

**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:** 14 (1936)

**Heft:** 1

**Artikel:** Die messtechnische Prüfung von Rundfunkempfängern

**Autor:** Wolf, Emil

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873436>

### **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:** 13.01.2026

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

Mittag und dem Sommerzeit-Mittag in Einzelfällen bis zu nahe 2 Stunden anwachsen kann, so dass in solchen Fällen der Nachmittag nahezu 4 Stunden länger dauert als der Vormittag.

Doch auch hiermit hat man sich abgefunden; denn die Vorteile der einheitlichen Zonenzeit und auch der Sommerzeit waren bedeutend und einleuchtend, jedenfalls für die Zonenzeit, und vor allem entsprachen sie dem heute so beliebten Motto:

„Zeit ist Geld“.

Bern, Ende September 1934.

Prof. Mauderli.

durée des mois entrant en considération, de sorte que l'HEC devient l'HEOr et l'HEOcc, l'HEC. De ce fait, la différence entre le midi vrai et le midi de l'heure d'été peut, dans certains cas, atteindre près de 2 heures, de sorte que l'après-midi a près de 4 heures de plus que la matinée.

Mais les avantages de l'heure universelle et de l'heure d'été, surtout de l'heure universelle, étaient si grands et si évidents qu'on s'accommoda bien vite du nouveau système, d'autant plus qu'il répondait à la devise préférée de notre époque:

„Le temps c'est de l'argent“.

## Die messtechnische Prüfung von Rundfunkempfängern.

Von Ing. Dr. techn. Emil Wolf, Wien.

*Inhaltsübersicht.* An Hand der „Standard Tests of Broadcast Radio Receivers“ des Institute of Radio Engineers, V. St. A., als Prüfnormen wird über Messungen an österreichischen Fernempfängern der Produktionsperiode Herbst 1933 — Frühjahr 1934 berichtet, im Anschluss an eine Darstellung der Messeinrichtungen.

### A. Einleitung.

Der Stand des messtechnischen Prüfungswesens bildet in gewissem Sinn einen Entwicklungsmaßstab für den Fortschritt und die wissenschaftliche Durchforschung eines Fabrikationszweiges. Vor allem sind es die elektrischen Messverfahren, die zu hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit ausgebaut worden sind, so dass auch in vielen Arbeitsgebieten ganz ausserhalb der eigentlichen Elektrotechnik die erforderlichen Messungen, wo immer es möglich ist, durch geeignete Messumformer auf elektrische zurückgeführt werden.

Um so mehr mag es zunächst befremden, dass in einem Teilgebiet elektrotechnischer Massenfertigung, dem Rundfunkempfängerbau, die messtechnische Ueberprüfung des Fertigproduktes — zumindest in Europa — nur langsam Eingang in die Fabrikationspraxis gefunden hat. Der Grund ist sofort zu verstehen, wenn man beachtet, dass der Empfänger ein Umformer ist, dessen Eingangsklemmen — beim Fernempfang — einige Billionstel Watt in Form einer hochfrequenten Spannung zugeführt werden, deren Amplitudenhüllkurve das akustische Programm trägt, und dessen Ausgangsleistung — beim normalen Zimmerempfang — einige Milliwatt (in Form von Schall) beträgt. Verglichen mit dem Eigenverbrauch gebräuchlicher elektrischer Messinstrumente sind daher die im Empfänger ins Spiel tretenden Energien ausserordentlich klein und treten überdies in einer unbequemen Form auf, nämlich als Wechselspannung von einigen Hunderttausend Hz. bzw. in Form von Schall. Dem Empfängerbau standen somit anfangs keine Messverfahren zur Verfügung, vielmehr musste das Auslangen gefunden werden mit der Ueberprüfung der einzelnen Bauelemente, bzw. mit der subjektiven Beurteilung der Leistung des Apparates nach dem Gehör, einem technisch unbefriedigenden und für Zwecke der vergleichenden Wertung ungeeigneten Verfahren. Der — verglichen mit der europäischen Erzeugung — ausserordentliche Umfang der amerikanischen Produktion hat es mit sich gebracht, dass frühzeitig in

den V. St. A. Messverfahren und Apparate zur objektiven *Gesamtprüfung* des Empfängers entwickelt wurden, letztere über den laboratoriumsmässigen Aufbau hinaus als handelsübliche Messgeräte.

### B. Die „Standard Tests“ als Prüfnormen.

Schon im Jahre 1928 sind vom Normenausschuss des Institute of Radio Engineers erstmalig Vorschläge über Empfängerprüfnormen veröffentlicht worden (5). Die Empfängerprüfung bezieht sich derzeit noch in der Hauptsache — unter Ausschaltung des Lautsprechers — auf den rein elektrischen Teil des Empfängers, also von den Buchsen Antenne-Erde bis zu den Lautsprecherklemmen (wenn auch in der neuesten Fassung bereits *Empfehlungen* über die akustische Gesamtprüfung enthalten sind). In seinem elektrischen Teil wird der Rundfunkapparat nach drei Hauptgesichtspunkten klassifiziert, nämlich hinsichtlich *Empfindlichkeit*, *Trennschärfe* und *Klangtreue*. Dabei wird definiert [stark gekürzt in freier Uebersetzung (22)]:

1. *Empfindlichkeit* ist jene mindestens notwendige hochfrequente Eingangsspannung (Prüfsignal), die ausreicht, die Normalausgangsleistung zu ergeben. Das Prüfsignal ist dabei der Effektivwert einer mit 400 Hz zu 30% modulierten Trägerfrequenz, deren Frequenz zwischen 500 und 1500 kHz veränderbar ist, und es wird über die genormte Kunstantenne den Buchsen Antenne-Erde des Empfängers zugeführt. Die Normalausgangsleistung ist 50 mW (400 Hz) Tonfrequenzleistung, die an einen Ohmschen Ersatzwiderstand abgegeben wird, der an Stelle des Lautsprechers als Belastung geschaltet wird, wobei dessen Grösse entweder gleich der 400 Hz-Impedanz des (eingebauten) Lautsprechers, oder so bemessen wurde, dass das Endrohr die maximale unverzerrte Leistung abgibt. Die Empfindlichkeit wird in  $\mu V$  angegeben oder in Dezibel unter ein Volt; letztere Angabe ist zweckmässiger, weil sich für die grössere Empfindlichkeit auch die grössere Zahl ergibt.

2. *Trennschärfe* bezeichnet den Grad, bis zu welchem der Prüfling befähigt ist, den Empfang aller Wellen auszuschalten, bis auf die eine, auf welche er abgestimmt ist. Diese Eigenschaft ist am besten zu kennzeichnen durch die Selektivitätskurve, abgekürzt auch durch die Angabe von Bandbreite und Selektanz.

3. Die *Klangtreue* ist ein Mass für die Genauigkeit, mit welcher der Empfänger die Modulation eines Signals wiedergibt.

4. *Normal-Eichfrequenzen* sind: (550), 600, 800, 1000, 1200, 1400 (1500) kHz oder die Gruppe: 600, 1000 und 1400 kHz.

5. Maximale unverzerrte Ausgangsleistung ist jene grösste Tonfrequenzleistung (400 Hz), die der Apparat abgeben kann, wenn der Klirrfaktor den Betrag von 10 vH erreicht.

6. Normalkunstantenne ist die Serienschaltung einer Kapazität von 200  $\mu F$ , einer Selbstinduktion von 20 000 cm und eines Ohmschen Widerstandes von 25 Ohm. Sie entspricht einer kleinen Empfangsantenne von 4 m effektiver Höhe.

### C. Prüfeinrichtung und Messvorgang.

Eine im Sinne der Standard Tests entworfene Prüfeinrichtung, wie sie bis zum Jahre 1934 im Radiolaboratorium des Elektrotechnischen Institutes der Technischen Hochschule Wien in Verwendung stand, ist in dem Schema Abb. 1 dargestellt. Der Signalgenerator I, der für Messzwecke dem Empfangsapparat gegenüber den fernen Rundfunksender zu ersetzen hat, speist über einen geeichten Schwächungswiderstand II und die genormte Kunst-antenne III den zu untersuchenden Radioapparat IV.

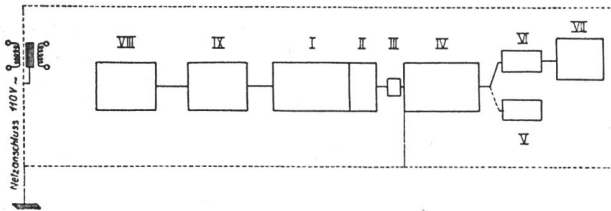


Abb. 1. Schema der Prüfanordnung.

I Signalgenerator, II Schwächungswiderstand, III Kunst-antenne, IV Rundfunkempfänger, V Kontrolllautsprecher, VI Belastungswiderstand, VII Klirrfaktormessgerät, VIII Tonorgel, IX Siebkette.

An dessen Ausgang kann durch einen Umschalter entweder — für Zwecke der Abstimmung — der Lautsprecher V geschaltet werden, oder für Messzwecke der Ohmsche Belastungswiderstand VI. Zur Feststellung der nichtlinearen Verzerrungen wird an die Last VI ein Klirrfaktormessgerät VII (Oszillograph, Klirrfaktormessbrücke u. a.) angeschaltet. Zur Ermittlung der linearen Verzerrungen (Frequenzgang) wird der Signalgenerator von einer äusseren Tonfrequenzquelle, einer Stufen- oder Schwebungstonorgel VIII, moduliert, erforderlichenfalls unter Zwischenschaltung einer Siebkette IX zur Beseitigung von Obertönen.

Um zu verhindern, dass der untersuchte Empfänger Rundfunksender aufnimmt, was während der Messung natürlich stören würde, wird die Messanordnung in einem „feldfreien“ Raum aufgebaut (Abb. 2), in welchem fast vollständiges Fehlen hochfrequenter Felder erreichbar ist, im Gegensatz zur äusseren Umwelt, die ja heute ständig, besonders aber vom Eintritt der Dämmerung angefangen, von den Feldern der Rundfunkstationen, überdies auch von denen zahlreicher unberufener Störsender (Motoren, Signalanlagen usw.) erfüllt ist. Der Prüfraum ist ein würfelförmiges Holzskelett von 2,5 m Seitenlänge, welches auf allen Seiten mit einem dichten Kupfernetz derart bedeckt ist, dass die Verbindungen der einzelnen Netzstreifen sorgfältig miteinander verlötet sind. Die Türe ist tresorartig ausgebildet. Vom Durchgriff durch das Kupfernetz abgesehen, besteht dann — elektrisch — mit der Aussenwelt nur mehr eine Verbindung über einen Spezialtransformator von 0,5 kW Leistung, der den Prüfraum mit Licht und Kraft versorgt, ihn aber statisch vom Kraftnetz abschirmt. Dieser Transformator hat eine Primärwicklung, die von 2 (geschlitzten) Kupferblechschirmen allseitig umgeben ist; die Schirme enden in einem Kupferrohr, welches mit dem Drahtkäfig verlötet ist und durch welches die Primärwicklung

nach aussen tritt. Dadurch ist also erreicht, dass sich gewissermassen — rein elektrostatisch betrachtet — die Sekundärwicklung und der Eisenkern des Transformators innerhalb des Drahtkäfigs befinden, die Primärwicklung und das Starkstromnetz aber ausserhalb desselben. Von Wichtigkeit ist eine gute Erdung des Käfigs durch eine reichlich bemessene Brunnenerde. Unter diesen Umständen erwies sich dann das Innere des Drahtkäfigs, bei geschlossener Türe, als so ausreichend „feldfrei“, dass auch bei der Untersuchung von hochempfindlichen netzgespeisten Radioapparaten keine Störung durch „äussere“ Stör- und Raumfelder auftrat.

Das wichtigste Instrument des Prüfstandes ist der Signalgenerator I, der das genormte Prüfsignal zu liefern hat. Er soll an seinen Ausgangsklemmen eine hochfrequente Spannung liefern, die von  $1 \mu V$  bis etwa 1 V regelbar ist, und diese Spannung auch zu messen gestatten; dabei muss die Frequenz dieser Trägerspannung (mindestens) von 500 bis 1500 kHz regelbar und dieser Träger in linearer Weise mit 400 Hz so moduliert sein, dass der Modulationsgrad leicht veränderbar und ablesbar ist; ausserdem muss die Möglichkeit vorgesehen sein, eine äussere Tonfrequenzquelle (30 bis 10 000 Hz) zur Modulierung des Prüfschalters zu verwenden. Von grösster Wichtigkeit ist ferner die Forderung, dass dem zu prüfenden Empfänger das Prüfsignal *nur* über die Kunst-antenne und *nur* in dem an den Ausgangsklemmen des Signalgenerators gemessenen Betrag zugeführt wird, da sonst die Messung irrig wird; das bedeutet aber, dass jede Streueinspeisung vom Signalgenerator in den Empfänger in so weitgehender Weise vermieden ist, dass auch bei einem hochempfindlichen Radioapparat an dessen Ausgangsklemmen die Leistung Null auftritt (so weit sie von der 400-Hz-Modulation herrührt), wenn die Spannung des Signalgenerators auf Null herabgeregelt wird. Dieser unerlässlichen Forderung, der nur durch

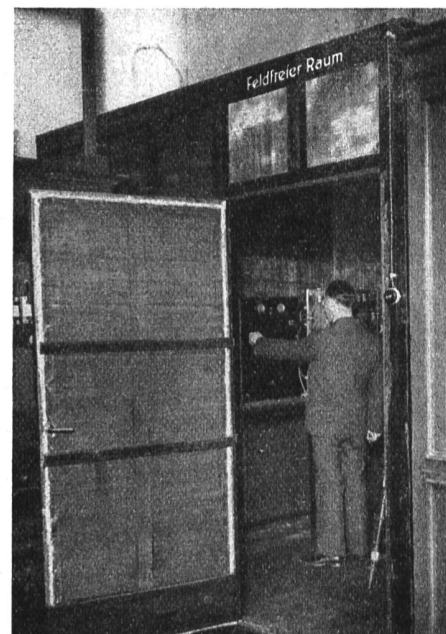


Abb. 2. „Feldfreier“ Raum zur Empfängerprüfung.

besondere Vorsichtsmassnahmen beim Bau des Signalgenerators Genüge geleistet werden kann, hat man in verschiedener Weise zu entsprechen versucht (Lit.: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 21.) Heute ist es gebräuchlich, den Signalgenerator mit so kleiner Leistung zu betreiben und ihn samt dem Schwächungsglied so sorgfältig zu schirmen, dass er unmittelbar neben den zu untersuchenden Empfänger gestellt werden kann, ohne dass eine störende Streueinspeisung in diesen erfolgt; beide Geräte werden dann, wie oben angegeben, zur Vermeidung von Fremdfeldern in ein geschirmtes Prüfzimmer gestellt, eine Anordnung, die auch von uns gewählt wurde.

Der verwendete Signalgenerator ist ein handelsübliches Gerät der General Radio Co. Sein vereinfachtes Schaltbild zeigt die Abb. 3. In einem mit Kupferblech sorgfältig geschirmten Holzkasten mit massiver Metallfrontplatte sind in zwei gegeneinander

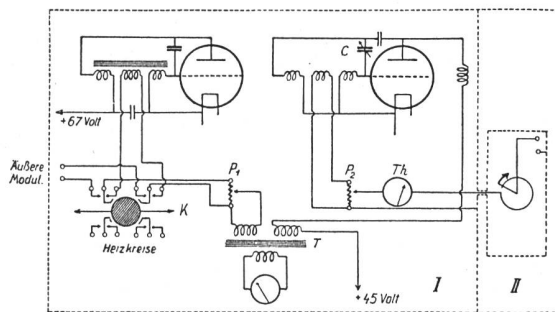


Abb. 3. Prinzipschaltbild des Signalgenerators.  
Links: 400 Hz-Tonkreis, rechts: Hochfrequenzkreis.

abgeschirmten Teilen einerseits der als Ohmscher Kettenleiter ausgebildete Schwächungswiderstand (II) und andererseits ein Hochfrequenzoszillator und ein Tonfrequenzoszillator für 400 Hz untergebracht (I). Letzterer moduliert ersteren in Heisingsschaltung über den Transformator  $T$ ; er hat noch eine dritte Wicklung, welche ein Trockengleichrichter-Instrument speist, das den Effektivwert der dem Anodenkreis des Hochfrequenzschwingrohres aufgedruckten Modulationsspannung misst, woraus sich bei gegebener Anodengleichspannung in bekannter Weise der Modulationsgrad ergibt; die Einstellung des Modulationsgrades erfolgt mit dem Potentiometer  $P_1$ , auch dann, wenn durch die Kipptaste  $K$  der Tonfrequenzoszillator ausgeschaltet und auf äussere Modulation umgeschaltet wurde. Die Spule des Hochfrequenzschwingkreises (in Abb. 3, rechts) gibt die Energie über ein Potentiometer  $P_2$  und ein (direkt in  $\mu V$  eff. geeichtes) Thermokreuzinstrument  $Th$  an den Schwächungswiderstand II ab, einen Widerstandsvierpol, der, gesehen von den Ausgangsklemmen einen konstanten Ohmschen Quellenwiderstand von 10 Ohm darstellt (in der Abb. 3 vereinfacht als Drehwiderstand angedeutet). Die Frequenz des Schwingkreises wird einerseits mit dem Drehkondensator  $C$  eingestellt, andererseits um die für die Aufnahme der Trennschärfekurven erforderlichen geringen Beträge durch Aenderung der Schwingkreis-Selbstinduktion in der Weise geändert, dass eine Kupfersichel, deren Drehgriff über einer in Prozenten geeichten Skala spielt, mehr oder weniger in das

Spulenfeld eingetaucht wird (in Abb. 3 nicht gezeichnet). Die zur Speisung der beiden Rohre erforderlichen Batterien (2 Nife-Stahlzellen und eine Trockenbatterie) sind eingebaut, wodurch das Verschleppen von Hochfrequenz durch aus der Abschirmung nach aussen tretende Leitungen vermieden ist.

Die genormte Kunstantenne (III, Abb. 1) ist in ein kleines Bakelitgehäuse eingebaut und muss einerseits direkt an die Buchsen Antenne-Erde des zu untersuchenden Empfängers und andererseits durch ein tunlichst kurzes geschirmtes Kabel an die Ausgangsklemmen des Schwächungswiderstandes II angeschlossen werden. Die Erdung des Systems darf nur an einer Stelle, am besten an der Erdbuchse des Empfängers erfolgen, indem diese durch ein Kupferband mit dem geerdeten Drahtkäfig verbunden wird.

Zwecks Messung der tonfrequenten Ausgangsleistung werden die Sekundärklemmen des Ausgangstransformators des zu untersuchenden Radioapparates von der Tauchspule des Lautsprechers abgelötet und an deren Stelle ein geeigneter Dekadenwiderstand, zum Beispiel in Reihe mit einem kompensierten Gleichrichterinstrument passend veränderlichen Messbereiches geschaltet.

Der erste Schritt ist die Ermittlung jenes Ohmschen Belastungswiderstandes, der während der Messung an Stelle des Lautsprechers geschaltet wird. Gegenwärtig ist bei der überwiegenden Mehrzahl der Rundfunkempfänger der Lautsprecher in den Empfangsapparat fest eingebaut. Es empfiehlt sich dann, gemäss der bezüglichen Anweisung in den standard tests, den Belastungswiderstand  $R_a$  (VI in Abb. 1) gleich zu machen der 400-Hz-Impedanz des eingebauten Lautsprechers; diese wird durch eine Wechselstrommessung mit 400 Hz ermittelt (bei eingeschalteter Erregung des dynamischen Lautsprechers). Aus dem so ermittelten Belastungswiderstand  $R_a$  ergibt sich der zur Normalausgangsleistung von 50 mW gehörige Belastungsstrom  $J_a$ . Die Ermittlung der normengemäss definierten Empfindlichkeit erfolgt nunmehr so, dass der Signalgenerator der Reihe nach auf die Normaleichfrequenzen eingestellt, der Empfänger optimal darauf abgestimmt und jedesmal das genormte Prüfsignal mit dem Potentiometer  $P_2$  und dem Schwächungswiderstand II so eingestellt wird, dass im Belastungswiderstand  $R_a$  50 mW vernichtet werden. Dann wird bei einer Ablesung von zum Beispiel 10  $\mu V$  am Thermokreuzinstrument und einer Stufenstellung des Schwächungswiderstandes entsprechend einem Multiplikationsfaktor 10, der Empfänger über die Kunstantenne mit 100  $\mu V$  gespeist. Die Empfindlichkeit des untersuchten Empfängers wäre also zu bezeichnen mit 100  $\mu V$  oder 80 Dezibel (unter 1 V). (In amerikanischen Firmenpreislisten wird meist die Feldstärke in  $\mu V$  pro Meter angegeben, in unserem Beispiel sind dies 100 : 4, das sind 25  $\mu V/m$ , weil die effektive Höhe der genormten Kunstantenne mit 4 m anzunehmen ist.)

Bei modernen Apparaten hoher Empfindlichkeit treten bei der Messung Schwierigkeiten auf, die darin begründet sind, dass im Belastungswiderstand eine klangfrequente Wechselstromleistung (also im Lautsprecher ein Geräusch) auch dann auftritt, wenn das Prüfsignal unmoduliert ist und selbst dann, wenn der Signalgenerator ausgeschaltet ist. Dabei wollen wir von dem



gemeinhin als Netzbrumm bezeichneten Geräusch absehen, weil dieses bei Qualitätsapparaten eine untergeordnete Rolle spielt.

Mit steigender Empfindlichkeit wachsen die Eigengeräusche und müssen bei der Messung berücksichtigt werden. Sieht man von dem weitgehend behebbaren Netzgeräusch ab, ferner von mangelhaften Kontakten und mangelhafter Isolation, unruhigen Hochohmwiderständen, mangelhaften Röhren und sonstigen wohlbekannten Störungsursachen — obwohl es oft schwierig ist, diese aufzufinden und zu trennen —, so verbleiben drei auf das erste Rohr und den Eingangskreis zu beziehende Störmechanismen:

1. Der „Schrotoeffekt“ (Schottky), davon herrührend, dass der Stromtransport durch das Rohr durch diskrete Einzelladungen erfolgt, mit dem Ergebnis, dass zwar der Anfall von Einzelladungen auf die Anode — über endliche Zeiten betrachtet — ein gleichbleibender statistischer Mittelwert ist, dass aber in genügend klein gewählten, einanderfolgenden Zeitabschnitten die Zahl der anfallenden Ladungen zufällig veränderlich ist. Die Elementarstörung ist hier die *Bewegung eines einzelnen Elektrons* vom Faden zur Anode. Aus den bisherigen Untersuchungen ergibt sich (Lit.: 12, 13, 18, 19, 20), dass dieser Schrotoeffekt nur dann wesentlich in Erscheinung tritt, wenn das Rohr im Spannungssättigungszustand betrieben wird, wenn also alle aus dem Glühfaden austretenden Elektronen die Anode erreichen. Die Röhre in Empfangsapparaten arbeiten aber im Raumladegbiet (temperaturgesättigt), in welchem Fall der Schrotoeffekt um so weniger als Störquelle zu beachten bleibt, je besser die Bedingung der Temperatursättigung im ersten Rohr erfüllt ist. (Es ist dies jener Betriebszustand, wo bei gegebenen Betriebsspannungen an Anode und Gitter und event. Schirmgitter eine Steigerung der Fadentemperatur, also der Röhrenheizung, keine Steigerung des Anodenstromes mehr hervorrufen kann.)

2. Das „Wärmegeräusch“, davon herrührend, dass die Elektronen in den Leitern des Eingangskreises (an Gitter-Kathode des ersten Rohres) als in einem Zustand der Bewegung, in thermodynamischem Gleichgewicht mit der Wärmebewegung der Atome dieser Leiter befindlich anzunehmen sind, mit dem Ergebnis von Potentialschwankungen zwischen irgend zwei Punkten dieser Leiter (24). Die Elementarstörung ist hier die Wärmebewegung eines Leiterelektrons zwischen zwei Zusammenstößen. Das Wärmegeräusch, welches aus dem Anodenkreis des ersten Rohres stammt, wird nur bei kurzgeschlossenem Gitterkreis merkbar, also bei Betriebsbedingungen, die beim Rundfunkempfänger niemals in Frage kommen; sonst aber wird es gedeckt durch das Wärmegeräusch aus dem Gitterkreis.

3. Störungen der Elektronenbewegung durch Gasionen und Sekundärelektronen können in mannigfaltiger Weise den Ablauf des Ladungstransportes im ersten Rohr beeinflussen und zur Entstehung einer Geräuschspannungskomponente Anlass geben. Die Elementarstörung ist hier zum Beispiel die Zertrümmerung eines Gasmoleküls im Vakuumraum des Verstärkerrohres beim Zusammenstoß mit einem aus dem Glühfaden kommenden Elektron oder der aktive Stoß eines Elektrons auf das Metall einer der Elektroden unter Bedingungen, die zur Befreiung eines oder mehrerer „Sekundärelektronen“ aus diesem führen können. Wie die Untersuchungen von Llewellyn (13) gezeigt haben, ist der ziffermässige Einfluss dieser letzteren Störquelle im allgemeinen gering.

In allen diesen Fällen handelt es sich also um Elementarstörungen von äusserst kurzer Dauer, deren zeitliche Folge und Häufigkeit bei Betrachtung über genügend kleine Zeitabschnitte eine zufällige ist. Daher erzeugen diese „Schwankungserscheinungen“ (und solche spielen in der Physik beim Uebergang von der makroskopischen Betrachtung zur Feinstruktur eines Vorganges oder Zustandes — Druck und Temperatur der Gase, Photo- und Thermoemission usw. — eine grosse Rolle) in dem an Gitter-Kathode des ersten Rohres liegenden Kreise Wechselspannungen von allen möglichen Frequenzen, darunter auch Komponenten, die im hochfrequenten Durchlassbereich des Empfängers liegen. Soweit der Frequenzabstand zweier solcher Komponenten im Hörbereich liegt, ergeben diese hinter dem Detektorrohr, gleichgültig von welcher der genannten Schwankungserscheinungen sie herrühren mögen, auch in Abwesenheit eines Trägers, ein „Eigengeräusch“. Wird der (unmodulierte) Träger aus dem Signalgenerator zugeschaltet, dann schwebt auch dieser mit den um akustische Frequenzen von ihm entfernten Komponenten, wobei die Schwebungsamplitude jetzt proportional der vergleichsweise grossen Trägeramplitude ist, so dass das Eigengeräusch stark anwächst.

Aus dieser kurzen Darstellung des Mechanismus der Entstehung von Eigengeräuschen in Röhrenverstärkern hoher

Spannungsverstärkung, zu welchem auch die modernen Hochleistungsempfänger gehören, ergibt sich, dass auch bei günstigstem Entwurf das Verhältnis von Signal zu Geräusch über ein gewisses Optimum hinaus von Seite des Empfängerbaues derzeit nicht verbessert werden kann, weil das Eigengeräusch bei aus anderen Gründen (Klangtreue) gegebenem Frequenzband nicht weiter beschränkt werden kann; dieses Verhältnis kann nur senderseitig durch Steigerung der Sendeleistung bei tiefer Modulation günstiger gestaltet werden, ein Weg, der auch seit geraumer Zeit beschritten wird und zur Verbesserung des Fernempfanges erheblich beigetragen hat. Dabei ist verständlich, dass der vom Standpunkt der Klangtreue bessere Empfänger, weil er im allgemeinen ein grösseres Frequenzband durchlässt, auch der stärker gestörte ist, was mit ein Grund für die allgemeine Einführung des „Klangreglers“ ist, welcher es ermöglicht, beim Fernempfang das Störgeräusch auf Kosten der akustischen Güte der Wiedergabe durch Einengung des Frequenzkanals von oben herabzusetzen.

Auch bei der Empfängerprüfung im Drahtkäfig muss das Eigengeräusch in geeigneter Weise berücksichtigt werden. Es ist dabei nicht erforderlich, jene Komponenten des Geräusches, die von derzeit unvermeidlichen Störursachen im Eingangskreis herrühren, das sind: Schrotoeffekt, Wärmegeräusch und Störungen des theoretischen Stromtransportes im ersten Rohr durch aktive Kollisionen (Stossionisation, Sekundärelektronen) — zu trennen von jenen Komponenten, welche sich aus den früher erwähnten durchschnittlichen Mängeln der Massenfertigung sowohl der Verstärkerrohre und anderen Bauteile als auch der Apparatmontage ergeben, so ferne diese nur kontinuierlich und nicht etwa bloss fallweise (Erschütterungen) zur Wirkung kommen.

Nach einem Vorschlag von St. Ballantine (12) wird in den standard tests das Eigengeräusch berücksichtigt durch Ermittlung einer (fiktiven) äquivalenten Geräuscheingangsspannung. Dabei ist darunter zu verstehen der Effektivwert einer mit 400 Hz (30 vH) moduliert angenommenen Eingangsspannung in  $\mu$ V, welche unter sonst gleichbleibenden Bedingungen dieselbe Ausgangsleistung ergeben würde, wie sie durch das Eigengeräusch erzeugt wird (22).

Bezeichnet man diese (fiktive) ausserhalb des Empfängers verlegte Eingangsspannung mit  $U_{ger}$ , die Spannung des Prüfsignals (400 Hz, 30 vH) mit  $U_s$  (das ist seine Empfindlichkeit), den im Belastungswiderstand  $R_a$  auftretenden von  $U_s$  allein herrührenden Strom mit  $J_s$ , den von  $U_{ger}$  allein herrührenden Strom mit  $J_{ger}$ , so gilt die Beziehung:

$$U_{ger} = 0.3 U_s \frac{J_{ger}}{J_s}$$

Dabei wird  $J_{ger}$  in der gleichen Schaltung wie bei der Bestimmung der Empfindlichkeit gemessen, indem man die 400 Hz-Modulation des Prüfsignals auf Null bringt und nunmehr die vom Eigengeräusch allein herrührende Stromkomponente abliest; dabei ist der Klangregler auf „hell“ zu stellen.

Ein Kunstgriff mag noch erwähnt werden, der bei der Untersuchung hochempfindlicher Apparate angewendet werden muss, besonders wenn die Apparate mit automatischer Volumregelung ausgestattet sind, bei welcher bekanntlich die hoch- und zwischenfrequente Verstärkung vom Träger abhängt, der den Klemmen Antenne-Erde zugeführt wird; von dieser Verstärkung hängt aber auch die Geräuschamplitude  $J_{ger}$  ab. Es ist daher nicht möglich, die für die Erzielung der Normalausgangsleistung von 50 mW einzustellende Stromstärke im Belastungswiderstand:

$J_a = \sqrt{J_{ger}^2 + J_s^2}$  ( $J_s$  Belastungsstrom (400 Hz) bei der Normalausgangsleistung von 50 mW in  $R_a$ ) vor auszuberechnen, weil das dabei vorhandene  $J_{ger}$  noch nicht bekannt ist. Man verfährt dabei in folgender Weise: Nach sorgfältiger Abstimmung des Empfängers auf die Welle des Signalgenerators wird das normengemäss modulierte Prüfsignal, von Null beginnend allmählich gesteigert und die zu den abgelesenen Eingangsspannungen  $U_s$  sich ergebenden Ströme  $J_a$  im Belastungswiderstand  $R_a$  abgelesen und diese Werte als Funktion von  $U_s$  in einem Diagramm aufgetragen (Kurve I in Abb. 4); dann wird die Modulation des Signalgenerators abgeschaltet und nur der verbleibende Geräuschstrom  $J_{ger}$  in  $R_a$  abgelesen (Kurve II); dann wird die Kurve  $\sqrt{J_{ger}^2 + J_s^2}$  mit den eben ermittelten Werten von  $J_{ger}$  berechnet und in das Diagramm eingetragen (Kurve III). Diese Kurve ist fiktiv und nur ein Punkt derselben existiert tatsächlich, nämlich der Schnittpunkt P mit I, die diesem Punkt entsprechende Abszisse ergibt die normengemässe Empfindlichkeit E, bei welcher die Normalausgangsleistung neben der Geräuschleistung im Ausgangswiderstand vorhanden ist.

Zur Ermittlung der *Trennschärfe* wird der abgestimmte Empfänger aus dem Signalgenerator mit dem Prüfsignal  $U_s = E$  gespeist, so dass die Ausgangsleistung 50 mW beträgt. Nunmehr wird die Welle des Signalgenerators (bei unverändert bleibender Empfängerabstimmung) in passenden Stufen zum Beispiel zuerst nach höheren, dann nach tieferen

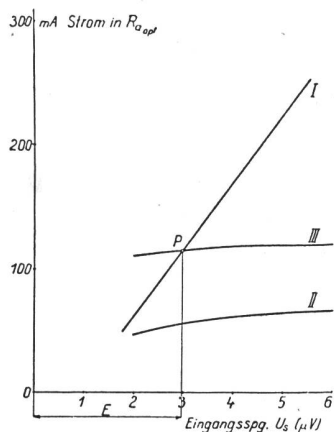


Abb. 4. Berücksichtigung des „Eigengeräusches“ bei der Ermittlung der „Empfindlichkeit“.

Frequenzen um je zum Beispiel 1000 Hz gegenüber Resonanz verstimmt und  $U$  jedesmal so lange vergrößert, bis die Ausgangsleistung wieder 50 mW beträgt. Trägt man in Abhängigkeit von der Verstimmung in kHz das Verhältnis:  $s = \frac{U_s}{E}$  in logarith-

mischem Mass auf, so ergibt sich die Trennschärfekurve Abb. 5. Aus dieser Kurve ist die Bandbreite  $b$ , wie in der Abb. 5 angegeben, abzulesen für  $s = 10, 100, 1000$  (das sind 20, 40, 60 Dezibel) usw. Die Trennschärfekurve muss mindestens bei 1000 kHz, besser auch noch bei 600 und 1400 kHz Resonanzfrequenz aufgenommen werden; es empfiehlt sich auch, zusätzlich noch eine Messung bei erhöhtem Eingangspegel, zum Beispiel  $U_s = 5000 \mu V$  vorzunehmen.

Zur Kennzeichnung der Trennschärfe dient ferner die Angabe der *Selektanz*; darunter sind zu verstehen die Ordinaten  $s_n = \frac{U_s}{E}$ , gemessen in Abständen von

ganzen Vielfachen der Kanalweite (in Europa: 9 kHz, kleinster zulässiger Abstand zweier benachbarter Wellen im Wellenplan). Dabei wird nach den Normen die Selektanz im Abstand von  $+9000, +2 \times 9000$  usw. Hz bezeichnet mit  $S_{+1}, S_{+2}, \dots, S_{+n}$ , die auf der anderen Seite der Selektivitätskurve sinngemäss mit  $S_{-1}, S_{-2}, \dots, S_{-n}$ . Die Selektanz wird als Spannungsverhältnis oder in Dezibel angegeben. In letzterem Fall bezeichnet man mit  $S_n$  schlechtweg den Mittelwert von  $S_{+n}$  und  $S_{-n}$ . Praktisch gibt also die Selektanz an, um wieviel Dezibel die Feldstärke eines im Abstand von  $n$  Kanalweiten von der Empfängerabstimmung arbeitenden (störenden) Senders II über der Feldstärke des eben abgestimmten Senders I liegen muss, damit er dieselbe Ausgangsleistung ergibt, wie der Sender I;

je grösser die Selektanz, um so besser das Trennvermögen des untersuchten Apparates.

Die *Klangtreue* wird im Sinn der standard tests durch Aufnahme der Frequenzkurve zur Kennzeichnung der linearen Verzerrung und durch Ermittlung der maximalen „unverzerrten“ Ausgangsleistung (nichtlineare Verzerrung) festgestellt, wobei darunter jene verstanden wird, bei welcher der Klirrfaktor 10vH erreicht. Bei der ersten Messung wird das — konstant gehaltene — Prüfsignal mit den Frequenzen von 30 bis 10,000 in geeigneten Stufen durch eine Schwebungs- oder Stufenorgel moduliert (30vH), wobei die Ausgangsleistung im Scheitel dieser Kurve wieder 50 mW betragen soll. Man ermittelt dann das

Amplitudenverhältnis  $\frac{J}{J_{max}}$  und trägt es in logarithmischem Mass (oder Dezibel in linearem Mass) über der Frequenzskala auf. So wie es vielfach ausreichend ist, die Trennschärfe eines Apparates kurz durch Angabe von Bandbreite und Selektanz zu kennzeichnen, so kann man die Klangtreue in ähnlicher Weise durch ein Frequenzband charakterisieren und als solches zum Beispiel jenen Frequenzbereich der Frequenzkurve definieren, bei welchem an den Grenzen die Dämpfung 3 Dezibel erreicht (siehe Tabelle V).

Die Ermittlung der maximalen unverzerrten Ausgangsleistung geschieht nach den standard tests in der Weise, dass das genormte Prüfsignal allmählich gesteigert, die Ausgangsleistung gemessen und der zugehörige *Klirrfaktor*<sup>5)</sup> bestimmt wird.

#### D. Messungen an österreichischen Empfängern.

Um ein Urteil über den Stand des österreichischen Empfängerbaues zu gewinnen, wurde ein grosser Teil der im Winter 1933/34 von den Firmen neu auf den Markt gebrachten Apparate nach den standard tests untersucht, und zwar nur Fernempfänger. Es kann vorweg genommen werden, dass die Qualität der Apparate, verglichen mit der ausländischen Produktion, als hervorragend zu bezeichnen ist. Allgemein lässt sich auch aussagen, dass eine Steigerung der Empfindlichkeit über das bereits erzielte Mass von etwa 120 Dezibel derzeit ziemlich zwecklos ist, selbst dort, wo der äussere Störnebel gering ist, weil

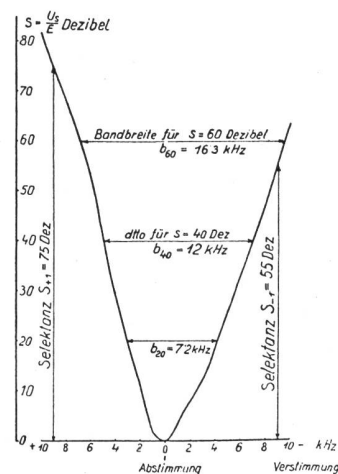


Abb. 5. Trennschärfekurve (Ermittlung von Bandbreite und Selektanz).

eben das unvermeidliche Eigengeräusch das Signal zu stark zudeckt.

Der Super beherrscht wegen der hohen Trennschärfe bei gleichzeitig möglicher Einknopfabstimmung den Markt. Das Schema des Aufbaues unterliegt nur geringen Veränderungen: 1. Stufe: Hochfrequenzvorrohr, 2. Stufe: Mischrohr, 3. Stufe: Zwischenfrequenzoszillator, 4. Stufe: ein oder zwei Zwischenfrequenzverstärker mit Exponentialpentoden, 5. Stufe: Binode, 6. Stufe: Endpenthode. Dabei können einzelne Stufen fehlen (zum Beispiel die erste) oder mehrere in einem Mehrgitterrohr (Hexode, Oktode) in eine Stufe zusammengelegt werden. Alle Apparate sind für Rundfunk-, Langwellen-, manchmal auch für den Kurzwellenbereich ausgelegt und stets mit Grammophonosenanschluss ausgerüstet. Vielfach ist auch — vom 4-Röhrensuper aufwärts — automatische Schwundregelung vorgesehen, zweckmässigerweise in Verbindung mit der „stummen“ Abstimmung durch ein Milliampereometer oder ein sonstiges optisches Anzeigeeinstrument.

Abb. 6 zeigt den Verlauf der Empfindlichkeit (in Dezibel unter 1V) bei 16 in die Untersuchung einbezogenen Apparaten; dabei sind nur die Apparate mit den Nummern 1 bis 3 älterer Konstruktion (1932), alle übrigen vom Herbst 1933 oder später. Neben Geräten mit vorbildlich gleichmässigem Verlauf der Empfindlichkeit über den ganzen Rundfunkbereich (Appar. Nr. 7, 9, 11, 13, 15), sind auch solche aufgenommen, wo an dem unregelmässigen Gang deutlich Mängel der Justierung zu erkennen sind. In der Tabelle I sind die Mittelwerte der Empfindlichkeit zusammengefasst.

Tabelle I.

	Empfindlichkeit in Dezibel					Durchschnitt
3 Röhrenapparat:	83.1	79.2	79.8	77.4	84.6	80.8
4 „	86.5	104.2	89.0	95.7		94.0
5 „	99.4	107.9	92.9	121.7	94.0	104.6
6 „		120.2				

Somit können, wie die Tabelle I zeigt, bei den gegenwärtigen Konstruktionsprinzipien als für die Type kennzeichnend etwa folgende Empfindlichkeiten angenommen werden (abgerundet): (Diese Werte gelten für Wechselstromanschluss; derselbe Apparat für Gleichstromanschluss (220 V) ist in der Regel etwas weniger empfindlich.)

Tabelle II.

3 Röhrenapparat:	80 Dez., entspr. 100 $\mu$ V (25 $\mu$ V/m)
4 „	90 „ „ 32 „ ( 8 „ )
5 „	100 „ „ 10 „ (2.5 „ )
6 „	(wahrsch.) 110 „ „ 3.2 „ (0.8 „ )

Tabelle IV. Verhältnis von Signal zu Eigengeräusch.

kHz	Apparat Nr. 7 Empf.: 104.2 Dez. d. s.: $E_{mit} = 6.2 \mu$ V Frequenzkanal: 1450 Hz			Apparat Nr. 13 121.7 Dez. 0.84 $\mu$ V 1370 Hz			Apparat Nr. 15 111.9 Dez. 2.6 $\mu$ V 2020 Hz			Apparat Nr. 16 120.2 Dez. 0.98 $\mu$ V 1600 Hz		
	$E (\mu$ V)	$U_{ger} (\mu$ V)	$E/U_{ger}$	$E (\mu$ V)	$U_{ger} (\mu$ V)	$E/U_{ger}$	$E (\mu$ V)	$U_{ger} (\mu$ V)	$E/U_{ger}$	$E (\mu$ V)	$U_{ger} (\mu$ V)	$E/U_{ger}$
600	4.7			0.8	0.35	2.28	2.5	0.39	6.4	0.48	0.38	1.42
800	6.1	2.09	2.92	0.8	0.3	2.66	2.7	0.58	4.65	0.64	0.61	1.05
1000	7.3	1.57	4.64	0.8	0.31	2.58	3.1	1.1	2.72	3.0	0.43	6.9
1200	7.4	2.13	3.46	0.9	0.31	2.88	2.0	0.34	5.9	1.0	0.76	1.31
1400	5.7	3.51	1.61	0.84	0.28	2.96	2.6	0.31	6.7	—	—	—

Mitteilungen in der Literatur über normengemäss gemessene Empfindlichkeiten an modernen Empfängern sind spärlich, so dass es an Vergleichsmaterial mangelt. Doch lassen einige Messungen von Harnisch (16) vom Jahre 1931 immerhin den Fortschritt erkennen, der seither erzielt wurde, denn dort beträgt die mittlere Empfindlichkeit (umgerechnet):

Neutralisierter 5 Rohr-„Geradeaus“-App.: 62.5 Dez. ( 750  $\mu$ V)  
5 Rohr-Schirmgitterapparat: 58.3 „ (1200 „ )

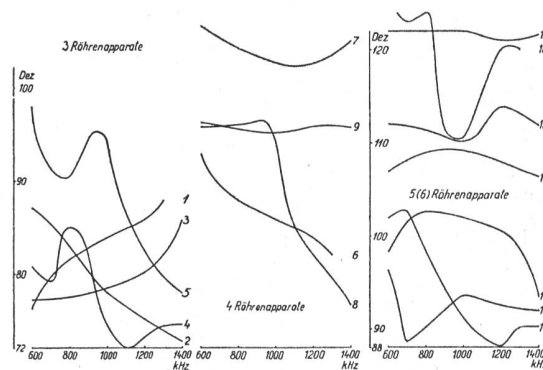


Abb. 6. Empfindlichkeitskurven im Rundfunkwellenbereich.

Kennzeichnend für den Stand der Technik in Amerika (1933) sind die Resultate der Messungen an 64 Superhetempfängern (25); dabei wurde keine Unterscheidung nach der Röhrenzahl, sondern nach der durchschnittlichen Empfindlichkeit und Qualität getroffen (Werte aus den dort mitgeteilten Kurven berechnet):

Tabelle III.

Qualitätsempfänger	
max. Empf. . . .	117.2 Dez. ( 1.4 $\mu$ V, d. s. 0.35 $\mu$ V/m)
Durchschnittssuper .	77.4 „ ( 130 „ „ 42.5 „ )
Unt. Grenze (Super)	56.8 „ (1400 „ „ 350.0 „ )

Bei Apparaten mit Empfindlichkeiten von 100 Dezibel und mehr muss das Eigengeräusch berücksichtigt werden. Aufschluss über die fiktive Geräuscheinangangsspannung und das Verhältnis von Signal zu Geräusch geben die in Tabelle IV beispielsweise angeführten Messungen an 4 Apparaten. Man sieht, dass zum Beispiel von den Apparaten 13 und 16, die annähernd gleiche mittlere Empfindlichkeit haben, der Apparat Nr. 13 wesentlich ruhiger ist; allerdings ist die elektrische Klangtreue (3-Dezibel-Kanal) bei Apparat 16 etwas günstiger; das Eigengeräusch wächst natürlich mit der Frequenzdurchlässigkeit.



Bei diesen Apparaten höchster Empfindlichkeit ( $E_{mit}$ ) ist das Verhältnis von Signal zu Geräusch ( $E/U_{ger}$ ) durchwegs sehr ungünstig (wenn man 10 als untere Grenze ansieht). Daraus folgt keineswegs, dass so hohe Empfindlichkeiten *völlig* zwecklos sind;

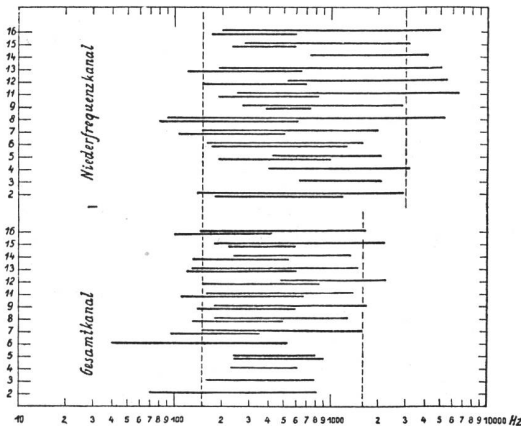


Abb. 7. 3-Dezibel-Frequenzkanäle der untersuchten Empfänger. Die obere Linie gilt für Klangregler „hell“, die untere Linie gilt für Klangregler „tief“.

denn diese Apparate sind ja heute durchwegs mit automatischer Lautstärkeregelung ausgestattet und da bleibt eine hohe Verstärkungsreserve beim kurzzeitigen Fading immer ein Vorteil, denn man kann der Meinung sein, es ist besser, der Empfang wird beim Schwinden der Welle kurzzeitig schlecht, als dass er ganz ausbleibt. Auch kann man in solchen Fällen, wo man daran interessiert ist, eine schwache Station zu hören, sich helfen, indem man den Klangregler auf „tief“ stellt, wodurch das Geräusch, wenn auch auf Kosten der Klangtreue, wesentlich vermindert wird. Freilich kann die hohe Leistungsfähigkeit solcher Empfänger, zumindest im verbauten Gebiet der Städte, nur dann wirklich ausgenutzt werden, wenn die Antenne über Dach (tunlichst über den größten Störnebel) verlegt und die Zuleitung zum Apparat verkabelt wird.

Ueber die Trennschärfe, gekennzeichnet durch Bandbreite  $b$  und Selektanz  $s$ , sowie über die elektrische Klangtreue (3-Dezibel-Kanal der Frequenzkurve des Gesamtempfängers und ab Schalldoseneingang, und zwar für die Stellungen des Klangreglers „hell“ und „tief“), sowie über die mittlere Empfindlichkeit  $E_{mit}$  über den Rundfunkbereich gibt in zusammenfassender Weise die Tabelle V Aufschluss.

Die Klangtreue des Fernempfanges ist bei der heutigen Konstruktionspraxis, die vornehmlich durch wirtschaftliche Gesichtspunkte eingeengt ist, der am wenigsten befriedigende Punkt. Wenn es auch heute, wo für Hochfrequenz vorzüglich geeignete ferromagnetische Materialien verfügbar sind, möglich wäre, durch Verwendung von Brückenfiltern in der Zwischenfrequenz des Supers an Stelle der gebräuchlichen „Bandfilter“, bei gleichbleibender Trennschärfe die Klangtreue erheblich zu verbessern, so ist wohl aus Preisgründen in der nächsten Zeit nicht mit einer solchen Verbesserung zu rechnen. Freilich

kann man beobachten, dass auch die heutigen Apparate in der Regel mit nach „tief“ gestelltem Klangregler betrieben werden, obwohl nicht einmal in der „hell“-Stellung die wünschenswerte Klangtreue erzielbar ist, so dass man geneigt sein könnte, zu fragen: wozu Erweiterung des Frequenzkanals, wenn der Zuhörer ihn möglichst einengt? Hier ist nicht immer mangelndes musikalisches Gehör verantwortlich zu machen, sondern der Wunsch nach Schutz vor dem Störnebel. Der Apparatkäufer wird vielfach ungenügend informiert über die Antenne; „es genügt die Erde, die Lichtleitung, das Klavier usw. als Antenne“; das ist wohl richtig, wenn nur Ortsempfang gewünscht wird oder die Umgebung des Empfangsortes elektrisch sehr ruhig ist. In den Städten aber trifft dies häufig nicht zu, und dann ist für den Fernempfang, wie schon erwähnt, eine kurze, aber über Dach gesetzte Antenne zu empfehlen, wobei die Zuleitung zum Apparat mit den im Handel erhältlichen geschirmten Armaturen zu versehen ist, wodurch ein grosser Teil der Störungen, die von den elektrischen Installationen herrühren, ausgeschaltet wird.

In Abb. 7 sind die 3-Dezibel-Kanäle der untersuchten Empfänger übersichtlich zusammengefasst, und zwar sowohl für den Niederfrequenzteil allein (oben) als auch für den ganzen Empfänger (unten). Der Frequenzumfang ist durch die Länge der waagrechten Striche dargestellt; bei jedem Apparat bedeutet der obere der beiden Striche den Frequenzkanal bei „hoch“ gestelltem Lautstärkeregel, der untere den Frequenzkanal für „tief“ Stellung desselben. Es erhebt sich die Frage, welches bei den derzeitigen Konstruktionsprinzipien, bei welchen mit einer (3-Dezibel) Kanalbreite von etwa 1500 (bis 2000) Hz das Auslangen gefunden werden muss, die günstigste Lage des Frequenzkanals innerhalb des Hörbereiches ist. Die Abb. 8 zeigt nach Messungen von H. Fletcher (17) den für physiologisch völlig befriedigende Wiedergabe notwendigerweise erforderlichen Frequenzumfang verschiedener Klangbilder; dabei sind die

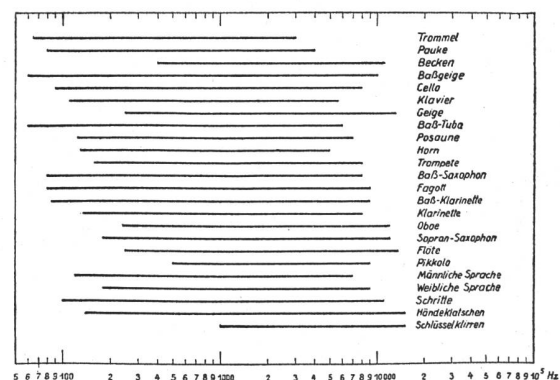


Abb. 8. Frequenzumfang verschiedener Klangkörper nach H. Fletcher.

Grenzen dieser Bänder jene Werte, wo 80 vH der Beobachter die Zuschaltung eines das wiedergegebene Frequenzband von oben, bzw. unten weiter einengenden Filters eben merkten, und zwar bei Wiedergabe der Klänge durch eine Spezialapparatur völlig gleicher Durchlässigkeit von 40 bis 15,000 Hz zwi-



Tabelle V.

Ap- parat Nr.	$E_{mit}$ Dezibel	gemessen bei 1000 kHz									
		Bandbreite*) in kHz		Selektanz in Dezibel			Frequenzkanal (3 Dezibel)				
							Gesamtempfänger		ab Schalldoseneingang		
$b_{10}$	$b_{100}$	$S_{+1}$	$S_{-1}$	$S$	hell	tief	hell	tief			
1	83.1	4.0	—	48.5	30.0	39.0	—	—	—	—	
2	79.2	8.8	14.8	46.0	52.0	49.0	70 ÷ 820	—	140 ÷ 2900	180 ÷ 1200	
3	79.8	8.2	19.8	38.0	37.0	37.5	160 ÷ 780	—	620 ÷ 2100	—	
4	77.4	6.2	12.6	71.0	42.3	56.7	230 ÷ 620	—	400 ÷ 3200	—	
5	84.6	9.0	17.8	43.3	37.8	40.6	240 ÷ 800	240 ÷ 900	420 ÷ 2100	190 ÷ 1000	
6	86.5	9.6	—	24.5	25.0	24.8	40 ÷ 530	—	160 ÷ 1600	170 ÷ 1270	
7	104.2	10.6	17.0	39.0	38.5	38.7	150 ÷ 1600	95 ÷ 350	150 ÷ 2000	105 ÷ 510	
8	89.0	9.6	16.8	41.0	44.0	42.5	180 ÷ 1300	130 ÷ 500	90 ÷ 5400	80 ÷ 620	
9	95.7	11.8	21.5	34.0	29.5	31.8	180 ÷ 1700	140 ÷ 600	270 ÷ 2900	380 ÷ 740	
10	99.4	8.6	—	30.8	22.0	26.4	—	—	—	—	
11	107.9	8.8	16.8	40.0	35.5	39.2	160 ÷ 1400	110 ÷ 680	250 ÷ 6600	190 ÷ 840	
12	92.9	9.3	18.2	40.0	38.5	39.3	480 ÷ 2250	150 ÷ 850	520 ÷ 5600	150 ÷ 700	
13	121.7	7.2	11.8	75.5	55.0	65.3	130 ÷ 1500	120 ÷ 600	190 ÷ 5200	120 ÷ 650	
14	94.0	6.4	13.5	68.0	39.5	53.8	240 ÷ 1330	130 ÷ 540	730 ÷ 4200	—	
15	111.9	7.3	11.1	52.8	63.3	58.1	180 ÷ 2200	220 ÷ 600	280 ÷ 3200	230 ÷ 600	
16	120.2	8.5	16.2	52.0	39.4	45.7	140 ÷ 1745	100 ÷ 420	200 ÷ 5000	170 ÷ 600	

\*) Vgl. Abb. 5.

schen primärem und Lautsprecherschallfeld. Man sieht, dass diese Bänder sehr breit sind; beachtet man jedoch, dass die Beobachter dabei ständig die Möglichkeit des Vergleiches mit dem unveränderten Klang hatten, dass beim Rundfunk aber diese Möglichkeit (glücklicherweise) fehlt, so wird verständlich, dass mit viel engeren Bändern das Auslangen gefunden werden kann. Einigen Aufschluss darüber ergeben Häufigkeitsmessungen über die vorkommenden Frequenzen, die von *H. Lueder* (11) nach einer Methode der statistischen Oktavenanalyse an gebräuchlichen Klangbildern (Sprechen, Gesang, Soloinstrumente, Orchestermusik) gemacht wurden. Betrachtet man die dort mitgeteilten Mittelwertspektren, so scheint ein Kanal von 100 bis 1600 Hz mindestens notwendig zu sein; ein solcher kann auch beim Super leicht erreicht werden. Für die Schalldosenwiedergabe kann die untere Grenze bei 100 Hz belassen, die obere mit mindestens 3000 Hz angesetzt werden. Diese wünschenswerten Grenzen sind in Abb. 7 gestrichelt eingezeichnet und man erkennt, dass bei einzelnen Apparaten die Kanäle ungünstig liegen (zum Beispiel bei 4, 5, 6, 12).

Bestimmend für die Festlegung des Frequenzkanals ist schliesslich — da es in letzter Linie auf die akustische Klangtreue ankommt — der verwendete Lautsprecher und, wenn er eingebaut ist, Grösse und Art des Apparatgehäuses und der Lautsprecheröffnung (die nicht zur Hälfte mit Schnitzereien verdeckt sein soll, weil dann der Apparat „paukt“). Darüber kann natürlich nur eine *akustische* Messung Aufschluss geben, die jedoch in gleicher Weise nach Industrienormen durchgeführt werden müsste, wie die hier ausschliesslich behandelte *elektrische* Untersuchung, wenn die Messresultate als objektives Qualitätsmass beim Vergleich verschiedener Erzeugnisse verwendbar sein sollen.

Die Erkenntnis, dass weitere Steigerungen der heute erzielten Empfindlichkeiten derzeit unnötig, Verbesserungen der Klangtreue aber dringend anzu-

streben sind, kommt in den gegenwärtigen Bestrebungen des amerikanischen Rundfunks deutlich zum Ausdruck und es erstrecken sich diese Bestrebungen zur Steigerung der Gesamtübertragungsgüte auf *alle Teile* des Rundfunkkanals. Sie haben es ermöglicht, auch dem Empfängerbau ein neues Arbeitsziel für die nächste Zeit anzugeben, durch welches der Typ des „high fidelity receivers“ (Empfänger hoher Klangtreue) gemäss folgender Definition der Radio manufacturer association gekennzeichnet wird: „Ein als ‚high fidelity‘ Empfänger bezeichneter Rundfunkapparat muss einen Tonfrequenzbereich von mindestens 50 bis 7500 Hz aufweisen, wobei innerhalb dieses Bandes Schwankungen von höchstens 10 Dezibel in seinem Schallausgang vorkommen dürfen und muss eine elektrische Ausgangsleistung von mindestens 10 W liefern, bei einem Klirrfaktor von höchstens 5 vH (26).“

Solche Empfänger werden mit einer Umschaltung ausgestattet, die eine Verminderung der Bandbreite ermöglicht, wenn dies — besonders in den Abendstunden — aus Gründen der Selektivität erforderlich wird.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass dieses neue Ziel in nächster Zeit auch (mindestens) erreicht und dann vom europäischen Rundfunk übernommen werden wird.

Abschliessend soll nicht versäumt werden, der österreichischen Radioindustrie, und zwar den Firmen: Radione-Eltz, Eumig, Horny, Ingelen, Minerva, Panradio, Siemens-Telefunken, Zerdik, besonders aber der Firma Kapsch & Söhne für die Ueberlassung einer grossen Zahl von Apparaten zur Durchführung der beschriebenen Messungen den Dank auszusprechen.

#### Literaturnachweis.

1. *E. Klotz*: Ein Beitrag zur qualitativen Messung von Empfängern. Telefunkenzeitung Nr. 45/46.
2. *H. D. Oakley*: Quantitative determination of radio receiver production. Journ. Am. Inst. El. Eng. 46 (1927) S. 498.

3. *Graham and Olney*: Engineering control of radio receiver production. Proc. Inst. Rad. Eng. 18 (1930), H. 8.
4. *A. F. van Dyck and E. T. Dickey*: Quantitative methods used in tests of broadcast receiving sets. Proc. Inst. Rad. Eng. 16 (1928) H. 11.
5. Proposed standard tests of broadcast receivers. Proc. Inst. Rad. Eng. 18 (1930) H. 8.
6. *K. W. Jarvis*: Radio receiver testing equipment. Proc. Inst. Rad. Eng. 17 (1929) H. 4.
7. *L. M. Hull*: Some characteristics of modern radio receivers and their relation to broadcast regulation. Proc. Inst. Rad. Eng. 17 (1929) H. 8.
8. *P. O. Farnham and A. W. Barber*: Problems involved in the design and use of apparatus for testing radio receivers. Proc. Inst. Rad. Eng. 18 (1930) H. 8.
9. *H. A. Thomas*: A method of measuring the overall performance of radio receivers. Journ. Inst. Elec. Eng. 68 (1931) S. 475.
10. *A. Clausing*: Gütebeurteilung von Empfängern. ENT (1930) S. 477.
11. *H. Lueder*: Zur Statistik der Intensitätsverteilung im Spektrum natürlicher Klangbilder. Wissensch. Veröff. Siemens-Konz. 9 (1930) H. 2.
12. *St. Ballantine*: Fluctuation noise in radio receivers. Proc. Inst. Rad. Eng. 18 (1930) H. 8.
13. *F. B. Llewellyn*: A study of noise in vacuum tubes and attached circuits. Proc. Inst. Rad. Eng. 19 (1931) H. 3.
14. *Tröltzsch*: Eine Messeinrichtung zur Untersuchung von Rundfunk-Empfängern. ENT 8 (1931) S. 137.
15. *G. Thomas*: Production testing of present day radio receivers. Electronics, Febr. 1931.
16. *A. Harnisch*: Quantitative Untersuchungen an Rundfunk-Empfängern. Hochfrequ. u. Elektroak. 38 (1931) H. 5.
17. *H. Fletcher*: Some physical characteristics of speech and music. Bell Syst. Tech. Journ. 10/3.
18. *F. B. Llewellyn*: A rapid method of estimating the signal to noise ratio of high gain receivers. Proc. Inst. Rad. Eng. 19 (1931) H. 3.
19. *N. P. Case*: Receiver design for minimum fluctuation noise. Proc. Inst. Rad. Eng. 19 (1931) H. 6.
20. *W. Brintzinger und H. Viehmann*: Das Rauschen von Empfängern. Hochfrequ. u. Elektroak. 39 (1932) H. 6.
21. *A. Clausing*: Rundfunkmesstechnik vom Mikrophon über Sender und Empfangsantenne, Rundfunkapparat zum Lautsprecher, Veröff. a. d. Gebiet d. Nachrichtentechnik (S. & H.) 3 (1933) H. 2.
22. 1933 Report of the standards committee of the Institut of Radio Engineers S. 75 ff. (Selbstverlag des Inst. of Rad. E.)
23. Transmit auditory perspective in music. Electronics, Mai 1933.
24. *H. Nyquist*: Thermal agitation of electric charges in conductors. Phys. Rev. 32 (1928) S. 110.
25. Electronics, Dezember 1933.
26. Electronics, Mai 1934.

## Die „sprechende Uhr“.

Am 9. November 1935 gaben die Tageszeitungen bekannt, dass im Telephonamt Genf eine Zeitan-sageeinrichtung, eine sogenannte „sprechende Uhr“, in Betrieb genommen worden sei.

Vom technischen Standpunkt aus betrachtet, handelt es sich nicht um eine Neuheit, denn Städte wie Paris, Florenz, Rom, Berlin, Brüssel usw. besitzen diesen Dienst schon seit einiger Zeit. Wohl aber ist die Genfer Anlage die erste dieser Art in der Schweiz, weshalb einige Aufschlüsse darüber für unsern Leserkreis von Interesse sein dürften.

## „L'horloge parlante.“

Les journaux genevois du 9 novembre dernier avisaient le public de la mise en service d'une horloge parlante automatique à l'office téléphonique de Genève.

Au point de vue technique, cette horloge n'est pas une nouveauté puisque le service automatique de distribution de l'heure exacte fonctionne déjà depuis un certain temps à Paris, Florence, Rome, Berlin, Bruxelles, etc. Mais comme il s'agit de la première installation de ce genre en Suisse, nous croyons intéresser nos lecteurs en leur donnant quel-



Fig. 1. Gesamtansicht der sprechenden Uhr „Brilliant“ und der Reservegruppe.  
Vue d'ensemble de l'horloge parlante „Brilliant“ et de l'horloge de secours.