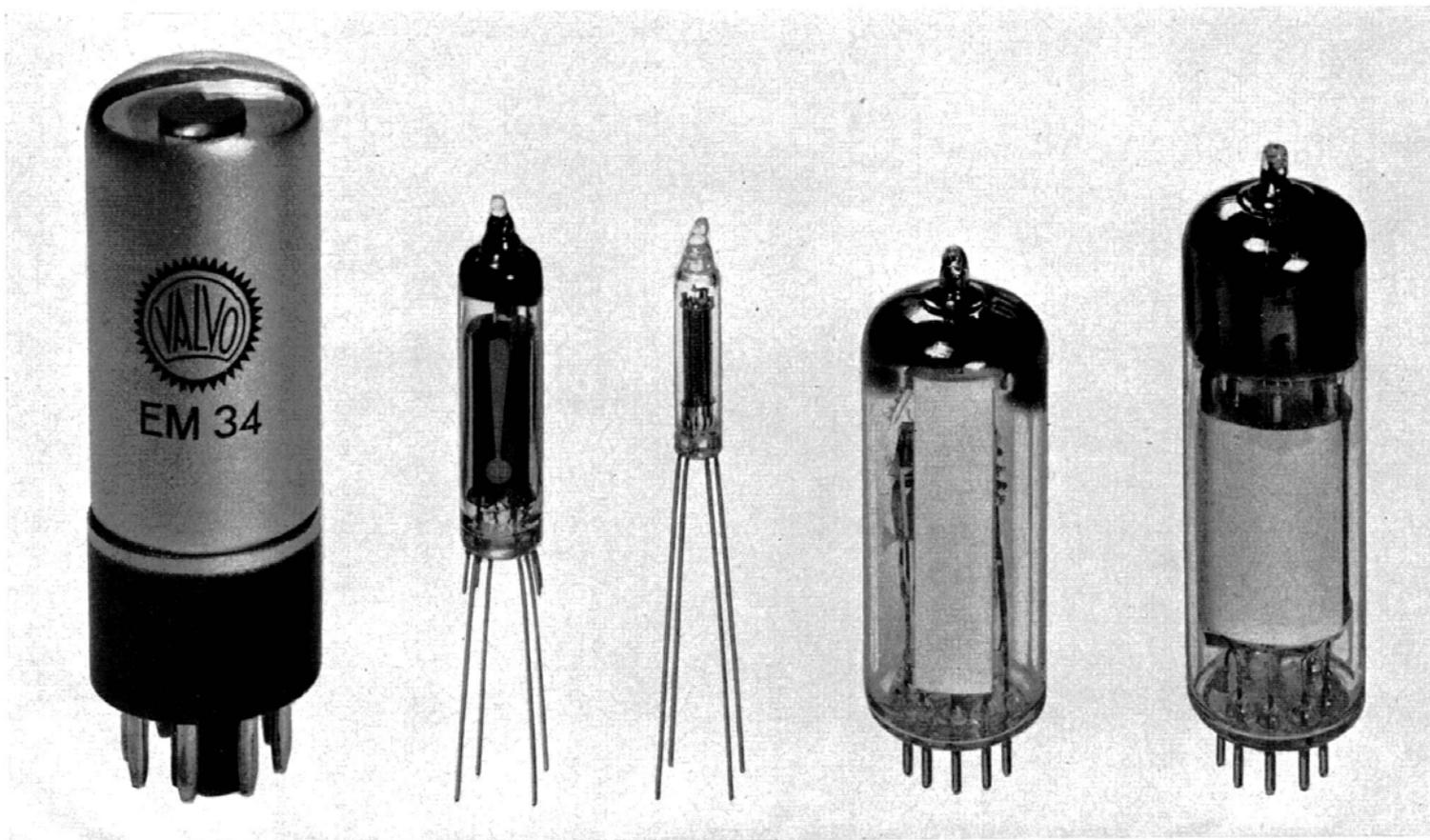


Abb. 9 Verschiedene Typen von Anzeigeröhren mit Zinkoxydleuchtstoff

EM 34* (1950—ZnO auf Metall)
DM 70 (1952—ZnO auf Metall)
DM 160 (1957—ZnO auf Metall)

EM 84 (1957—ZnO auf Glas)
E 82 M**) (1955—ZnO auf Glas)

*) Einmalige Sonderanfertigung in größerer Stückzahl

**) Nicht mehr im Lieferprogramm

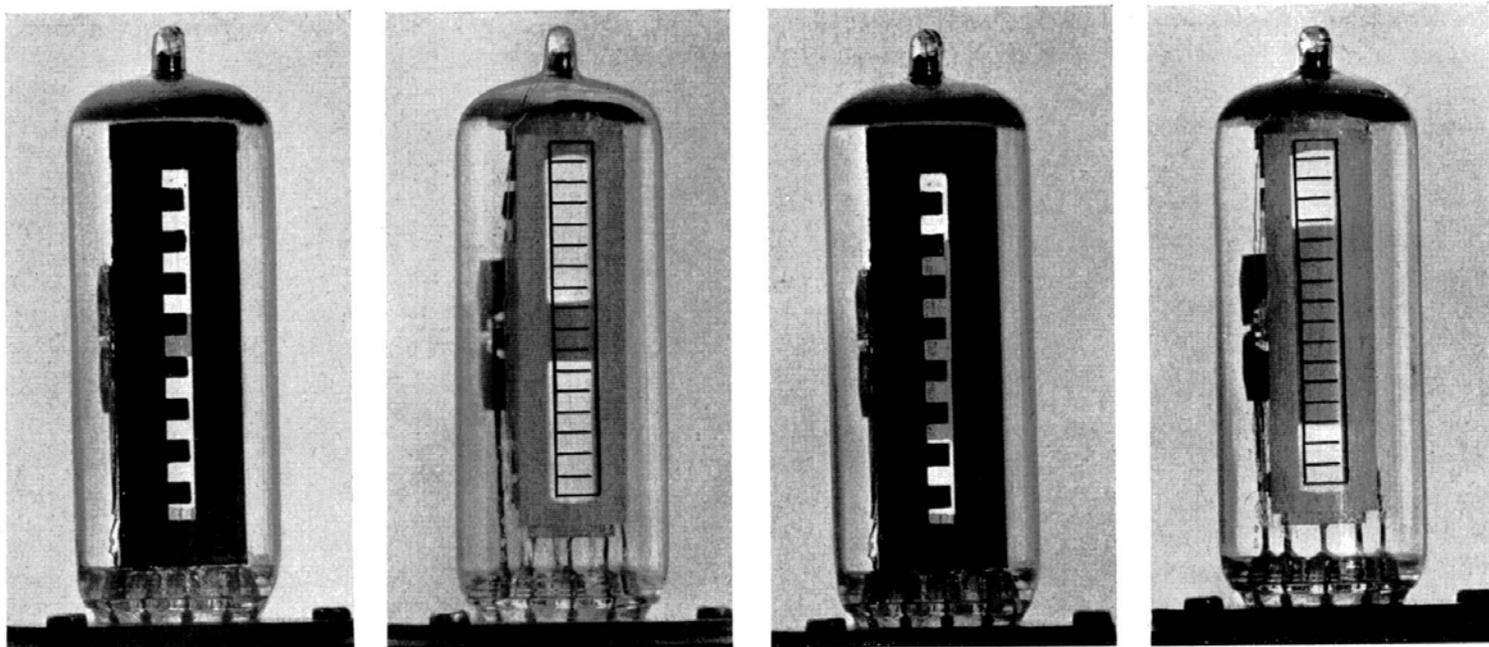


Abb. 10 Beispiele von äußerlich angebrachten Schablonen in Form von Skalen am Kolben der EM 84

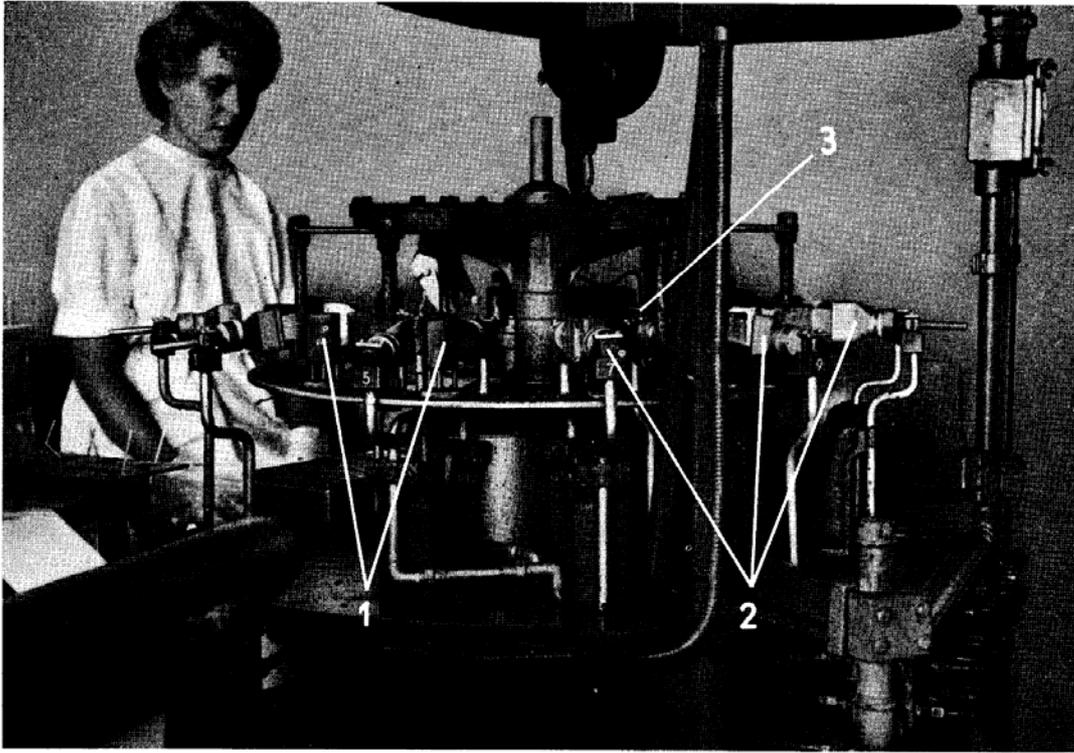


Abb. 11

Maschine zur Aufbringung der leitenden Schicht im Kolben der EM 84

1. Hülsen zur indirekten Erwärmung der darin befindlichen Röhrenkolben
2. Brenner zur Erwärmung der Hülsen
3. Stempel (gerade eingetaucht) mit Träger für die Überzugssubstanz

oder Kataphorese. Hier liegen die Schwierigkeiten weniger in der Methode als in der Vorsorge für gleichmäßige Qualität der Ausgangsstoffe sowie für größte Sauberkeit bei der Verarbeitung. Dagegen hat sich für die Herstellung der leitenden Schicht in der Großserie ein ganz spezielles Verdampfungsverfahren herausgebildet, das gestattet, stets definierte Substanzmengen bei verhältnismäßig niedriger Temperatur aufzubringen. Man läßt dabei eine Lösung der Überzugsstoffe auf einem Träger aus Zellulose oder einem anderen brennbaren, saugfähigen Kunststoff eintrocknen. Den so präparierten Träger, der z. B. in Rollen- oder Blattform, ähnlich wie Papier, vorliegt, kann man dann in beliebige Stücke mit definierten Mengen der Überzugssubstanz zerschneiden. Diese Stücke werden in den auf 400°C

erhitzten Röhrenkolben eingeführt, wobei die Überzugsstoffe verdampfen und sich an der Kolbenwand niederschlagen, während der Träger verbrennt. Auf diese Weise lassen sich gut haftende Überzüge mit sehr gleichmäßiger Leitfähigkeit in der Serie herstellen [3]. Abb. 11 zeigt eine entsprechende Vorrichtung aus der Fertigung der Anzeigeröhre EM 84.

Auch für die Ausbildung der hier erwähnten Fertigungsverfahren konnte man auf Erfahrungen aus der Leuchtstoffröhren- und Bildröhrenherstellung zurückgreifen. Die Verbesserung in der Qualität der Anzeigeröhren mit Anzeige auf dem Röhrenkolben ist auch in fertigungstechnischer Hinsicht das Ergebnis seit langem laufender Vorarbeiten auf vielen Gebieten der Röhrentechnik.

Schrifttum und Patentschriften

[1] H. te Gude und E. Schaaff, Abstimmanzeigeröhren für die Meßtechnik, *Elektron. Rdsch.* 9 (1955), H. 5, S. 184—189.

[2] D. B. P. 814 493, Kl. 21g, v. 13. 12. 1949 (Philips Patentverw. G. m. b. H.: Elektronenröhre zur optischen Spannungsanzeige, insbesondere Abstimmanzeigeröhren).

[3] D. B. P. 941 687, Kl. 32b, v. 14. 6. 1953 (Philips Patentverw. G. m. b. H.: Verfahren zur Herstellung leitender Überzüge auf Glasoberflächen).

[4] D. B. P. 843 123, Kl. 21g, v. 29. 9. 1949 (Philips Patent-

verw. G. m. b. H.: Leuchtschirm für Abstimmanzeigeröhren).

[5] G. M. 1 628 995 vom 2. 10. 1950 (Philips Patentverw. G. m. b. H.: Leuchtschirm für Abstimmanzeigeröhren).

[6] s. auch G. M. 1 738 284 v. 29. 5. 1956 (Philips Patentverw. G. m. b. H.: Elektronenröhre zur Spannungsanzeige, insbesondere Abstimmanzeigeröhre für Funkempfänger).

[7] P. J. Bouma, Farbe u. Farbwahrnehmung, Deutsche Philips Gesellschaft, Verlagsabteilung.

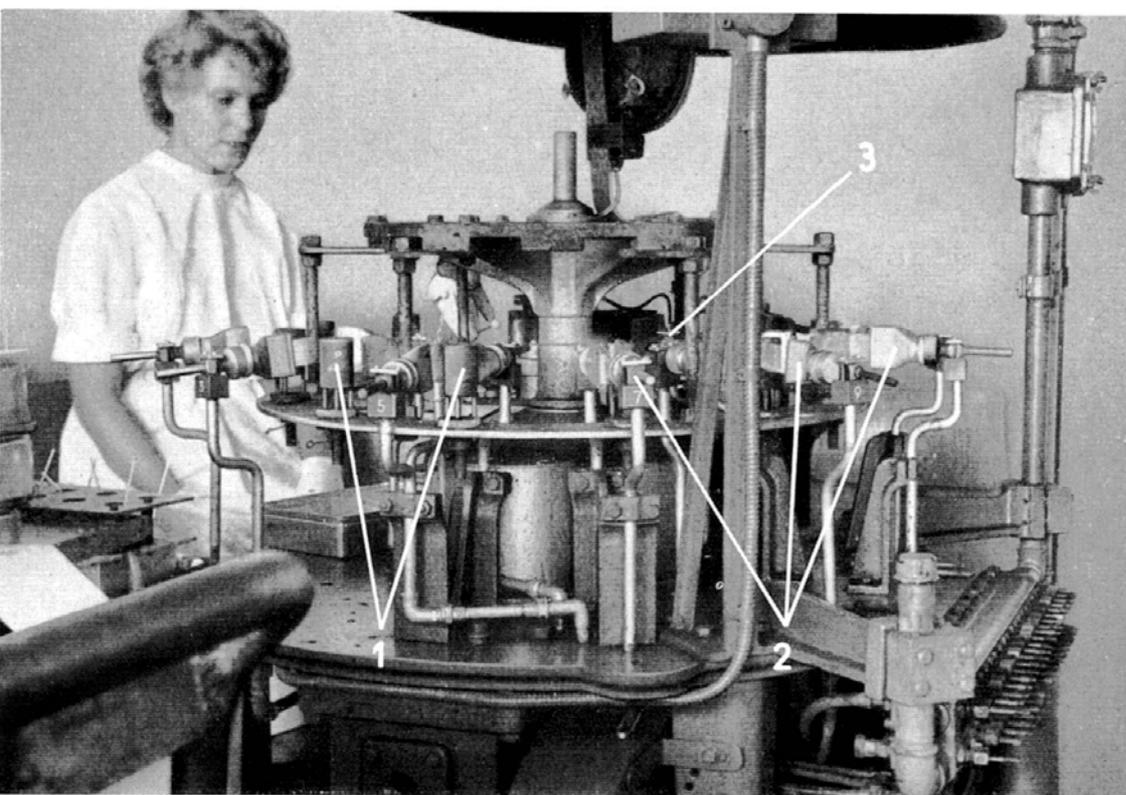


Abb. 11
Maschine zur Aufbringung der
leitenden Schicht im Kolben
der EM 84

1. Hülsen zur indirekten Er-
wärmung der darin befind-
lichen Röhrenkolben
2. Brenner zur Erwärmung
der Hülsen
3. Stempel (gerade einge-
taucht) mit Träger für die
Überzugsubstanz