

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

**Band:** 4 (1926)

**Heft:** 3

**Artikel:** Aus dem Radio-Laboratorium

**Autor:** Nussbaum, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873870>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.04.2026

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

sozusagen über jede Festlandentfernung zu verkehren, und tatsächlich stehen in den Vereinigten Staaten Leitungen im Betrieb, die über ganz Europa hinwegreichen würden.

Der letzte Jahresbericht der American Telephone and Telegraph Company spricht von einer ständigen und unverminderten Entwicklung des Telephons in Amerika und stellt fest, dass trotz der grossen Ausdehnung des dortigen Betriebes keine Anzeichen dafür vorhanden sind, dass irgendwo der Sättigungspunkt erreicht sei.

Wer kann sagen, welcher Prozentsatz der gewaltigen geschäftlichen Entwicklung Amerikas unmittelbar auf den Einfluss des Telephons zurückzuführen ist? Ein sehr bekannter amerikanischer Schriftsteller schreibt: „Niemand fängt heute ein Geschäft an ohne Telephon. Ein Mann ohne Telephon und ohne ausgedehnten Telephonverkehr ist kein Geschäftsmann. Das Telephon ermöglicht mehr als irgend etwas anderes eine rasche und sorgfältige Bedienung der Kundschaft. Ebenso beginnt heute niemand einen Haushalt, ohne sich ein Telephon einrichten zu lassen. Eine Ehefrau soll das beruhigende Gefühl haben, dass sie im Notfall rasch

Hilfe herbeirufen und dass sie über ihre Anschlussleitung mit ihren Freundinnen und Nachbarinnen und mit ihren Kaufläden in Verbindung treten kann.“ Ein englischer Schriftsteller äussert sich dahin, dass durch das Telephon die Leistungsfähigkeit des Einzelnen um einen gewaltigen Prozentsatz gesteigert werde.

So kommt denn der weiteren Verbreitung des Telephons nationale Bedeutung zu. Sie verdient die Sympathie und die Unterstützung der politischen Parteien, der Gewerbe- und anderer Verbände und des Publikums im allgemeinen.

Die gegenwärtigen Verhältnisse sind der Behandlung dieser Frage besonders günstig, weil die Mitteilung vom allmählichen Uebergang zum automatischen Betrieb das Interesse des Publikums für telephonische Dinge geweckt hat, weil die dringende Notwendigkeit besteht, ohne jeden Verzug Massnahmen zur Bekämpfung der Arbeitslosigkeit zu ergreifen, und weil jeder einzelne Punkt sorgfältig geprüft zu werden verdient, der in dieser schweren Zeit angestregten internationalen Wettbewerbes auf die nationale Leistungsfähigkeit günstig einzuwirken vermag. E. E.

## Aus dem Radio-Laborium.

Von E. Nussbaum.

### I. Ueber ein Verfahren zur Bestimmung der Wechselzahl hochfrequenter Schwingungen.

Die absolute Frequenz-Messung hat zur Voraussetzung, dass, je nach der Art der Erzeugung hochfrequenter Schwingungen, entweder die die Frequenz bedingenden elektrischen Grössen — Selbstinduktion und Kapazität — des Schwingungskreises, oder Grundfrequenz und Ordnungszahl der abgeleiteten Oberschwingung bekannt seien.

Der Verfasser hat im Heft 6 des III. Jahrganges dieser Zeitschrift ein akustisches Verfahren zur Eichung von Wellenmessern beschrieben, und da sich bei der praktischen Auswertung des Verfahrens gewisse Schwierigkeiten in der Bestimmung der Ordnungszahlen der Harmonischen ohne Benützung eines Wellenmessers ergeben hatten, wurde die Frage einer nähern Prüfung unterzogen, auf welche einfache Weise die Ordnungszahl einer Oberschwingung ohne Benützung eines Wellenmessers bestimmt werden könnte.

Die Untersuchung dieser Frage führte zu folgendem Ergebnis:

Ein Schwingungskreis von nur annähernd bekannter Wellenlänge sei erregt und es solle zunächst seine Frequenz bestimmt werden. Dazu benützen wir einen Audion-Rückkopplungs-Empfänger, der nacheinander beiderseits der zu bestimmenden Frequenz so eingestellt werde, dass im Telephon ein Interferenzton bekannter Frequenz, z. B. einer geichteten Stimmgabel, wahrgenommen wird.

Ist  $f_x$  die zu bestimmende Frequenz,  $k$  die Frequenz des Interferenz-Tones,  $f_1$  die Frequenz des Audions bei Einstellung des Kondensators entsprechend der Kapazität  $C_1$  und  $f_2$  die Frequenz ent-

sprechend  $C_2$ ; ist ferner  $C_1 < C_2$  und  $f_1 > f_2$ , d. h.  $f_1 - f_2 = 2k$  und  $f_x = f_2 + k$ , so ist

$$\begin{aligned} \frac{f_1}{f_2} &= \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \text{ und da} \\ f_1 - f_2 &= 2k, \text{ so folgt} \\ f_2 &= \frac{2k}{\sqrt{\frac{C_2}{C_1}} - 1} \quad \text{und} \\ f_x &= k \left( 1 + \frac{2}{\sqrt{\frac{C_2}{C_1}} - 1} \right) \quad 1) \end{aligned}$$

In diesem Ausdruck sind  $C_1$  und  $C_2$  unbenannte Grössen; sie können durch irgendwelche Werte oder Einheiten ausgedrückt sein, sofern sie nur den Kapazitäten proportional sind, z. B. durch die Zeigerstellung des Abstimmkondensators.

Mit Hilfe der Formel (1) kann demnach eine unbekante Frequenz ohne Rücksicht auf die Selbstinduktion und auf den absoluten Wert der Kapazitäten aus dem bekannten Frequenzunterschied zweier Hilfsfrequenzen und dem Verhältnis zweier Kapazitäten bestimmt werden.

Ist  $f_x$  eine Oberschwingung der Grundfrequenz  $k$  und  $n$  ihre Ordnungszahl<sup>1)</sup>, so dass

$$f_x = kn$$

so erhält man 
$$n = 1 + \frac{2}{\sqrt{\frac{C_2}{C_1}} - 1}$$

<sup>1)</sup> Siehe „Akustisches Verfahren zur Eichung von Wellenmessern“ von E. Nussbaum, Heft 6, Jahrgang III, Seite 214.

Die Genauigkeit der Messung hängt hauptsächlich vom Verhältnis  $\frac{C_2}{C_1}$  ab; es ist daher wichtig, dieses Verhältnis mit aller Sorgfalt zu ermitteln. Zur Feststellung der Differenz  $C_2 - C_1$  empfiehlt sich die Verwendung eines besondern Feinstellkondensators in Parallelschaltung zum Hauptkondensator. Mit Vorteil bedient man sich dabei geeichter Kondensatoren mit geradliniger Eichkurve. Um den Einfluss der unbestimmten Nebekapazitäten möglichst zu eliminieren, sollte der Hauptkondensator eine verhältnismässig grosse Kapazität besitzen.

## II. Bestimmung einer Wellenlänge unterhalb des Messbereiches des Wellenmessers.

Bei der Ausführung von Senderversuchen mit Wellen von weniger als 100 m Länge sollte die jeweils erzielte Wellenlänge möglichst genau festgestellt oder der Sender auf eine bestimmte Wellenlänge eingestellt werden. Die untere Grenze des Messbereiches des Wellenmessers lag jedoch bei 100 m und die Angaben in diesem Grenzbereich sind nicht sehr zuverlässig. Ausser dem Wellenmesser steht ein Audiongerät Telefunken Nr. E 266 zur Verfügung, mit einem untersten Wellenbereich von 250 bis 800 m, das seinerzeit mit Eichkurven für jede der 6 Spulen geliefert wurde. Ein Niederfrequenz-Verstärker, sowie ein kleiner Röhrengenerator<sup>2)</sup> vervollständigen die Ausrüstung.

Das Verfahren beruht auf der Tatsache, dass eine kürzere Grundwelle in einem auf einem Vielfachen dieser Welle schwingenden Audion-Rückkopplungs-Empfänger hörbare Interferenztöne erzeugt, indem die dem Audionkreis aufgedrückte hohe Frequenz der kurzen Grundwelle mit der entsprechenden Oberschwingung des Audionkreises Schwebungen erzeugt.

A. Der Sender soll z. B. genau auf Welle 70 m eingestellt werden.

Anhand der Eichkurve oder mit Hilfe des Wellenmessers wird das Audion auf eine Wellenlänge schwingend eingestellt, von der erwartet werden kann, dass sie als Harmonische auch die Welle 70 m enthalte.<sup>3)</sup> Wir wählen z. B. die Wellenlänge 420. Nun verändern wir die Sendewelle bis wir im Telephon den Interferenztönen zwischen der Sendewelle und einer Harmonischen der Audion-Welle hören. Es kann aber eine beliebige Harmonische sein, 420/3, 420/4, 420/5, 420/6 oder 420/7 usw., und wir müssen uns sicher zu sein, die Wellenskala des Audions von 420 m abwärts nach weiteren Harmonischen abtasten. Zeigt sich die nächste Interferenz auf der Audionwelle 315, so ist die Sendewelle = 105 m, da die Sendewelle gleich ist dem Intervall zwischen zwei Interferenzen. 420 m ist das Vierfache dieser Welle; wir suchen aber Welle 70 m, wovon 420 m das Sechsfache ist. Um die Welle  $420/6 = 70$  m zu finden, stellen wir das Audion neuerdings auf 420 m ein und verkürzen jetzt die Senderwelle behutsam, bis nacheinander die Interferenzen zwischen der Sendewelle und den Harmonischen 420/5 und 420/6 hörbar werden. Nachdem die Sendewelle

420/6 m auf Ton- und Schwebungslosigkeit mit der Audionwelle 420 m eingestellt ist, tasten wir zur Kontrolle mit dem Audion den Wellenbereich unter 420 m wieder ab und notieren die Wellenlängen, auf denen wir wieder Interferenzen mit der Sendewelle 70 m beobachten. Ist diese genau eingestellt, so finden wir Interferenzen noch auf 350 und 280 m.

Da man bei Einstellung der Audionwelle auf 420 m keine absolute Genauigkeit erzielt, so ist es wünschbar, diese Einstellung noch zu verifizieren. Zu diesem Zwecke erregen wir den Röhrengenerator und stellen ihn mittelst des Wellenmessers möglichst genau auf eine Welle ein, deren Länge nun ein Vielfaches der Welle 420 m ist, z. B. auf Welle 2100 m. Ist die Einstellung auf 420 m richtig, so deckt sie sich mit der Harmonischen 2100/5 des Röhrengenerators.

B. Der Sender gibt bei einer gewissen Wellenlänge eine maximale Leistung an die Antenne ab. Diese Wellenlänge liegt unter 100 m, da der Wellenmesser darauf nicht reagiert. Zu deren Bestimmung verfahren wir wie folgt:

Der Audion-Empfänger wird in Betrieb gesetzt und das Wellenband 200 bis 500 m nach Interferenzen abgesucht. Wir stellen solche z. B. bei folgenden Kondensatorstellungen fest: 10°, 22°, 36°, 52°, 70°. Nach der Kurve entsprechen die Stellungen 10° und 70° den Wellenlängen  $\approx 270$  und  $\approx 535$  m. In diesem Band stellten wir 4 Intervalle fest, so dass auf ein Intervall  $\frac{535-270}{4} = \approx 66,25$  m entfallen.

Dies ist die Grössenordnung der gesuchten Wellenlänge. Wäre sie genau, so müssten beide Audion-Wellen Vielfache dieser Wellenlänge sein und in einem einfachen numerischen Verhältnis zueinander stehen. Dies ist jedoch hier nicht der Fall; denn  $535/8$  ist nicht 66,25, sondern 66,9 und  $270/4$  ist 67,5; sodann ist  $270/535$  nicht 1 : 2 sondern 1 : 1,98. Jedenfalls kommt der Wert 66,9 dem wirklichen Wert näher als 67,5, da die Ablesungen für 535 m genauer sind und der grössere Teilungsfaktor 8 allfällige Ablesungsfehler mehr reduziert als der Divisor 4. Um eine noch grössere Genauigkeit zu erzielen, soll die auf der Audion-Kurve abgelesene obere Wellenlänge 535 m mit Hilfe des Wellenmessers und des Röhrengenerators nachgeprüft werden.

Das Audion wird zunächst wieder auf 535 m, d. h. auf 70° eingestellt, so dass der Interferenztönen mit der Sendewelle Null ist.

Nun wird der Sender abgestellt und mit Hilfe des Wellenmessers der Röhrengenerator auf ein Vielfaches der Welle 535 m, z. B. 1605 m, eingestellt. Dessen Oberwelle  $1605/3$  m soll sich nun mit der Audionwelle decken. Dies sei jedoch nicht der Fall, und, um Deckung zu erzielen, müsse der Röhrengenerator auf Welle 1608 m eingestellt werden. Somit war die Audionwelle nicht 535 sondern 536 m, und für die Kurzwelle des Senders ergäbe sich demnach der Wert  $536 : 8 = 67$  m.

Dieser Wert kann noch weiter nachgeprüft werden, indem der Röhrengenerator nacheinander auf weiteren Vielfachen der Welle 536 m mit dieser zur Deckung gebracht wird. Je breiter das Wellenband ist, über welches dieses Verfahren ausgedehnt wird, desto genauer wird die Audionwelle und mithin die Kurzwelle bestimmt sein.

<sup>2)</sup> Siehe Beschreibung Seite 217 des Jahrgangs III der T. M. T. V.

<sup>3)</sup> Das Audion nimmt genügend Energie durch die Spulen auf und ist daher an keine Antenne angeschlossen.