

Allgemeines:

Blatt 1

Die Gruppe der Elektronenstrahlröhren, auch *Katodenstrahlröhren*¹⁾ oder *Braunsche Röhren* genannt, gliedert sich in *Oszillografenröhren* und *Fernseh-Bildröhren*. Bei beiden wird ein Elektronenstrahl über einen Leuchtschirm bewegt. In den Oszillografenröhren ist die Strahlstromstärke (meistens) konstant, in den Bildröhren wird die Helligkeit des Strahles moduliert. Die Ablenkung des Strahles kann durch elektrostatische oder magnetische Felder erfolgen. Bei den Oszillografenröhren benutzt man fast ausschließlich die statische und bei den Fernseh-Bildröhren die magnetische Ablenkung. In Spezialfällen wird auch mit gemischter Ablenkung, d. h. statisch und magnetisch gearbeitet.

Von einer Oszillografenröhre verlangt man große Helligkeit und größte Schärfe des Leuchtpunktes, hohe Ablenkempfindlichkeit bei möglichst niedriger Ablenkblindleistung und für die Verwendung der Röhren bei sehr hohen Frequenzen geringste Kapazitäten der Ablenkplatten. Weitere Forderungen sind großer Schirmdurchmesser, kurze Baulänge und recht niedrige Betriebsspannungen.

Verschiedene dieser Faktoren sind jedoch voneinander abhängig, so daß eine bestimmte Oszillografenröhre niemals sämtliche Forderungen zu gleicher Zeit optimal erfüllen kann. Stets sind Kompromisse notwendig, die von den Röhrenherstellern bei der Konstruktion der Röhren so getroffen werden, daß sich für einen bestimmten Verwendungszweck jeweils die günstigsten Betriebsbedingungen ergeben.

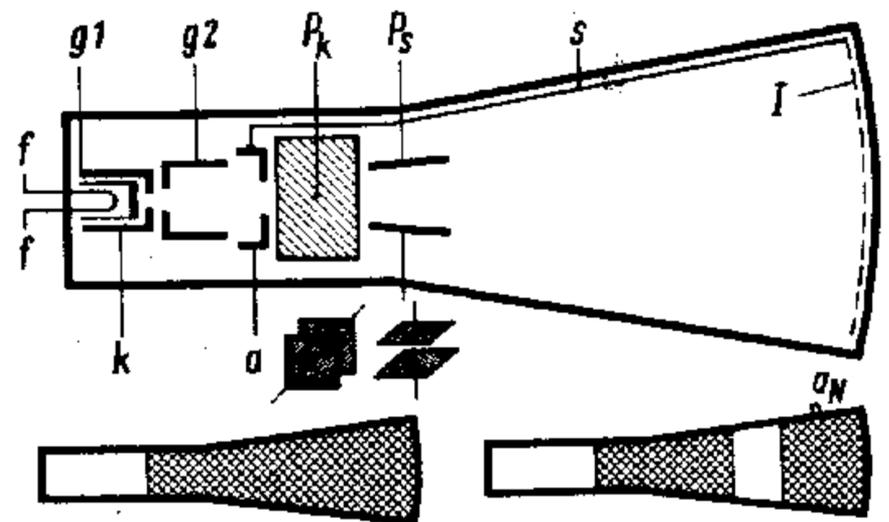
Für Oszillografen werden *Einstrahl-* und *Mehrstrahlröhren* gebaut; die ersten besitzen nur ein einziges Strahlerzeugungs- und Ablenkensystem, während bei den Mehrstrahltypen zwei oder mehr - voneinander unabhängige - Systeme in einem Kolben untergebracht sind.

In der einfachsten Form besteht das Elektrodensystem einer Oszillografenröhre aus der indirekt geheizten Oxydkatode *k* (s. Aufbauschema), dem Steuergitter (Wehneltzylinder) *g1*, der Anode *a* und dem Leuchtschirm *l*. Zwischen Anode und Steuergitter liegt eine weitere Elektrode *g2*, die etwa $1/4 \dots 1/2$ der Anodenspannung erhält und zur Bündelung des Elektronenstrahles (Punktschärfe!) dient. Sie wird als *Fokussierelektrode*, manchmal auch als *Hilfs- oder Voranode* oder als *Linsenelektrode* bezeichnet. Bei vielen Röhrentypen ist zwischen der Fokussierelektrode und dem Steuergitter noch eine weitere Elektrode eingefügt, das *Schirmgitter*, das in den Einstrahlröhren meistens innerhalb des Systems mit der Anode *a* in Verbindung steht. In Röhren mit Schirmgitter erhält dieses den Index *g2* und die darauffolgende Fokussierelektrode dann den Index *g3*.

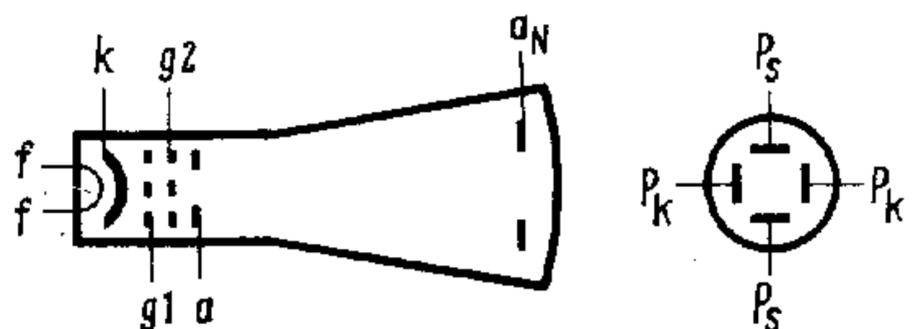
Zur Ablenkung (Steuerung) des Elektronenstrahles in den Oszillografenröhren sind unmittelbar hinter der Anode zwei aufeinanderfolgende Paare von Ablenkplatten eingebaut, deren Ebenen senkrecht aufeinander stehen. Damit läßt sich der Elektronenstrahl in zwei Richtungen ablenken, die den Achsen eines rechtwinkligen Koordinatensystems: *Y* (Ordinate) und *X* (Abszisse) entsprechen. Normalerweise führt man dem (ersten) katodennahen Plattenpaar *P_k* (auch *Y-Platten* oder *Meßplatten* genannt) die Meßspannung zu und dem (zweiten) schirmnahen Plattenpaar *P_s* (*X-Platten*, *Zeitablenkplatten*) die Bezugs- bzw. Zeitablenkspannung zu.

Für Spezialzwecke werden Oszillografenröhren auch mit nur einem einzigen oder mit drei - in ihren Ebenen um 120° versetzten - Plattenpaaren ausgerüstet.

Zur Verbesserung der Punkthelligkeit und -schärfe, ohne dabei eine wesentliche Herabsetzung der Ablenkempfindlichkeit in Kauf nehmen zu müssen, erteilt man bei Hochleistungsröhren dem Elektronenstrahl nach dem Durchgang durch das letzte Plattenpaar eine zusätzliche Beschleunigung. Dazu wird der mit der Anode verbundene innere Graphitbelag (Aquadagbelag) des Kolbens,



Aufbauschema einer Oszillografenröhre einfacherster Form.
Unten links: Graphitbelag einer normalen Röhre.
Unten rechts: Graphitbelag einer Nachbeschleunigungsröhre



Darstellung der Elektrodenanordnung

1) Als *Katodenstrahlröhren* sollten eigentlich nur solche Röhren bezeichnet werden, die eine kalte Katode besitzen, die keinen Leuchtschirm haben und die ständig an der Vakuumpumpe liegen, also nicht abgeschmolzen sind.

der normalerweise bis an den Leuchtschirm heranreicht (Aufbauschema unten links), unterbrochen, und der so entstandene schirmseitige Graphitring (Aufbauschema unten rechts), die sogenannte Nachbeschleunigungselektrode, an eine gegen Erde positive Spannung angeschlossen. In solchen Nachbeschleunigungsröhren gelangt der Elektronenstrahl nach der Ablenkung in ein neues Beschleunigungsfeld, das seine Geschwindigkeit erhöht, wodurch Helligkeit und Punktschärfe zunehmen.

Alle Elektrodenspannungen einer Oszillografenröhre stehen in einem angenäherten Verhältnis zur Anodenspannung, und zwar betragen je nach dem Systemaufbau

bei einer Anodenspannung	U_a			
die Gittervorspannung (Einstellung der Punkthelligkeit)	$-U_{g1}$	etwa	0 . . . 0,08 · U_a	
die Sperrspannung ²⁾	$-U_{g1 \text{ sperr}}$	etwa	0,02 . . . 0,04 · U_a	
die Schirmgitterspannung ³⁾	U_{g2}	etwa	0,1 . . . 0,2 · U_a	
die Fokussierungsspannung ⁴⁾ (Einstellung der Punktschärfe)	U_{g3}	etwa	0,1 . . . 0,5 · U_a	
die Nachbeschleunigungsspannung	U_{aN}	etwa	0,8 . . . 4 · U_a	

Ein Überschreiten der in den Röhrendaten angegebenen Maximalwerte ist mit Rücksicht auf die Lebensdauer der Röhre unbedingt zu vermeiden. Das Unterschreiten der angeführten Minimaldaten schadet zwar der Röhre nichts, setzt aber die optimal erreichbare Bildqualität herab. Bei der Auswertung der Daten darf der Strahlstrom I_s , der den Schirm zum Leuchten anregt, nicht etwa mit dem Anodenstrom I_a verwechselt werden; I_s ist immer, z. T. sogar wesentlich kleiner als I_a .

Der Pluspol der Anodenspannung sollte bei Oszillografenröhren nach Möglichkeit stets geerdet sein. Um Gitterstrom zu vermeiden, darf die Röhre normalerweise nicht über eine Gitterspannung von -1 Volt ins Positive hinein angesteuert werden. Die Spannungen für die Zwischenelektroden nimmt man vorteilhaft über Potentiometer von der höchsten Anodenspannung ab. Die Ablenkensysteme der meisten Röhren sind für symmetrische Ablenkspannungen konstruiert. Bei asymmetrischem Betrieb solcher Röhren ist in der Richtung der schirmnahen Platten mit - allerdings nur geringen - Trapezverzerrungen zu rechnen. Zweckmäßig sind für asymmetrischem Betrieb nur Röhren zu benutzen, die vom Hersteller eigens dafür bestimmt sind. Damit der Elektronenstrahl keine stärkere Defokussierung erfährt, soll das mittlere Potential der Ablenkplatten angenähert der Anodenspannung entsprechen.

Die Leuchtschirme der Oszillografenröhren unterscheiden sich sowohl in ihrer Fluoreszenzfarbe wie auch in der Dauer des Nachleuchtens. Während für die subjektive Beobachtung Schirme mit grüner Fluoreszenz vorzuziehen sind, weil das Auge sein Empfindlichkeitsmaximum ebenfalls im grünen Teil des Spektrums besitzt, sind für fotografische Aufnahmen des Schirmbildes blau leuchtende Schirme bedeutend günstiger, vorausgesetzt, daß ein blau-empfindliches Negativmaterial verwendet wird. (Bei grünen Leuchtbildern ist dagegen ein orthochromatisches Aufnahmematerial erforderlich).

Zur Sichtbarmachung langsamer oder einmaliger Vorgänge dienen nachleuchtende Schirme, deren (Phosphoreszenz-) Licht maximal im gelb-grünen Spektralbereich strahlt. Beim P-Schirm reicht das Strahlungsmaximum sogar weit ins Gelb hinein. Die Dauer des Nachleuchtens, d. h. die Dauer der Phosphoreszenz hängt in erster Linie vom Material des Leuchtphosphors ab, von der Höhe der Anoden- bzw. Nachbeschleunigungsspannung, vom Strahlstrom und von der Schreibgeschwindigkeit (Dauer der Anregung). Ein gut ausgeruhtes Auge kann im Dunkeln das Nachleuchten bis zu einer Minute und darüber verfolgen.

Da sich Fluoreszenzlicht (Anregungsleuchten) und Phosphoreszenzlicht (Nachleuchten) in der Farbe unterscheiden - das erste ist bläulicher, das zweite gelblicher - läßt sich durch Vorsetzen eines entsprechenden Lichtfilters die Nachleuchtspur unterdrücken. Durch Ausfilterung des Nachleuchtens kann man also aus einer Nachleuchtröhre eine nicht nachleuchtende machen.

Die verschiedenen Arten von Leuchtschirmen, wie sie z. Z. hergestellt werden, sind aus der Tabelle auf Blatt 2 zu ersehen. Die Kurven ihrer relativen spektralen Empfindlichkeitsverteilung sowie ihre Nachleuchtkurven befinden sich auf der Rückseite von Blatt 2.

- 2) Sperrspannung = Steuergitterspannung U_{g1} für den Einsatzpunkt des Strahlstromes I_s . Das ist der Punkt, bei dem der unabgelenkte fokussierte Leuchtfleck verschwindet ($I_s = 0$).
- 3) Sofern dieses Gitter nicht direkt mit der Anode verbunden ist.
- 4) Besitzt die Röhre kein Schirmgitter, dann erhält die Fokussierelektrode den Index $g2$.

Elektronenstrahlröhren-Vergleichstabelle

Als Folge der Fabrikations-Übernahme der früher von der AEG gefertigten Elektronenstrahlröhren durch Telefunken mußten die AEG-Typenbezeichnungen dem jetzt allgemein üblichen Bezeichnungssystem angepaßt werden. Wesentliche Änderungen dieser Röhren - vorwiegend Mehrstrahlröhren - sind dabei nicht erfolgt. Die durchgeführten Korrekturen beschränken sich nur auf Verbesserungen der Elektrodensysteme.

DB 13-12 bisher HR 1/130/8

<p>DBM 10-12 bisher HR 2/100/1,5 DGM 10-12 bisher HR 2/100/1,5 DNM 10-12 bisher HR 2/100/1,5 N DBM 10-14 bisher HR 2/100/1,5/6 DGM 10-14 bisher HR 2/100/1,5/6 DNM 10-14 bisher HR 2/100/1,5/6 N</p>	<p>DBM 16-12 bisher HR 2/160/1,5 DGM 16-12 bisher HR 2/160/1,5 DNM 16-12 bisher HR 2/160/1,5 N DBM 16-14 bisher HR 2/160/1,5/6 DGM 16-14 bisher HR 2/160/1,5/6 DNM 16-14 bisher HR 2/160/1,5/6 N</p>
---	---

Bezeichnungsschlüssel für Elektronenstrahlröhren (Oszillografenröhren und Fernseh-Bildröhren)

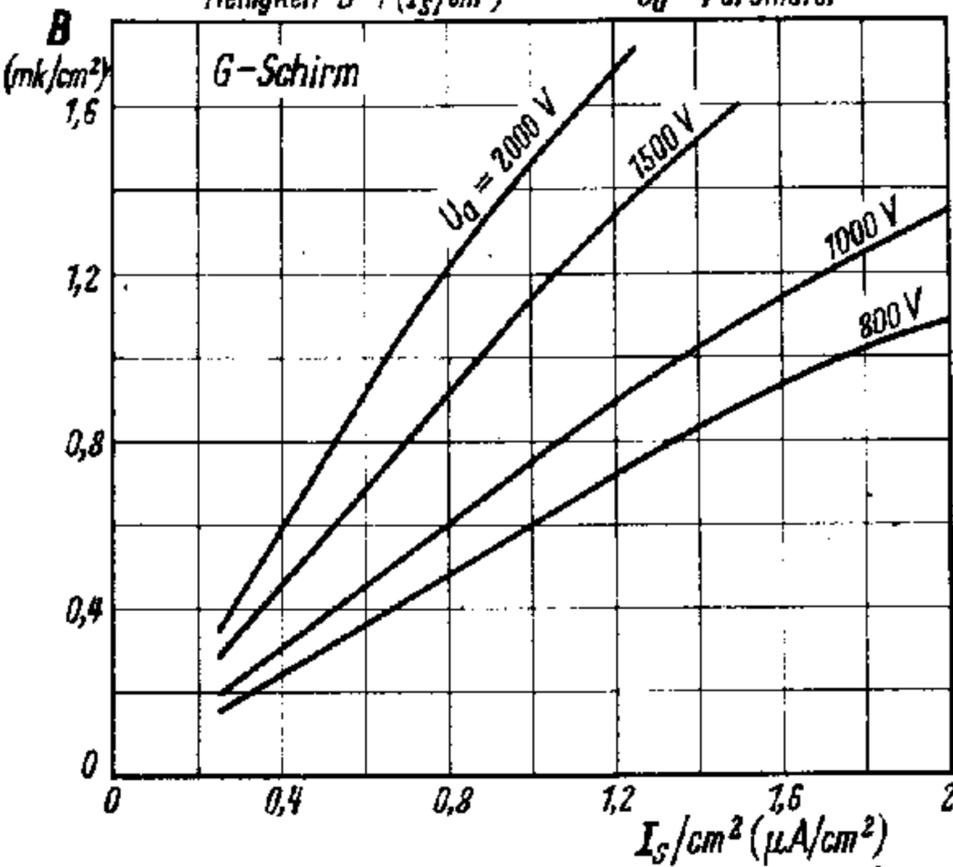
1. Buchstabe	2. Buchstabe	3. Buchstabe	1. Zahl	2. Zahl
Art der Strahlableitung	Farbe des Leuchtpunktes (Nachleuchtdauer)	Buchstabe		
<p>A = elektrostatische Fokussierung, magnetische Ablenkung</p> <p>D = doppelt-elektrostatische Ablenkung, elektrostatische Fokussierung</p> <p>M = doppelt-magnetische Ablenkung, magnetische Fokussierung</p>	<p>B = blau (sehr kurz)</p> <p>C = blau-violett (sehr kurz)</p> <p>F = orange (sehr lange)</p> <p>G = grün (mittel)</p> <p>N = grün (lange)</p> <p>P = gelb-grün¹⁾ (sehr lange)</p> <p>R = grün-gelb (lange)</p> <p>S = sepia-weiß²⁾ (mittel)</p> <p>W = weiß²⁾ (mittel)</p>	<p>M = Mehrstrahlröhre</p>	<p>Ausnutzbarer Schirmdurchmesser (der Kolbendurchmesser ist meistens etwas größer als der nutzbare Schirmdurchmesser)</p> <p>Bei Fernseh-Rechteck-Bildröhren die Diagonale der Frontfläche</p>	<p>Laufnummer</p>

1) Bei der Anregung fluoresziert der P-Schirm zunächst bläulich mit kurzer Nachleuchtdauer. Dann setzt die Phosphoreszenz, ein sehr langes Nachleuchten, in gelb-grün ein.

2) In der Hauptsache nur für Fernseh-Bildröhren.

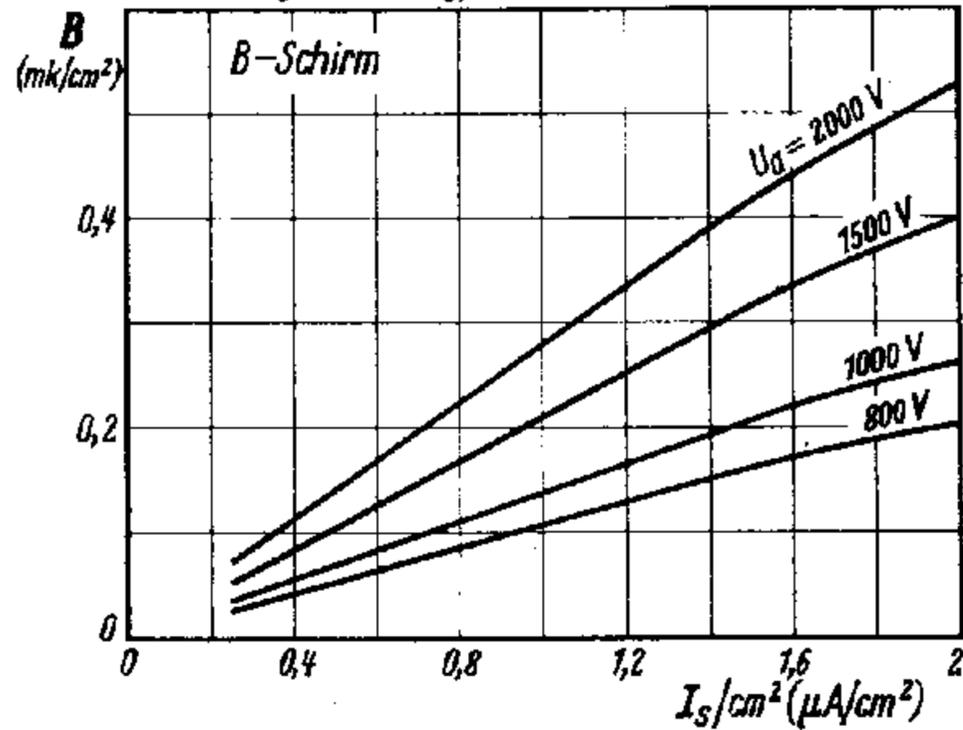
Kennlinienfeld 1

Helligkeitskurven eines G-Schirmes einer Valvo-Elektronenstrahlröhre
Helligkeit $B = f(I_S/cm^2)$ $U_a = \text{Parameter}$



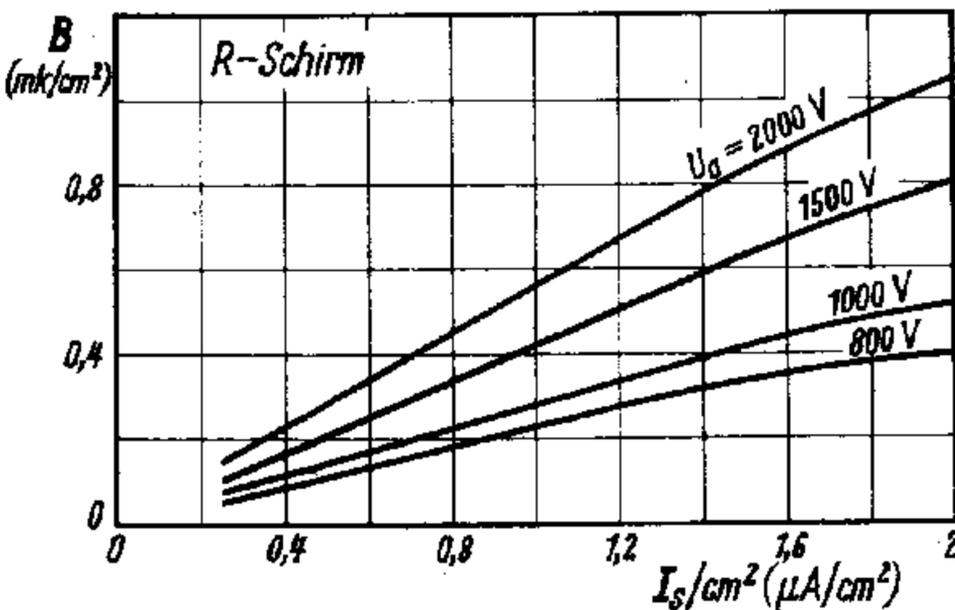
Kennlinienfeld 2

Helligkeitskurven eines B-Schirmes einer Valvo-Elektronenstrahlröhre
Helligkeit $B = f(I_S/cm^2)$ $U_a = \text{Parameter}$



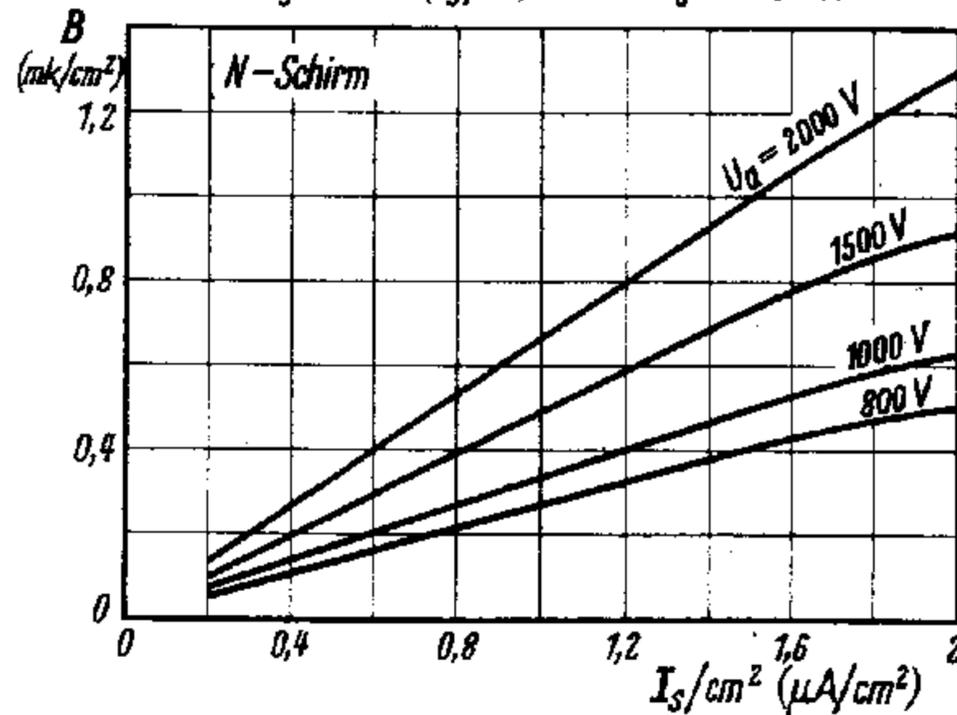
Kennlinienfeld 3

Helligkeitskurven eines R-Schirmes einer Valvo-Elektronenstrahlröhre
Helligkeit $B = f(I_S/cm^2)$ $U_a = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 4

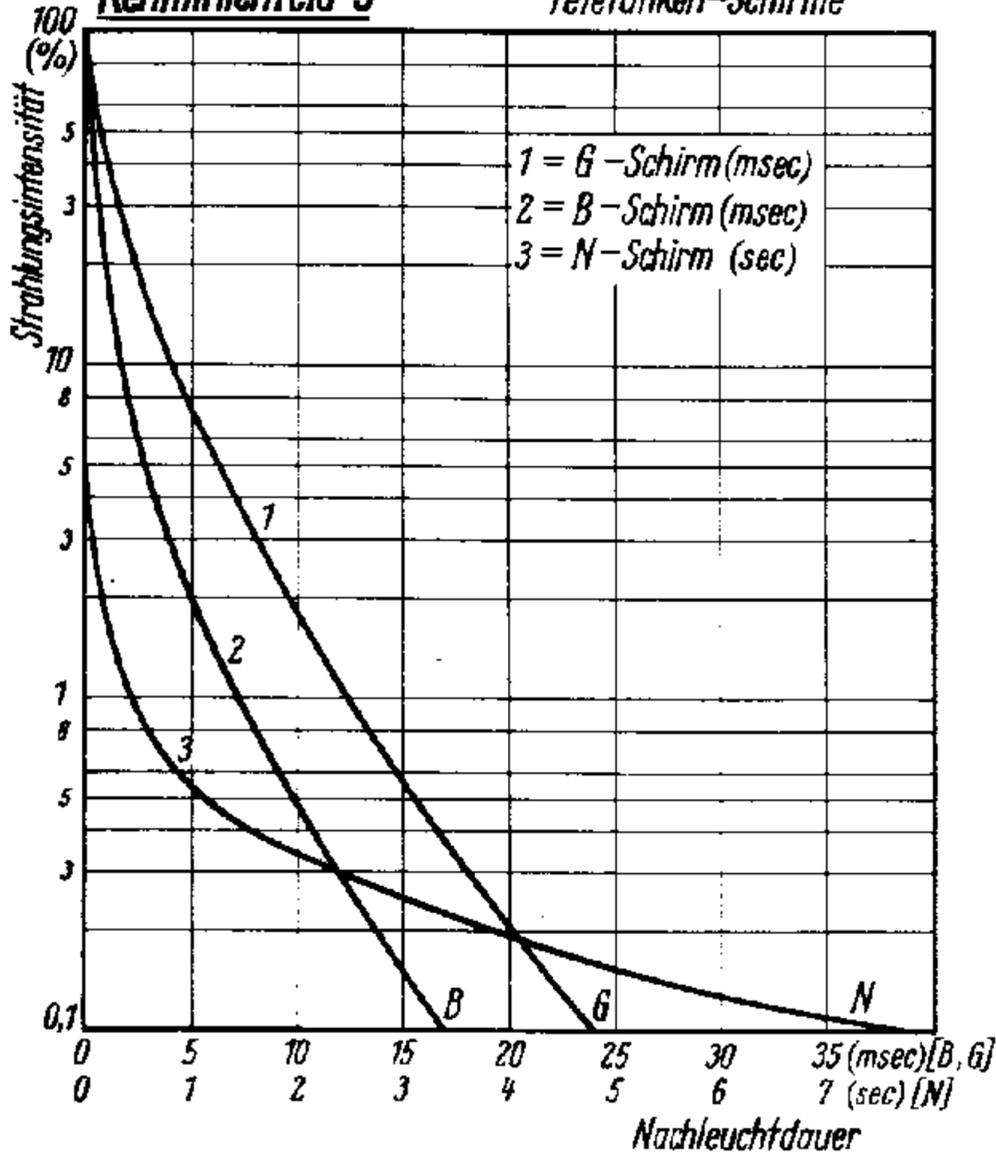
Helligkeitskurven eines N-Schirmes einer Valvo-Elektronenstrahlröhre
Helligkeit $B = f(I_S/cm^2)$ $U_a = \text{Parameter}$



Nachleuchtdauer

Strahlungsintensität = f (Nachleuchtdauer)

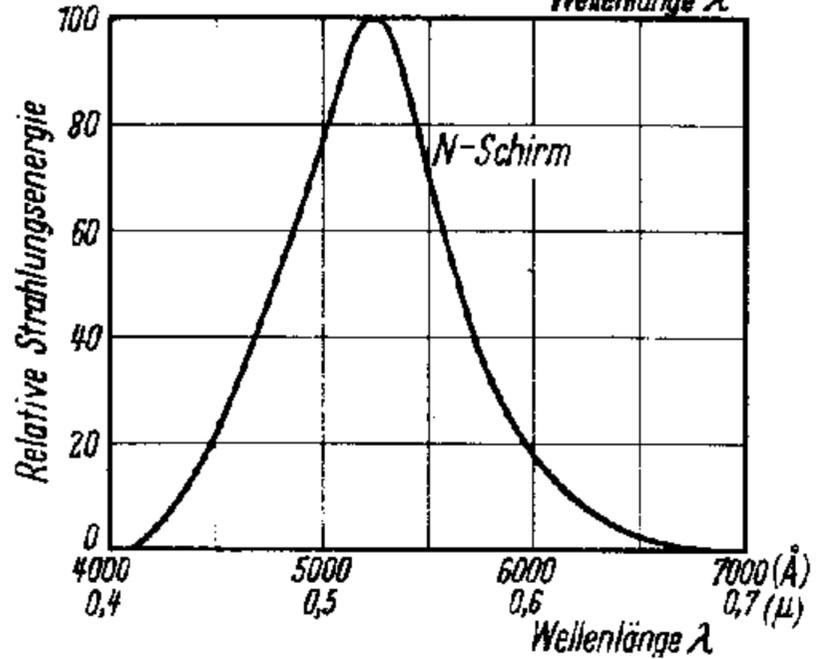
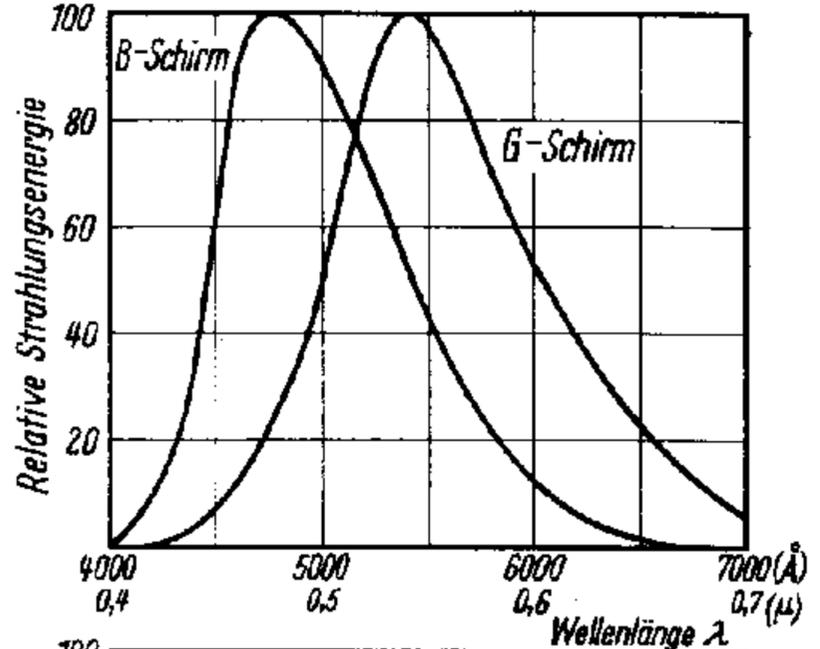
Kennlinienfeld 5 *Telefunken-Schirme*



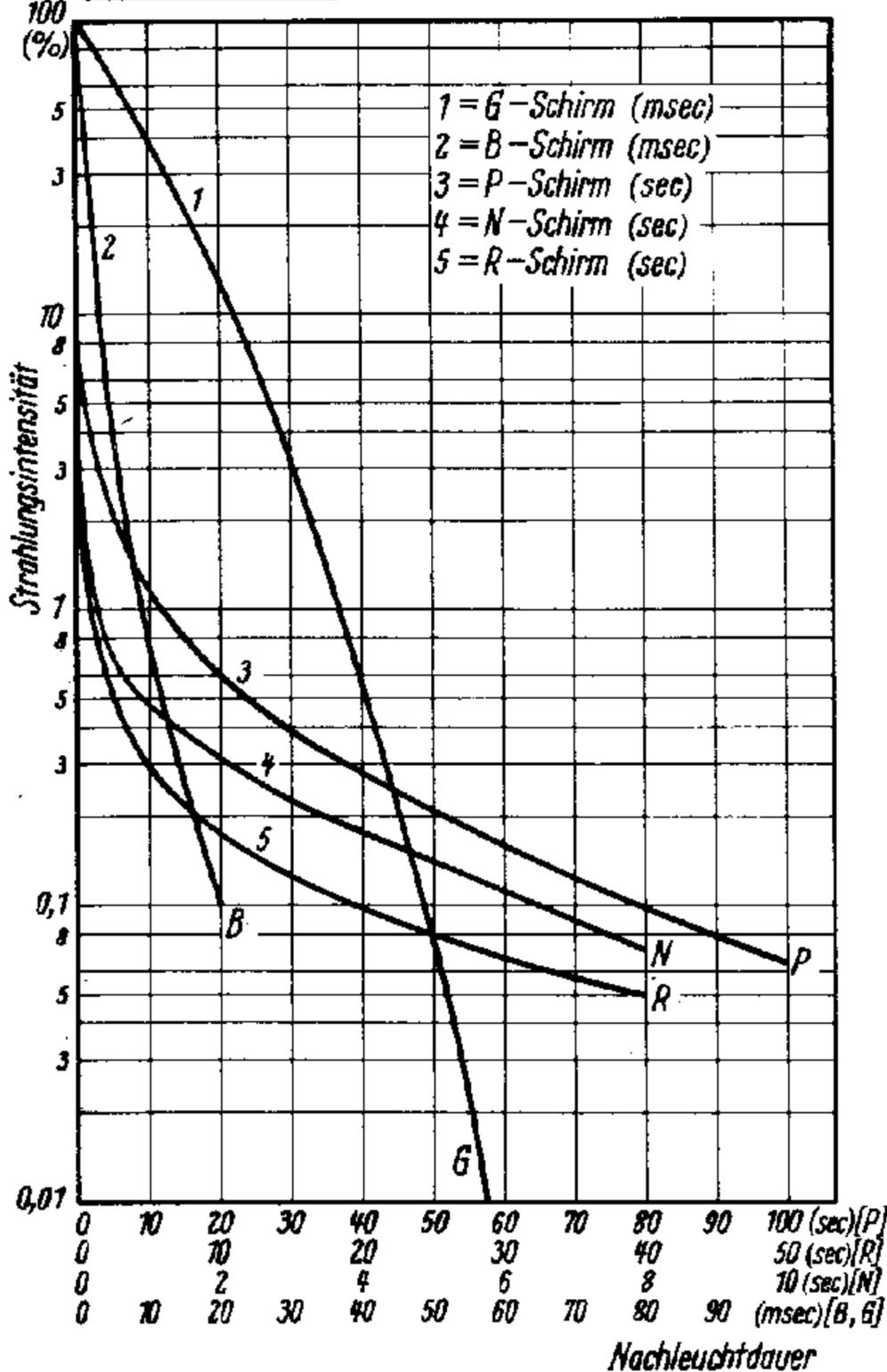
Relative spektrale Energieverteilung

Relative Strahlungsenergie = f (Wellenlänge)

Kennlinienfeld 7 und 8 *Telefunken-Schirme*



Kennlinienfeld 6 *Valvo-Schirme*



Kennlinienfeld 9 und 10 *Valvo-Schirme*

