Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 25 (1947)

Heft: 3

Artikel: Wählergeräusche in Telephonzentralen

Autor: Engel, Hermann

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-875744

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: 15.07.2025

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

zum Sprechen bringen». Das Eisen sprach! Die ersten, an diesem denkwürdigen Tag über einen Draht hörbar vernommenen Worte waren: «Mr. Watson, kommen Sie her, ich habe Sie nötig». Prosaische Worte für die Geburtsstunde einer umwälzenden Erfindung! Atemlos und in wilder Freude kam Watson die Treppe herauf gerannt und, in Bells Arbeitsraum stürzend, rief er: «Ich höre Sie! Ich konnte Ihre Worte hören!»

Im Lärm des geschäftigen Alltags ging die schwache Stimme des Telephons vorerst noch verloren, mit andern Worten, die Presse blieb stumm. Zwei Monate später öffnete die Jahrhundert-Ausstellung in Philadelphia ihre Tore. Nur der Fürsprache Hubbards, der einer der Ausstellungs-Kommissäre war, ist es zu verdanken, dass Bells Erfindung in einer dunklen Ecke, zwischen zwei Treppen, ein bescheidener Raum zur Verfügung gestellt wurde. Während der ersten Wochen fand der Apparat nur geringe oder keine Beachtung, denn zu viel des Augenfälligen war ausgestellt. Wie im Märchen, so bedurfte es auch hier des erlösenden Prinzen. Der in der Ausstellung weilende Kaiser von Brasilien, *Don Pedro*, löste am 25. Juni 1876 das über der Erfindung lastende Schweigen und weckte damit auch das Interesse des zuständigen Preisgerichtes. Dieses sprach Bell die erste Anerkennung aus, indem es ihm die goldene Medaille zuerkannte.

Als sich Bell ein Jahr später mit Hubbards Tochter Mabel vermählte, standen in Amerika 778 Telephon-Stationen in Gebrauch. In diese Zeit, 1877, fällt auch die Gründung der ersten Telephongesellschaft, der *Bell Telephone Association*, bestehend aus vier Mitgliedern: Bell, Watson, Hubbard und Sanders. Als Edison mit seinem Kohlenmikrophon die anfängliche Konstruktion noch verbessert hatte, trat das Telephon seinen Siegeslauf durch die Welt an.

Mit dem vorstehenden Abriss haben wir die Geschichte des Werdens der grossen Erfindung wiederzugeben versucht. Damit ist die Geschichte des Telephons nicht abgeschlossen, sondern nun begann die nicht weniger interessante, nämlich diejenige seines Wachstums, das heute noch nicht abgeschlossen ist. Tausende von weitern Patenten folgten dem ersten Patent Bells, das die Nummer 174 465 trug. Viele Ehren wurden Bell im Laufe seines Lebens noch zuteil, und als er am 4. August 1922 in Beinn Bhreagh in Neuschottland zu Grabe gelegt wurde, ruhte zum Zeichen der Ehrung der ganze Telephonbetrieb in den Vereinigten Staaten und Kanada, der bereits 15 Millionen Teilnehmer zählte. *W. Schiess*

Wählergeräusche in Telephonzentralen

Von *Hermann Engel*, Bern 621.395.823

Als Wählergeräusch bezeichnet man ein typisches, kurzes Kratzgeräusch, das seit der Einführung des Wählerbetriebes wahrgenommen wird. Die einschlägige Literatur behandelt im wesentlichen die Einflüsse von Stromlieferungsanlagen, elektrischen Bahnen, Hochspannungsleitungen, Raumgeräuschen usw. Nur vereinzelt sind Hinweise auf Wählereinflüsse anzutreffen. Diese spärlichen Angaben lassen aber keinerlei Schlüsse über das Zulässigkeitsmass der Geräusche und die Messmethoden zu.

Demgegenüber beobachtet man mit zunehmender Belastung und zunehmendem Alter der automatischen Anlagen wachsende Wählergeräusche, die auf die Dauer nicht übersehen bzw. überhört werden dürfen. Es wurde deshalb einer sogenannten *Revisionskommission* die Aufgabe gestellt, die Frage der Geräuschstörungen abzuklären. Dieser kurzgefasste Auftrag schliesst, näher betrachtet, eine Reihe von Problemen in sich, wie die Messung, die Bekämpfung und das Zulässigkeitsmass der Geräusche.

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass Geräusche als Folge kurzzeitiger Unterbrechungen des Speise- oder Frittgleichstromes auftreten. In Fernverbindungen dürfte dazu noch die induktive und kapazitive Beeinflussung durch Wahl- und Rufvorgänge benachbarter Leitungen eine Rolle spielen. Vereinzelt treten auch bei der «Weitergabe» an Vermittlungsstellen Entladungsvorgänge auf. Die Möglichkeiten zur Geräuschbildung sind demnach ziemlich mannigfaltig.

Die vorerwähnten Unterbrechungen sind auf Erschütterungen der Wähler zurückzuführen, wobei Bürsten, Litzen, Messerkontakte usw. die Vibrationspunkte bilden können. Die Erschütterungen selbst sind eine Folge des vielfachen Anschlagens und Rückfallens von Schaltmagneten während des Betriebes. Die Geräusche haben eine nicht zu verkennende Eigenart und sind vielleicht am treffendsten als «Wählerkratzer» zu bezeichnen. Sie weisen durch ihre hin und wieder beobachtete Kadenz auf Wählervorgänge hin; als Besonderheit wird gelegentlich ein gongähnlicher Ton wahrgenommen. Die Geräuschanfälligkeit ist weitgehend vom Zustande der Kontaktoberflächen und der Bürstendrucke abhängig. Neue Zentralen sind deshalb im allgemeinen ruhiger. Es mag dies ein Grund dafür sein, dass die Aufmerksamkeit erst heute auf diese Erscheinung gelenkt wurde.

Solche Erkenntnisse sind den Konstrukteuren immer wieder Ansporn zu Verbesserungen. Veredelung der Kontaktflächen, die Verwendung von Spezialbürsten und -litzen sind das erste Ergebnis dieses Strebens. Zur Erreichung der Geräuschfreiheit soll man in Amerika unter anderem zum sogenannten Cross-bar-System übergegangen sein.

Um sichere Anhaltspunkte über den Stromverlauf

zu erhalten, wurde versucht, die Geräusche mit Hilfe eines Schleifenoszillographen zu erfassen. Nach vielen Versuchen gelang die in Figur 1 wiedergegebene Zufallsaufnahme.

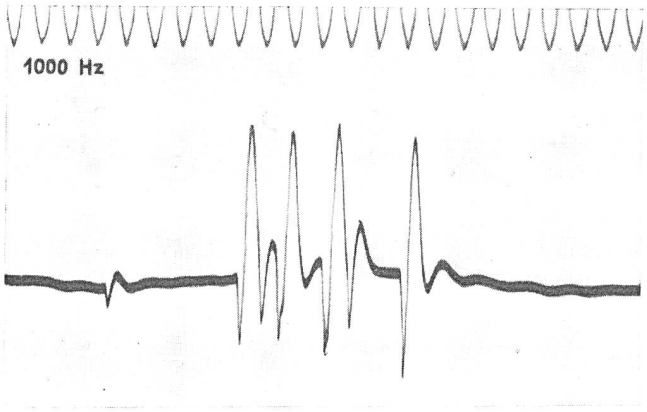

Fig. 1. Wählerkratzer infolge defekter Litze

Wenn dieses Bild auch an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig lässt, so hat es vorläufig doch nur informatorischen Wert; für die Beurteilung der Geräuschsituation kann es nicht herangezogen werden.

Zur Messung allgemeiner Geräusche, wie sie eingangs erwähnt sind, stehen Geräuschspannungszeiger mit objektiver Wertangabe sowie Psophometer mit subjektivem Lautstärkevergleich zur Verfügung. Das Messresultat gibt an, welche Spannung von 800 Hz die gleiche Lautstärke-Empfindung wie das zu messende Geräusch verursacht. Der Frequenzgang Hörer — Ohr ist den Empfehlungen des Comité consultatif international téléphonique (CCIF) angepasst.

Obwohl diese Instrumente nicht für die Messung von Wählergeräuschen geeignet sind, wurde, um eine zeitraubende Neukonstruktion zu vermeiden, der Geräuschspannungszeiger 42c der Firma Siemens & Halske verwendet. Man war sich dabei der zu grossen Integrationszeit voll bewusst. Da es sich in erster Linie nur um vergleichende Messungen handelte, konnte dieser Mangel in Kauf genommen werden. Die

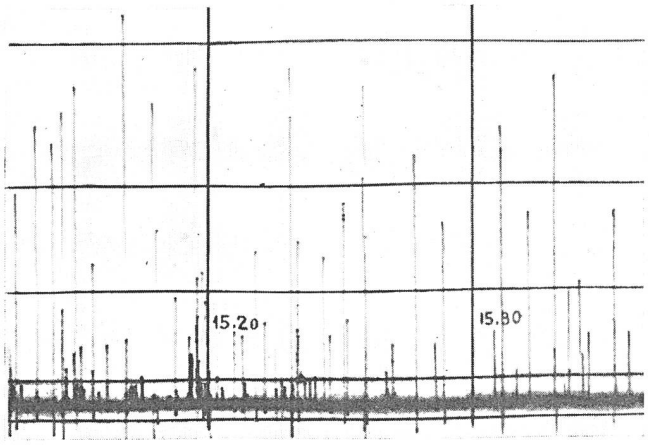

Fig. 2. Geräuschspannungs-Aufnahme einer Lokalverbindung in Thun

Vergleichsmessungen waren notwendig, um sicherzustellen, dass die Verbesserungsversuche auch an einem bedürftigen Objekt vorgenommen wurden.

Die Figuren 2 und 3 zeigen Beispiele aus einer Reihe von Aufnahmen, die mit dem eben erwähnten Geräuschspannungszeiger gemacht wurden. Als Schreibzusatz wurden Licht- und Tintenschreiber verwendet. Im allgemeinen blieben sich die Bilder gleich. Es zeigte sich aber bald, dass Einzelmessungen wegen der grossen Streuung nichts bedeuten. Es können einige sehr ruhige Verbindungen von stark gestörten abgelöst werden und umgekehrt. Um ein klares Bild zu erhalten, müssen statistische Methoden angewendet werden, das heisst, nur Massenversuche können eine

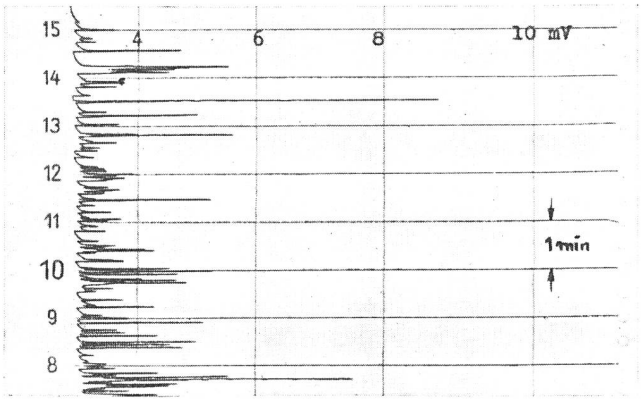

Fig. 3. Geräuschspannungs-Aufnahme einer Lokalverbindung in St. Gallen

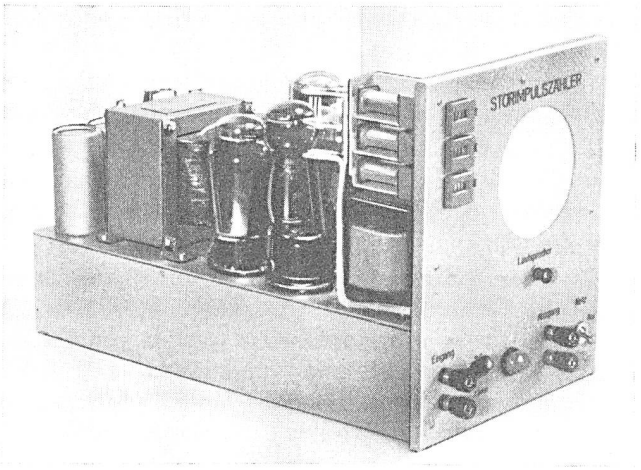

Fig. 4. Störimpulszähler

umfassende und sichere Abklärung der Frage bringen. Die bisher bekannten Instrumente, wie Oszillograph und schreibender Geräuschspannungszeiger, konnten hierfür nicht als geeignet angesprochen werden. Es wurde deshalb ein neues Verfahren vorgeschlagen, das grössere Aussicht auf Durchführbarkeit der erforderlichen Messungen gewährte. Es besteht darin, dass die Geräuschspitzen — denn nur solche interessieren uns — mittelst Zählern registriert werden. Die Figur 4 zeigt einen solchen Störimpulszähler.

Die engebauten drei Zähler sprechen bei Spannungen von 20, 30 und 110 Millivolt an. Gleichzeitig erlaubt ein Lautsprecher die gezählten Impulse abzuhören. Vom Einbau eines Filters, ähnlich demjenigen des Geräuschspannungszeigers, wurde abgesehen.

Das Zählgerät hat die Erwartungen erfüllt. Bei den ersten Versuchen konnte nicht nur die mittlere Anfälligkeit bestimmt werden, sondern es gelang gleichzeitig, eine unangenehm wirkende Störquelle einzugrenzen. Ein erster Versuch ergab zum Beispiel, dass im Mittel während 5 Minuten

120 Impulse von 20 oder mehr mV,
50 Impulse von 30 oder mehr mV und
0,7 Impulse von 100 oder mehr mV

beobachtet wurden.

Damit liess sich aber ohne Kenntnis der Zulässigkeitsgrenze nur aussagen, dass mit Geräuschen zu rechnen ist. Die vom CCIF empfohlenen 5 mV (Dauergeräusche) schienen weitgehend überschritten zu sein, obschon das gemessene Geräusch nicht als besonders lästig bezeichnet werden konnte. Es war klar, dass zwischen den CCIF-Werten und denjenigen unserer Messung eine Unstimmigkeit lag, die deutlich darauf hinwies, dass die Empfindlichkeit gegenüber Dauergeräuschen eine andere sein muss, als gegenüber Kurzgeräuschen.

Die Schwierigkeit, irgendwelche Messungen hierüber vorzunehmen, bestand paradoxerweise im Mangel an Geräuschen. Um ein charakteristisches Geräusch beobachten zu können, mussten oft sehr viele, zeitraubende Prüfverbindungen hergestellt werden. Erst nachdem es mit Hilfe des Studios Bern gelang, ein typisches Wählergeräusch auf Tonstreifen festzuhalten, konnte die Arbeit weitergeführt werden.

Der Tonstreifen bot nun die Möglichkeit, ein Geräusch nach Belieben zu wiederholen. Dadurch wurde es endlich möglich, Untersuchungen über das Mass der Zulässigkeit einzuleiten.

Zu diesem Zwecke wurden die künstlichen Geräusche in Normalverbindungen eingeblendet und in ihrer Stärke so lange verändert, bis sie von der Versuchsperson als störend empfunden wurden. Ein Versuch unter Fachleuten ergab, bei absoluter Unabhängigkeit der Beurteiler, ein ganz eindeutiges Resultat. Es wurde festgestellt, dass Spannungen von 20...25 mV erträglich waren, während 30 mV schon unangenehm empfunden wurden.

Dieser Versuch hatte nur orientierenden Charakter, denn einerseits war die Zahl der Versuchspersonen zu klein und anderseits handelte es sich um kritische Fachleute. Es war also im vorneherein anzunehmen, dass die Beurteilung zu streng ausfallen würde. Ferner glaubte man, dass eine vorbereitete Versuchsperson anders urteilen würde, als ein nicht unterrichteter Teilnehmer.

In Berücksichtigung dieser Ueberlegungen kombinierte man Versuche mit Dienstbeobachtungen. Durch Einblenden des Geräusches erwartete man irgendwelche Reaktionen seitens der Teilnehmer und hoffte damit, die Lästigkeitsgrenze feststellen zu können. Diese Erwartung wurde nicht erfüllt, denn die Teilnehmer nahmen, selbst bei starker Einblendung, keine oder nur selten Notiz davon. Rückfragen ergaben, dass das Geräusch wohl belästigt hätte, dass aber die Wichtigkeit des Gespräches die Geräusche überdeckte. Man hatte sich die Störung gemerkt, um dann gelegentlich zu reklamieren. Die beobachtete, an sich erfreuliche Gutmütigkeit bestand also nur scheinbar.

Aehnliche Erfahrungen machte man in der Hauszentrale der Generaldirektion PTT. Der Misserfolg

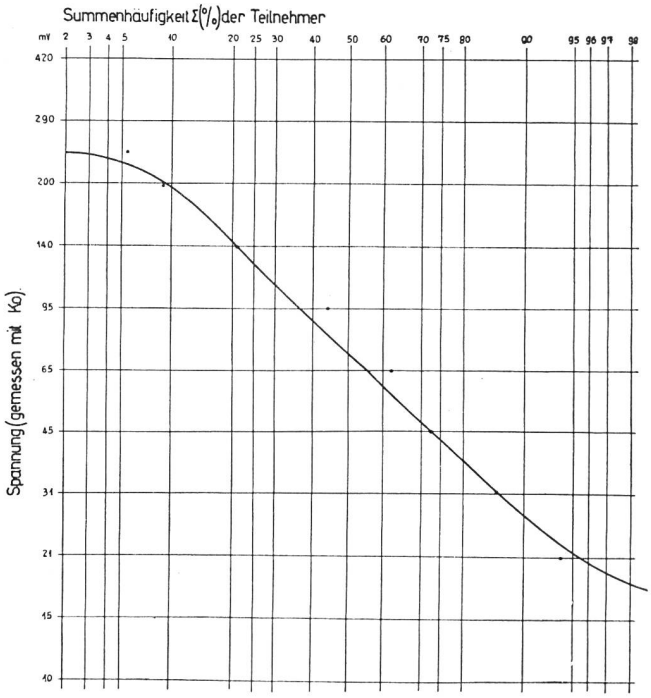

Fig. 5. Summenhäufigkeit der belästigten Teilnehmer durch „Wählerkratzer" verschiedener Spannung

der Versuche bei den Dienstbeobachtungen wurde durch die Interesselosigkeit der Teilnehmer erklärt. Dieser hoffte man im Gebäude der eigenen Verwaltung nicht zu begegnen. Es wurden Vorkehren getroffen, um die Eingangsverbindungen mit Geräuschen zu „verseuchen". Ausserdem wurden die Teilnehmer gebeten, ihre Beobachtungen zu melden. Der Erfolg des Versuches war ein bescheidener. Trotz ungewöhnlich starkem Geräusch meldeten sich nur wenige. Auf jeden Fall konnten diese Geräuschspannungen niemals als zulässig erachtet werden. Mit Sicherheit kann keine Erklärung für dieses Verhalten gegeben werden. Auch in diesen Fällen scheint die Wichtigkeit des Gesprächsinhalts diejenige des Geräuschversuches übertroffen zu haben.

Diese Feststellungen führten zurück zum einfachsten Versuche, zur direkten Befragung, wie bereits

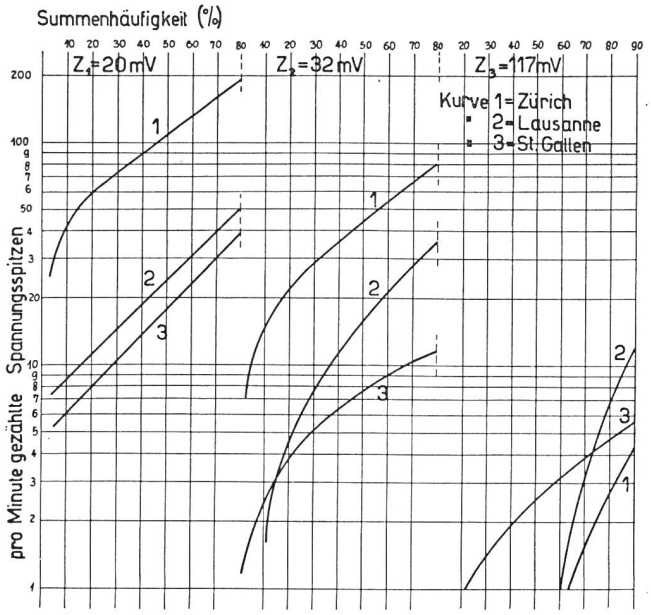

Fig. 6. Summenhäufigkeit von Spannungsspitzen (20, 32 und 117 mV) in den drei Automatik-Systemen (1 = Bell, 2 = Siemens, 3 = Hasler)

beschrieben. Zweihundert Teilnehmer, beliebig aus dem Verzeichnis herausgegriffen, wurden befragt. Die Auswertung dieser Resultate ist in Figur 5 dargestellt. Darnach beträgt der Zentralwert 70 mV, mit andern Worten, bei einer Geräuschspannung von ungefähr 70 mV sind 50% der Teilnehmer zufrieden, während die übrigen das Geräusch als lästig empfinden. Anderseits darf die Spannung von 27 mV nicht überschritten werden, wenn 90% der Teilnehmer keine Belästigung empfinden sollen. Die Uebereinstimmung mit dem bereits erwähnten Versuch unter Fachleuten ist auffallend und kann sicher als Bestätigung aufgefasst werden.

Nachdem die Zulässigkeitsgrenze festgelegt war, glaubte man in der Lage zu sein, eine Zentrale nach ihren Geräuschspannungsspitzen beurteilen zu können.

Es zeigte sich aber, dass die in Zürich, Lausanne und St. Gallen durchgeführten Messungen nicht ohne weiteres nach Höchstwerten klassiert werden können. Figur 6 zeigt die ausgewerteten Messungen in Form von Häufigkeitskurven.

Vor allem zeigte sich deutlich, dass keines unserer Automatiksysteme völlig geräuschfrei arbeitet. Die Auffassung, eine besondere Speisebatterie könnte die Geräusche vermindern, ist unbegründet, indem gerade Zürich (mit Sprechbatterie) am meisten anfällig ist. Siemens-Zentralen scheinen sich dadurch auszuzeichnen, dass nicht alle Verbindungen Geräusche aufweisen, dass sie aber unangenehmer auftreten können als zum Beispiel in St. Gallen. Im Bell-System weisen 65% der Verbindungen keine Geräuschspannungen über 100 mV auf, während dies im Hasler-System nur bei 20% der Fall ist.

Wenn, wie bereits erwähnt, die Messungen mit dem Störimpulszähler keine direkte Beurteilung erlauben, so ist doch eine Charakterisierung der verschiedenen Automatik-Systeme möglich geworden. Es sei hier noch erwähnt, dass die Häufigkeitskurven aus je 500 Messungen zu beliebigen Verkehrszeiten zusammengestellt wurden.

Die Schwierigkeit in der Bewertung der Häufigkeitskurven, Figur 6, zwang uns zu weiteren Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Häufigkeit und Höchstwert. Es setzte dies eine Geräuschquelle voraus, die erlaubte, Amplitude und Häufigkeit nach Belieben zu ändern. Unser bisher benütztes Tonband eignete sich hierfür nicht, weil damit nur die Amplitude variiert werden kann. Besser liess sich die Bedingung mit einer «Impulsmaschine» erfüllen. Diese erlaubt, Schaltungen (Unterbrechungen) von ungefähr 10 mS Dauer in beliebiger Folge vorzunehmen. In Verbindung mit einem Speisestromkreis können Geräuschspannungen, die einigermassen dem Wählergeräusch entsprechen, nachgebildet werden. In den Figuren 7 und 8 werden solche künstliche Geräuschimpulszüge dargestellt.

Die Wahl der Impulsdichte richtete sich nach beobachteten Werten und wurde mit 700 in der Minute als obere Grenze und mit 70 in der Minute als unterster Wert angenommen. Ein zweites Mal wurden 200 beliebige Teilnehmer angerufen und in bekannter Weise um ihre Meinung bezüglich der Zulässigkeit des eingeblendeten Geräusches befragt. Der Vollständigkeit halber sei noch darauf hingewiesen, dass die Versuche über Verbindungen mit einer Dämpfung von 1 Neper durchgeführt wurden. Diese Massnahme

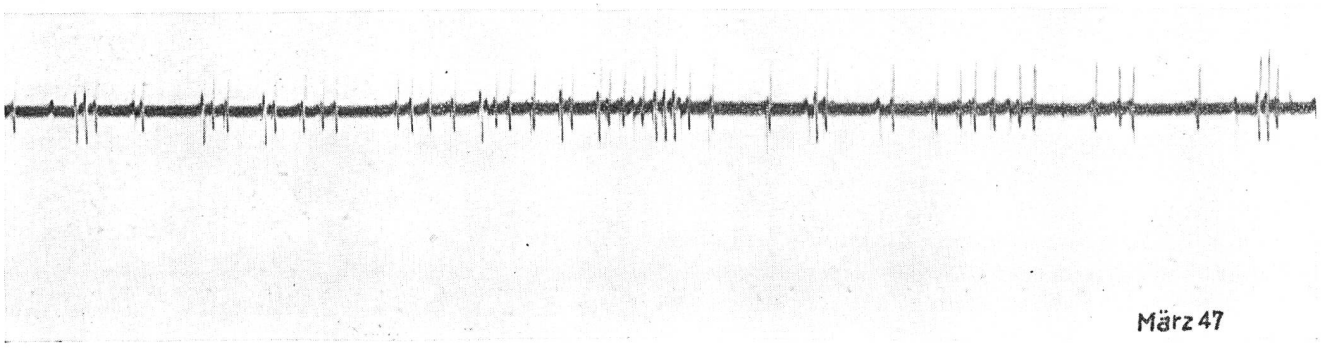

Fig. 7. Künstlicher Geräuschimpulszug

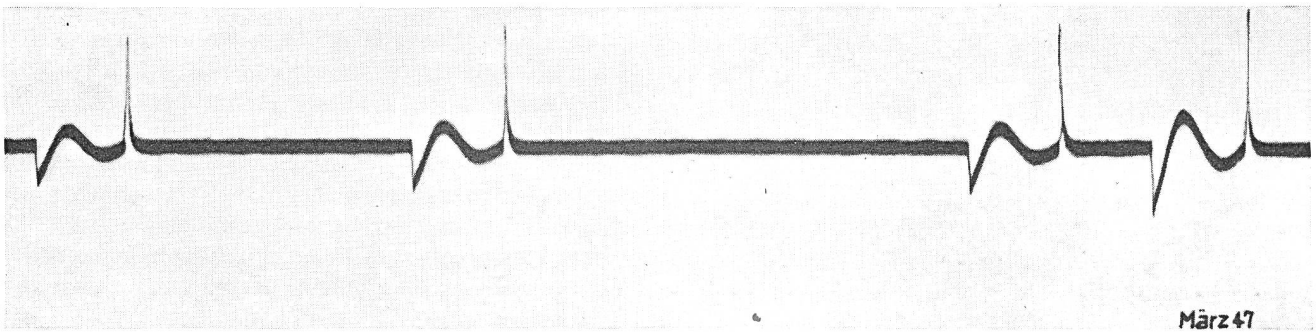

Fig. 8. Künstliche Geräuschimpulse

wurde getroffen, weil angenommen werden muss, dass eine ungedämpfte Verbindung gegen Geräusche weniger empfindlich ist. Eine höhere Dämpfung zeigte sich anderseits als ungünstig, weil der Teilnehmer die Verständigung als mühsam erachtete und sich am Versuch desinteressierte.

Die Amplitude konnte in 20 Stufen von ungefähr 14 bis 900 mV verändert werden und liess die Unterschiede entsprechend leicht erkennen. Wie bei früheren Versuchen, sind auch hier die Streuungen sehr gross. Die Auswertung dieser Messungen ist in Figur 9 dargestellt.

Die Kurve A entspricht der Befragung mit 700, die Kurve B mit 70 Geräuschimpulsen in der Minute.

Das Resultat dieser Untersuchung ist zweifellos interessant. Mit Sicherheit kann gesagt werden, dass die Angabe einer Geräuschspannung wertlos ist, sofern nicht gleichzeitig die Dichte oder Häufigkeit der Geräuschspitzen angegeben wird. Die Zentralwerte von A und B liegen bei 40 und 145 mV, mit andern Worten, ein Geräusch, das sich in der Minute 700 mal wiederholt, darf nur 40 mV betragen, während es bei 70 Wiederholungen 145 mV erreichen darf. 90% der Teilnehmer sind zufrieden, wenn bei einer Dichte von 700 die Spannung 20 mV nicht übersteigt, während bei einer Dichte von 70 die Spannung 95 mV betragen darf usw. Es wäre interessant, Kurven von zum Beispiel 200 und 500 Impulsen in der Minute aufzunehmen, doch genügen für unsere Bedürfnisse vorläufig die Kurven A und B.

Bringen wir die ermittelten Grenzwerte in Beziehung zu den in Zürich, Lausanne und St. Gallen durchgeführten Messungen, so kann festgestellt werden:

a) in Zürich kann die Zahl von 200 Störimpulsen in der Minute noch nicht als lästig betrachtet werden (Z_1);

b) 70 Spannungsspitzen oder Störimpulse in der Minute (Z_2 Zürich) dürfen eine Amplitude von ungefähr 95 mV erreichen. Es ist aber anzunehmen, dass dies nicht der Fall ist, da der Zähler Z_3 sehr selten anspricht;

c) die sehr geringe Dichte der Störimpulse über 117 mV erlaubt anzunehmen, dass die Ablesungen Z_3 vernachlässigt werden können;

d) keine der Zentralen ist unzulässig stark geräuschanfällig. Am günstigsten stellt sich St. Gallen.

Diese Schlussfolgerungen bestätigen, was viele Praktiker gefühlsmässig bereits früher erkannt haben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch die Schaffung eines Störimpulszählers die Geräuschverhältnisse jederzeit kontrolliert werden können. Ausserdem lassen sich damit Störquellen leichter erkennen. Die Kenntnis der zulässigen Grenzen erlaubt ein Geräusch zu beurteilen. Die vorstehend beschriebenen Versuche beziehen sich nur auf Ortsverbindungen; sie werden in der Folge auch auf Fernverbindungen ausgedehnt.

Zum Schluss sei noch allen an der Untersuchung Beteiligten, insbesondere Studio Bern für die Tonaufnahme, gedankt.

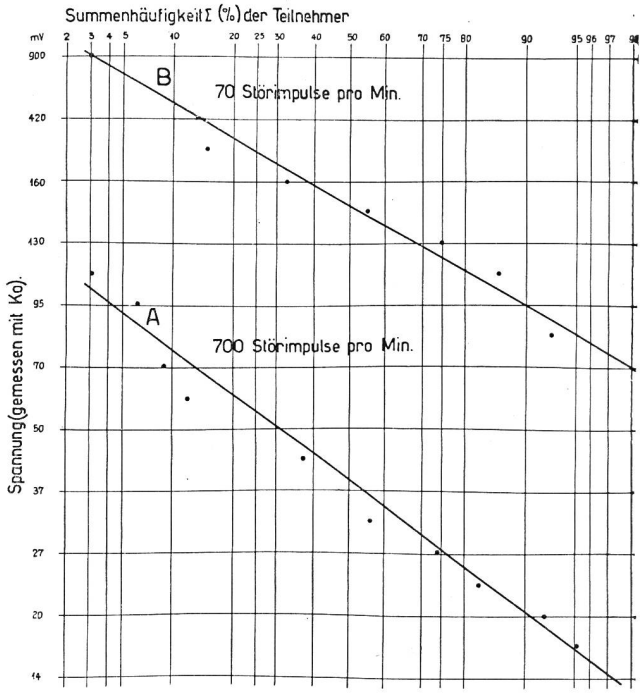

Fig. 9. Summenhäufigkeit der belästigten Teilnehmer durch künstliche Geräuschimpulse für zwei Impulsdichten