

Laborleiter Elektrotechnik und Genehmigungsinhaber der Experimental- und Versuchsfunkstelle,
Dozent und Baurat **Dr.-Ing. Kurt Heinrich**, Ingenieur-Akademie der Seestadt Wismar

Der nachfolgende Artikel der „**Elektrotechnischen Zeitschrift**“,
- Zentralblatt für Elektrotechnik, Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und
des Verbandes Deuter Elektrotechniker seit 1894 -
ist dem Heft 35 von **1928**, den Seiten 1296/1297 entnommen worden.

Störungen von Rundfunkempfang durch Quecksilberdampf-Gleichrichter.

Von Dr.-Ing. Kurt Heinrich, Wismar (Ostsee).

Übersicht. Durch Beobachtung der Störungen in einem dicht benachbarten Empfänger wird das Auftreten von Schwingungen festgestellt, die mit der Periodenzahl des gleichgerichteten Drehstromes nichts zu tun haben. Der Ursprung dieser Schwingungen, deren Frequenz in das Frequenzgebiet des Hörbereichs fiel, wird im Arbeiten des Gleichrichters als Lichtbogen-generator vermutet. Auf diese Vermutung sich stützende Versuche führten zur Beseitigung der Störungen.

Wiederholt gemeldete Störungen von Rundfunkempfang durch Quecksilberdampf-Gleichrichter gaben die Veranlassung zu folgenden Versuchen: Ein einem Generator entnommener Drehstrom von $f = 50$ Hz wurde in einem Hg-Gleichrichter, Abb. 1, gleichgerichtet. Unter Konstant-

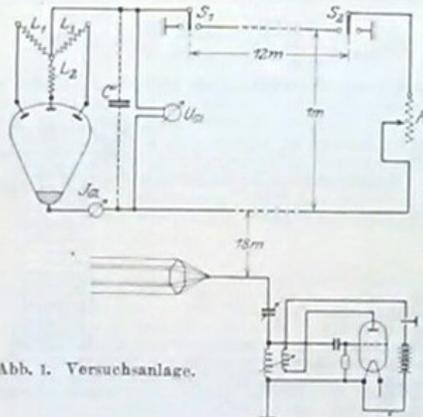


Abb. 1. Versuchsanlage.

haltung der Spannung $U_{Gl} = 120$ V wurde der Gleichstrom über eine 12 m lange Freileitung, die in 3 m Abstand über der Erde gespannt war, in einem Belastungswiderstand R vernichtet. Der Gleichstrom konnte zwischen 4 und 15 A geändert werden. Die Freileitungstränge waren im Abstände von 1 m gespannt. Durch die Schalter S_1 und S_2 konnte der negative Strang durch Erdleitung ersetzt werden. Fast senkrecht über der Freileitung war im Abstände von rd. 18 m eine sechsdrähtige Reusenantenne gespannt, an die ein normales Audion mit Rückkoppelung und Zweifach-NF-Verstärker geschaltet war. Der Empfänger wurde auf den benachbarten Hamburger Rundfunksender eingestellt und alle Versuche durchgeführt, während der Hamburger Sender arbeitete.

1. Am Gleichrichter: $I_{Gl} = 8 \dots 15$ A, negativer Strang durch die Umschaltung der Schalter S_1 und S_2 durch Erdleitung ersetzt.

Im Empfänger: α) Starker Brummtön, kurz α -Ton genannt. β) Mittelstarker weiterer Ton, halb Pfeifen, halb Geräusch. Der Ton liegt wesentlich über dem α -Ton (kurz β -Ton genannt).

Bei Steigerung der Stromstärke auf 15 A nimmt der α -Ton stärker zu als der β -Ton. Die Tonhöhen bleiben aber gleich.

2. Am Gleichrichter: $I_{Gl} = 8 \dots 15$ A. Negativer Strang durch die Schalter S_1 und S_2 als Freileitung.

Im Empfänger: Der α -Ton ist etwas schwächer geworden, die Tonhöhe aber wie unter 1. Der β -Ton ist schwächer geworden und in der Tonlage tiefer. Änderungen der Stromstärke ändern nur die Lautstärken.

3. Am Gleichrichter: $I_{Gl} = \text{konst.} = 15$ A. Negativer Strang durch Erdleitung ersetzt. Die Frequenz auf 35 Hz verringert.

Im Empfänger: α -Ton tiefer. Lautstärke wie unter 1. β -Ton in der Tonhöhe und Lautstärke wie bei 1, aber mehr Geräusch als Pfeifen.

4. Am Gleichrichter: $I_{Gl} = \text{konst.} = 15$ A. Negativer Strang durch Erdleitung ersetzt. Frequenz auf 65 Hz erhöht.

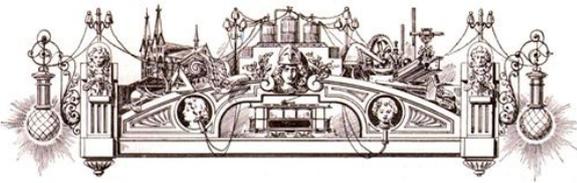
Im Empfänger: α -Ton höher als unter 1. Lautstärke wie unter 1. β -Ton in der Tonhöhe und Lautstärke wie bei 1, aber mehr Pfeifen als Geräusch.

Vor der Fortsetzung der Untersuchungen wurde zunächst nach einer Erklärung der beiden Störtöne gesucht. Die Entstehung des α -Tones ist leicht geklärt: Die Frequenz des α -Tones ist die der Pulsationen des Gleichstromes. Da es sich um Drehstrom mit der Frequenz f_1 handelt, haben die Gleichstrompulsationen die Frequenz $f_2 = 3f_1$. Somit muß die Tonhöhe mit der Drehstromfrequenz fallen oder steigen.

Anders liegen die Verhältnisse bei der Erklärung des β -Tones. Da der β -Ton im Empfänger — sowohl Pfeifen als auch Geräusch — schwankend auftrat, konnte es sich nicht — um den Ausdruck zu gebrauchen — um eine „stabile Frequenz“ handeln. Da die Tonhöhe des β -Tones gleich blieb, wenn die Frequenz des Drehstromes geändert wurde, konnte weiterhin die Frequenz des β -Tones nicht wie der α -Ton mit der Frequenz des Drehstromes zusammenhängen. Ferner änderte sich der β -Ton, wenn der negative Strang der Freileitung durch Erdleitung ersetzt wurde. Diese Beobachtungen führten zu folgenden Vermutungen über den Ursprung des β -Tones. Der Kreis: Lichtbogen im Gleichrichter — Kapazität der Freileitung, arbeitet als besonderer Schwingungskreis mit dem Lichtbogen als Generator. Da die Kapazität der Freileitung sehr klein ist, können trotz der verhältnismäßig hohen Selbstinduktion der Generatorwicklung Schwingungen so geringer Frequenz zustandekommen, daß der Hörbereich gestört wird. Daß die Kapazität der Freileitung eine Rolle dabei spielt, zeigten die Beobachtungen unter 2. Die Kapazität der Freileitungen gegeneinander ist des geringeren Abstandes wegen größer als gegen Erde. Der β -Ton war bei 2 tiefer als bei 1. Ist I_w der eine Generatorwicklung durchfließende Strom, Φ der Induktionsfluß und L die Selbstinduktion der Wicklung, dann gilt:

$$L = \frac{d\Phi}{dI}$$

Mit zunehmender Sättigung muß somit L geringer werden. Liegen die Verhältnisse nun so, daß der Höchst-



30. August 1928

Elektrotechnische Zei

wert $I_{w\max}$ des Stromes einen Induktionsfluß Φ_{\max} hervorruft, der in oder über das Knie der Magnetisierungskurve fällt, dann bedeutet dies für eine halbe Periode des Wechselstromverlaufes eine Schar von Selbstinduktionswerten, deren Größe gegen den Höchstwert des Stromes zu abnimmt. Somit wird unter Zugrundelegung obiger Vermutung die Frequenz des β -Tones über eine halbe Periode des Wechselstromes gegen den Höchstwert des Stromes zu zunehmen und dann wieder fallen müssen. Ferner sind praktisch die Selbstinduktionskoeffizienten der drei Generatorwicklungen nicht genau gleich. Somit werden die Schwingungsvorgänge in den drei Phasen, also in bezug auf eine Periode, in je $\frac{1}{2}$ Periode untereinander nicht gleich sein. Letzten Endes wird die Hysterese des Lichtbogens im Gleichrichtergefäß eine Rolle spielen. In Abb. 2

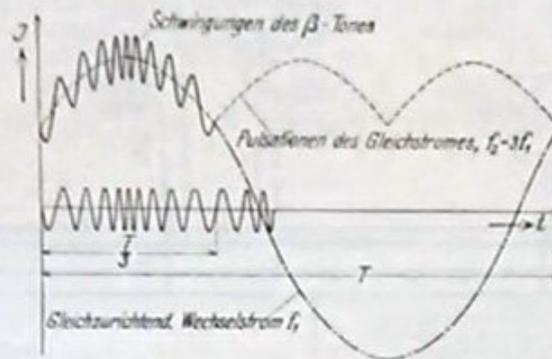


Abb. 2.

sind die Vermutungen praktisch dargestellt. Trifft die Vermutung zu, dann muß sich mindestens der β -Ton ändern, wenn die Kapazität zwischen den Leitungen oder die Selbstinduktion der Generatorwicklung (je Phase betrachtet) geändert wird. Es wurden daher die Leitungsstränge mit einer Kapazität von 100 cm überbrückt. Der β -Ton begann in der Tonhöhe zu fallen. Bei 1000 cm zusätzlicher Kapazität war nur noch ein — immer noch störendes — Rauschen zu hören. Bei $9 \cdot 10^4$ cm war der β -Ton als Störer verschwunden. Dasselbe trat ein, wenn vor die Generatorwicklungen drei Selbstinduktionen von je 0,1 H geschaltet wurden.

Da der α -Ton immer noch durchdrang, wurde die zusätzliche Kapazität zwischen den Freileitungen weiter erhöht. Bei $2 \mu\text{F}$ war auch der α -Ton verschwunden, so daß trotz Arbeiten des dicht benachbarten Gleichrichters der Empfang des Hamburger Senders ungestört erfolgen konnte.

Es wird nun ausdrücklich betont, daß die vorstehende Erklärung des β -Tones sich nur auf eine Vermutung stützt, da meßtechnische Einrichtungen wie z. B. ein Oszillograph usw. nicht zur Verfügung standen, um die den β -Ton verursachenden Schwingungen mit Sicherheit nachzuweisen. Die vorstehenden Zeilen sollen daher nur den Anstoß zu weiteren Untersuchungen geben.