

Zusammenfassung.

In dieser Arbeit wurde eine neue Theorie des Nebensprechens gegeben, die als ein Beispiel einer allgemeineren Erscheinung anzusehen ist, die als „komplexe Reflexion“ bezeichnet wird. Viele charakteristische Eigenheiten des Nebensprechens werden durch diese Theorie einfacher Berechnung zugänglich.

Die Übersetzung, für die ich Herrn Diplomingenieur Hans Kotte auch an dieser Stelle noch einmal herzlichst danke, gibt nur die Grundgedanken der Originalarbeit wieder, aber sie zeigt wohl genügend deutlich alle wichtigen Punkte auf.

Literatur.

K. Küpfmüller, Über das Nebensprechen in mehrfachen Fernsprechkabeln und seine Verhinderung. Archiv für Elektrotechnik 1923, Band XII, Heft 2.

Rosen, Interference between circuits in continuously loaded telephone cables. JRE. 1926 August, S. 849.

Laurent, Über das Nebensprechen und andere damit zusammenhängende Erscheinungen. ENT 5, Heft 5, 1928.

R. Dunaud, Contribution à la théorie des cables téléphoniques à paires combinables: Étude de la diaphonie. RGE. 1926, 30. Oktober, 6. November.

W. Doebke, Das Nebensprechen in Fernsprechkabeln. ENT 8, 63, 1931.

(Eingegangen am 25. April 1932.)

Eine neue Methode der Röhrenkennzeichnung.

Von F. W. Gundlach, Berlin*).

DK. 621.385.1.012.7

Bei der großen auf dem Markte befindlichen Anzahl von Elektronenröhren ist es sehr erwünscht, eine vergleichende Übersicht zu besitzen, aus der sich die charakteristischen Werte einer Röhrentype leicht ablesen und mit denen anderer Typen vergleichen lassen. Tabellen sind für diesen Zweck recht ungeeignet, da man sich erst nach längerem Hineinvertiefen aus ihnen einen Überblick verschaffen kann; es ist deshalb hier eine graphische Übersicht am Platze. Eine Methode dieser Art ist das bekannte Röhrendreieck, das, auf dem Satze von Ceva fußend, die Übersicht über Steilheit, Durchgriff und inneren Widerstand der verschiedenen Röhrentypen gibt¹⁾. Diese Methode hat an sich den bestechenden Vorteil, daß alle nur möglichen Größen der durch die Barkhausensche Röhrengleichung verbundenen Werte von Steilheit, Durchgriff und innerem Widerstand theoretisch darstellbar sind; für die praktische Ausführung ergibt sich aber der unüberwindliche

Nachteil, daß die Punkte, welche die einzelnen Röhrentypen kennzeichnen, zum Rande hin viel zu nahe zusammenrücken, und daß außerdem ein Interpolieren von Zwischenwerten wegen der strahlenförmigen Koordinaten sehr schwierig ist. Hierauf wurde bereits von H. Klingelhöffer und A. Walther²⁾ hingewiesen; von diesen Autoren wurde unter Verwendung von logarithmischem Dreieckspapier ein neues Röhrendreieck angegeben; vorteilhaft bei dieser Darstellung ist, daß die Größen in logarithmischem Maßstab aufgetragen sind, so daß sich die Kennzeichnungspunkte nirgends stark zusammendrängen; außerdem verlaufen die Koordinatenlinien einer jeden Größe einander parallel, so daß das Interpolieren sehr erleichtert ist; nur schneiden sich die Koordinatenlinien einer Größe mit denen der beiden anderen nicht rechtwinklig, sondern unter 60°, so daß auch hier erst eine gewisse Gewöhnung an die Darstellungsweise nötig ist.

Vom Verfasser wurde nun ein neues Verfahren der Röhrenzeichnung entwickelt, das sich von den oben angegebenen ziemlich stark unterscheidet. Es gestattet, nicht nur Durchgriff, Steilheit und inneren Widerstand, sondern auch die von Barkhausen definierte Röhrengüte bequem abzulesen. Die Grundidee des Darstellungsverfahrens ist

*) Anm. der Schriftföhr.: Ende März 1932 ist uns eine Arbeit ganz ähnlichen Inhalts von Herrn Prof. S. J. Zilitinkewitsch, Leningrad, zugegangen. Wie uns mitgeteilt wird, ist diese Arbeit bereits im November 1931 in der ukrainischen Zeitschrift „Radio“ und im Januar 1932 in der russischen Zeitschrift „Technika Radio i Slabogo Toka“ veröffentlicht worden.

¹⁾ E. Meyer, Telefunken-Zeitung Nr. 54, 1930, S. 54 bis 58.

²⁾ Telefunken-Zeitung Nr. 59, 1931, S. 59—61.

Die Kennzeichnungspunkte zwei rechtwinkligen, doppelt-logarithmischen Koordinatensystemen angeschlossen, die gegenseitig um 45° versetzt sind. Das Prinzip veranschaulicht Abb. 1; die beiden Koordinatensysteme sind das $x-y$ - und das $u-v$ -System. Der Ursprungspunkt O des um 45° geneigten $x-y$ -Systems hat im $u-v$ -System, dessen Ursprung bei D liegen möge, die Koordinaten DB und CA ; ein beliebiger Punkt E hat im $x-y$ -System die Koordinaten OG und OF und im $u-v$ -System die Koordinaten DJ und CH . Zwischen

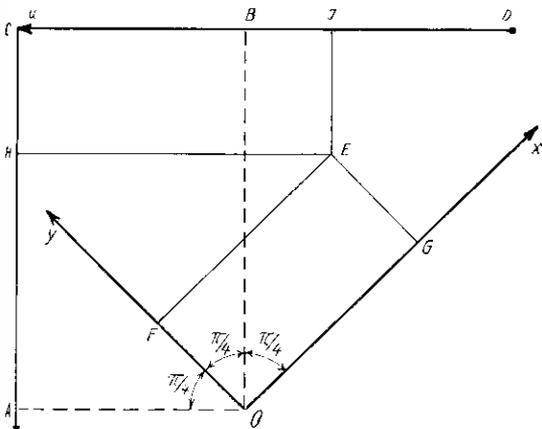


Abb. 1. Grundform des Kennzeichnungsdiagramms.

aus den Koordinatenwerten bestehen folgende, aus der Abbildung leicht abzulesende Beziehungen:

$$\overline{DB} = DB - JB = DB - (OG \cdot \sin \pi/4 - OF \cdot \cos \pi/4); \quad (1)$$

$$\overline{DB} = \overline{DB} - (OG - OF) \sqrt{2}/2. \quad (1)$$

$$\overline{CA} = CA - (OG \cdot \cos \pi/4 + OF \cdot \sin \pi/4) = CA - (OG + OF) \sqrt{2}/2. \quad (2)$$

Wählt man nun in dem geneigten System als Abszisse x den Röhrendurchgriff D , in O mit dem Wert D_0 beginnend, und als Ordinate y die Steilheit S , in O mit dem Wert S_0 beginnend, auf, und wählt einen logarithmischen Maßstab, so erhalten die Strecken der Abbildung folgende Bedeutung:

$$OG = \log D - \log D_0 = \log (D/D_0); \quad (3)$$

$$OF = \log S - \log S_0 = \log (S/S_0); \quad (4)$$

Man läßt sich Gl. (1) folgendermaßen umformen:

$$\overline{DJ} = DB - [\log (D/D_0) - \log (S/S_0)] \sqrt{2}/2; \quad (5)$$

oder:

$$\sqrt{2} (DJ - \overline{DB}) = \log (S/D) + \log (D_0/S_0).$$

Nach der Barkhausenschen Definition ist die Röhrgüte $G = S/D$; daher folgt:

$$\sqrt{2} \cdot DJ = \log G + \log (D_0/S_0) + \sqrt{2} \cdot DB; \quad (6)$$

oder:

$$\sqrt{2} \cdot DJ = \log G - \log G_0 = \log (G/G_0), \quad (7)$$

wobei dann G_0 den Wert der Güte bezeichnet, mit dem man in dem beliebig zu wählenden Ursprungspunkt D beginnen muß. — In ähnlicher Weise läßt sich die Gleichung (2) umformen:

$$CH = CA - [\log (D/D_0) + \log (S/S_0)] \sqrt{2}/2; \quad (8)$$

oder:

$$\sqrt{2} \cdot (CH - CA) = \log (1/DS) + \log (D_0 S_0).$$

Der Wert $1/DS$ ist nach der Barkhausenschen Röhrgleichung gleich dem inneren Röhrenwiderstand W ; dadurch ergibt sich:

$$\sqrt{2} \cdot CH = \log W + \log (D_0 S_0) + \sqrt{2} \cdot CA; \quad (9)$$

oder:

$$\sqrt{2} \cdot CH = \log W - \log W_0 = \log (W/W_0), \quad (10)$$

wobei W_0 den Wert angibt, bei dem man von der beliebig angenommenen u -Achse aus beginnen muß. — Aus dieser Ableitung geht hervor, daß der Zusammenhang zwischen Durchgriff, Steilheit, innerem Widerstand und Güte sich aus dem Diagramm direkt ablesen läßt; es ist lediglich erforderlich, daß D und S in dem geneigten Koordinatensystem in dem gleichen logarithmischen Maßstabe aufgetragen werden; die Ausgangswerte D_0 und S_0 können entsprechend den Anforderungen der Praxis beliebig gewählt werden; G und W ergeben sich dann aus dem gerade stehenden Koordinatensystem ebenfalls in logarithmischem Maßstabe, der das $\sqrt{2}/2 = 0,707$ fache des $D-S$ -Maßstabes beträgt.

Um die Übersichtlichkeit der Röhrenkennzeichnungsmethode zu zeigen, ist in Abb. 2 eine Übersicht der gebräuchlichsten deutschen Röhrentypen dargestellt. Sämtliche Röhren lassen sich unterbringen in dem Bereich:

$$D = 0,1^0/0 \dots 35^0/0;$$

$$S = 0,3 \dots 8,0 \text{ mA/V};$$

die Grenzen von W und G ergeben sich dann ohne weiteres zwangsläufig aus dem Diagramm; die Achsen für W und G werden lediglich nach dem Gesichtspunkt guter Übersichtlichkeit gezogen. Wie man aus Abb. 2 erkennt, verteilen sich die Kennzeichnungspunkte ziemlich gleich-

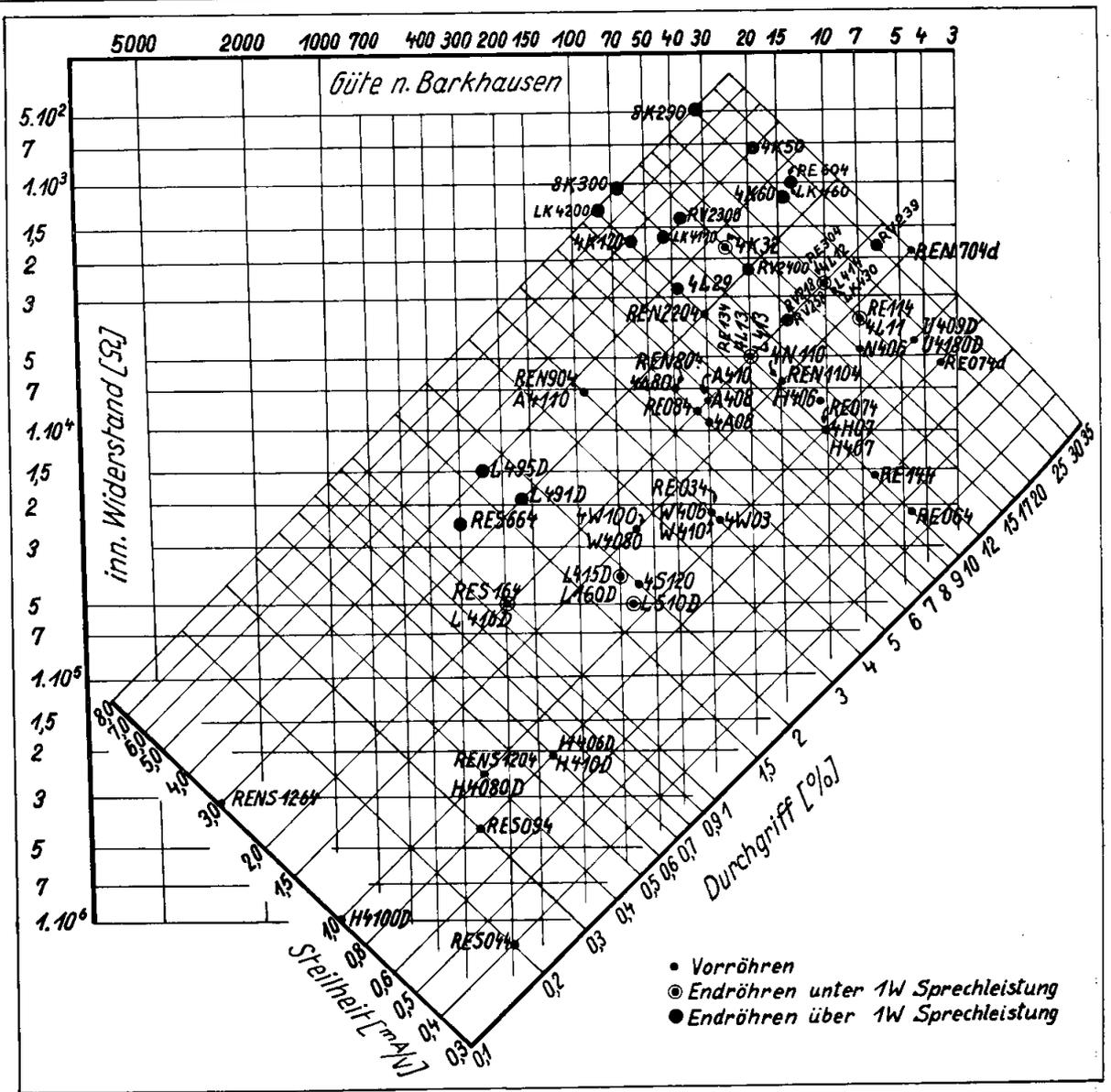


Abb. 2. Übersichtsdiagramm über die gebräuchlichsten Empfängerröhren.

mäßig über die ganze Fläche; daß die Beschriftung an manchen Stellen etwas gedrängt erscheint, ist lediglich darauf zurückzuführen, daß die Übersicht die Fabrikate dreier Firmen enthält, welche zu großen Teilen völlig gleiche Typen herausbringen. Da die Ausgangsleistungen der Röhren durch verschiedene Arten von Kennzeichnungspunkten angegeben sind, enthält ein solches Diagramm eigentlich alles, was zur Beurteilung jeder Röhrentype erforderlich ist, insbesondere weil die Daten der Heizspannung und des Heizstromes aus den Typennummern der Röhren hervorgehen.

Zusammenfassung.

Es wird eine neue Methode der Röhrenkenn-

zeichnung beschrieben, aus der sich die Werte von Durchgriff, Steilheit, innerem Widerstand und Güte unmittelbar ablesen lassen. Dies wird dadurch erreicht, daß alle Kennzeichnungspunkte gleichzeitig zwei logarithmischen Koordinatensystemen angehören, die gegeneinander um einen Winkel von 45° versetzt sind. Der Vorteil dieser Kennzeichnungsmethode liegt darin, daß die Kennzeichnungspunkte sich an keiner Stelle zu stark zusammendrängen und daß infolge Anwendung von nur rechtwinkligen Koordinatensystemen die Ablesungen besonders einfach und bequem sind gegenüber den anderen bekannten Röhrenkennzeichnungsverfahren.

(Eingegangen am 19. Februar 1932.)