

FUNFTES JULIHEFT 1930

TUNIKSCHAU

NEUES VOM FUNK · DER BASTLER · DAS FERNSEHEN · VIERTELJAHR 1.80

ZU BEZIEHEN IM POSTABONNEMENT ODER DIREKT VOM VERLAG DER G. FRANZ'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI, MÜNCHEN, POSTSCH.-KTO. 5758

INHALT: Elektrische Musik · Der Rundfunk als Wecker · Der vorsorgliche Schalter · Mit dem Radiokoffer . . . Entschließung des Deutschen Amateur-Sende- und Empfangsdienstes zu der Regelung der Sendegenehmigung · Die Aufdeckung eines Irrtums bringt Umwälzung im Empfängerbau · Der Großsender schlägt durch · Radio im Dienste der Diebe und Einbrecher · Der Radioempfänger als Gedankenleser · Man schreibt uns

DEMNÄCHST ERSCHEINT: Die Stimme über 20 km Funk und Luftfahrt · Ein Versuch mit Ultra-Kurzwellen Größte Lautstärke durch richtige Anpassung · Der selbstgebaute Fernseh-Empfänger (Fortsetzung).

Elektrische Musik

Ein völlig neues Musikinstrument auf der Grundlage des Funks, für den Funk.

Eine auserlesene Gesellschaft, Musiker und Komponisten von Rang, die führenden Musikkritiker, die Koryphäen des Tonfilms, der Schallplatte und — last not least — des Rundfunks, füllte den Konzertsaal der Staatlichen akademischen Hochschule für Musik in Berlin, um der Veranstaltung „Elektrische Musik“ im Rahmen der Woche „Neue Musik 1930“ beizuwohnen. Auf dem Podium waren neben der weißen Leinwand für den Projektionsapparat, die sich in der „musikalischen“ Umgebung recht deplaciert vorkam, mehrere eigentümliche Kästen aufgestellt, die Rundfunkempfängern nicht unähnlich sahen; die Verwandtschaft wurde durch mehrere große dynamische Schallwand-Lautsprecher beinahe provozierend unterstrichen.

Ohne zu murren, ließen die Musiker einen physikalischen Vortrag über sich ergehen, der von interrupten Entladungen, Hallformanten, Glimmstrecken, Verstärkern, Potentiometern und ähnlichen Dingen sprach, die für den Funkfreund höchste Seligkeit, für den Künstler aber vielleicht höheren Blödsinn bedeuten. Dr. Trautwein führte in seine neue Hallformantentheorie ein. Sie lautet komprimiert, daß die musikalische Klangfarbe eines Tones durch einen oder mehrere Hallformanten hervorgerufen wird, die dem

Grundton beigemischt sind; „Hallformanten sind gedämpfte Schwingungszüge von bestimmter Frequenz, die stets höher liegen als der Grundton und zu diesem in beliebigem Verhältnis stehen, also auch unharmonisch sein können. Der Hallformant klingt stets im Verlauf einer Grundperiode ab oder wird durch den Beginn der nächsten Periode ausgelöscht. Die Frequenz der Hallformanten ist in einem großen Bereich von Grundtönen stets die gleiche. Die Hallformanten werden zumeist durch eine oder mehrere Unstetigkeiten im Verlaufe jeder Periode der Grundschwingung angestoßen“.

Eine theoretische Erklärung findet erst dann Allgemeininteresse, wenn ihre experimentelle Bestätigung gelingt. Trautwein ist der beständige Versuch für die Hallformanten-Theorie mit erstaunlicher Eindringlichkeit gelungen. Er züchtete die Hall-



Das neue elektrische Musikinstrument „Trautonium“ offen.

Dephot.

formanten in Reinkultur und führte sie einzeln vor.

Zur Auslösung von Hallformanten braucht man eine Entladung interrupten, explosionsartigen Charakters. Es eignen sich die von einer Glimmstrecke, mit Kondensator und Widerstand zur sog. Hittorf'schen Schaltung zusammengesetzt, gelieferten Schwingungen ausgezeichnet. Mit der Glimmstrecke wurde ein besonderer Schwingungskreis zusammengeschaltet, dessen Drehkondensator veränderlich ist und der außerdem so mit einer rückgekoppelten Röhre kombiniert wurde, daß auch die Dämpfung dieses Kreises in weiten Grenzen geändert werden kann; in diesem Schwingungskreis sollen die Hallformanten entstehen.

Die Frequenz des Glimmlampengenerators wurde nun durch die Benutzung eines großen Kondensators und eines großen Widerstandes auf einen so kleinen Wert eingestellt, daß sie unterhalb der Hörbarkeitsgrenze lag; man arbeitete beispielsweise mit zwei Perioden in der Sekunde. Man hörte nun alle halbe Sekunde einen eigenartigen, metallisch klingenden Ton verhältnismäßig hoher Frequenz, der sich in der Schnelligkeit seines Abklingens ändern ließ, wenn man den erwähnten Rückkopplungskondensator verstellte, und dessen Tonhöhe variiert werden konnte, indem man den Drehkondensator des Schwingungskreises änderte. Was man hier hörte, war einfach der Hallformant, der in Frequenz und Dämpfung geändert werden kann. Die Grundfrequenz selbst dagegen verlief so langsam, daß sie mit dem Ohr nicht wahrgenommen werden konnte.



Das neue elektrische Musikinstrument „Trautonium“, eine Erfindung des Leiters der Radio-Versuchsstelle der Staatlichen Musikhochschule Berlin, Dr. Trautwein, das auf dem vor dem Instrument liegenden Stabe wie auf einer Tastatur gespielt wird und das eine große Anzahl neuer Klangfarben gibt. Vorne links Prof. Paul Hindemith. Vorne rechts Dr. Trautwein, der Erfinder des Instrumentes.

Dephot.

Beim weiteren Versuch wurde die Grundfrequenz nun langsam gesteigert, so daß sie schließlich hörbar wurde. Da trat etwas Eigenartliches ein: indem die Grundfrequenz hörbar wurde, trat die Frequenz des Hallformanten in den Hintergrund. Man konnte jetzt beides nicht auseinanderhalten, sondern der Hallformant bestimmte nunmehr die Klangfarbe der Grundfrequenz, wurde als selbständige Entladung aber unhörbar.

Daß der Hallformant für die Klangfarbe verantwortlich ist, ließ sich mit Leichtigkeit aus dem weiteren Versuch ersehen: Hielt man die Grundfrequenz konstant, während die Frequenz oder die Dämpfung des Hallformanten durch ein Verdrehen der betreffenden Kondensatoren geändert wurden, so änderte sich hiermit die Klangfarbe bei gleichem Grundton. Wurde aber der Hallformant konstant gehalten, dafür nunmehr die Grundschiwingung geändert, so erhielt man verschiedene hohe Töne gleicher Klangfarbe. Die von Dr. Trautwein vorgeführten Versuche sind so eindeutig und gleichzeitig so überraschend, daß an der Theorie gar kein Zweifel aufkommen kann.

Diese Versuchsschaltung ist gleichzeitig die Grundschialtung des neuen Musikinstrumentes, des Trautoniums. Es weist einen Generator für die Grundfrequenz auf, der in der Frequenz dadurch verändert werden kann, daß man einen manualartig ausgebildeten Widerstand abtastet, der die Gitterspannung für eine als Arbeitswiderstand für die Glimmstrecke dienende Röhre ändert. Außerdem ist ein sog. Formanttransformator vorhanden, der zusammen mit einem Drehkondensator den Schwingungskreis für die Formantfrequenz bildet. An diese Anordnung wird schließlich ein normaler Kraftverstärker und an diesen ein Lautsprecher angeschlossen. Die Lautstärkeregelung wird genau wie bei der elektrischen Schallplattenwiedergabe vorgenommen, nur daß sie nicht von Hand, sondern durch ein Fußpedal erfolgt.

Mit dem neuen Musikinstrument ist man, da man sowohl jede beliebige Grundfrequenz, als auch jeden beliebigen Hallformanten einstellen kann, in der Lage, theoretisch jeden Ton eines jeden denkbaren Musikinstrumentes herzustellen. Praktisch kann es hierzu erforderlich sein, daß für eine Grundschiwingung mehrere Formanttransformatoren benutzt werden, da einer Grundschiwingung oft mehrere Hallformanten beigemischt sind. Auch mehrstimmiges Spiel ist möglich, natürlich wird dann für jede Stimme ein besonderes Instrument benötigt, deren Manuale aber übereinandergelegt und somit gleichzeitig bedient werden können. Überhaupt läßt sich mit dem Trautonium jede musikalische Aufgabe lösen. Posauenen-, Orgel- und Flötenklänge wurden bereits von dem ersten Mustergerät in täuschender Natürlichkeit herausgebracht, so daß keine Ursache besteht, daran zu zweifeln, daß man mit dem Gerät auch alle anderen Musikinstrumente kopieren kann. Das Wertvolle ist aber, daß sich mit dem Trautonium neuartige Wirkungen erzielen lassen, wie sie keines der bekannten Instrumente aufweist, indem nämlich der Hallformant nicht nur sprungweise durch Register, sondern durch Betätigung des Drehkondensators stetig während des Spiels verändert werden kann.

Die modernen Komponisten Hindemith und Genzmer haben bereits Kompositionen für das Trautweinsche Instrument geschrieben, die den besonderen Fähigkeiten desselben gerecht werden, und Hindemith spielt auf dem Trautonium mit großer Hingabe. Er sieht es als das Instrument der Zukunft an, das vielleicht einmal ganze Orchester ersetzen wird. Die Führenden aus Rundfunk, Tonfilm und Schallplattenindustrie begegnen den Trautweinschen Arbeiten mit besonderem Interesse, weil sie hier mit Recht eine Möglichkeit wittern, der elektrischen Musikwiedergabe bedeutenden Ansporn zu geben. *Erich Schwandt.*

DER RUNDFUNK ALS WECKER



Zwischen dem Rundfunk und dem Schlafbedürfnis des Menschen gab es bisher einige unüberbrückbare Gegensätze. Wenn man schlief, konnte man nicht Rundfunk hören. Wenn man aber einen bestimmten Rundfunkvortrag hören wollte, lag die Gefahr nahe, daß man ihn verschief. Eine Möglichkeit, sich zu einem ganz bestimmten Vortrag, Musikstück oder einer sonstigen Darbietung durch den Rundfunk selbst rechtzeitig aufwecken zu lassen, gab es bisher noch nicht. Allerlei Unzuträglichkeiten erstanden daraus: man versäumte, was man gerne vernommen hätte, und hörte von manchem, weil man zu spät aufwachte, vielleicht nur den Schluß.

Freilich könnte man sich auch einen gewöhnlichen Wecker aufstellen, der zur richtigen Zeit weckt. Aber zunächst einmal ist das Rasseln eines Weckers keine angenehme Sache. Man schrickt auf. Angenehmer ist es, wenn man durch schöne Musik oder durch das Kommando zur morgendlichen Frühgymnastik oder durch die melodische Stimme des Ansagers geweckt wird. Außerdem muß man dann vielfach erst den Empfänger einstellen, was wiederum Zeit erfordert. Häufig ist kein Wecker zur Verfügung, weil ihn jemand anders im Hause braucht.

Alledem ist nunmehr durch eine Uhr abgeholfen, die gleichzeitig als Zierde des Zimmers oder des Schreibtisches Verwendung finden kann und die uns zuverlässig und rechtzeitig zum Empfang des Rundfunks weckt, steht sie doch mit dem Empfänger in innigster Verbindung. Diese Uhr wird bei Netzanschlußgeräten zwischen Netz und Empfänger eingeschaltet. Sie ist zu diesem Zweck mit Kontakten versehen. Bei Empfängern, die mit Ak-

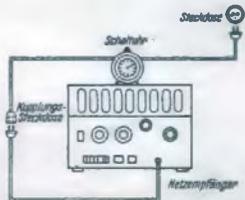
als der Lautsprecher ausgeschaltet ist. Diese Schaltung bedeutet also für gewöhnlich unnützen Stromverbrauch, kann aber in besonderen Fällen von Vorteil sein, wie z. B. bei Kofferempfängern. Hier müßte man die Verbindung zwischen Akkumulatorenatterie und Röhren irgendwo unterbrechen, was bei der engen Zusammenschaltung unter Umständen Schwierigkeiten machen kann. In derartigen Fällen kann, falls dies bequemer ist, die Unterbrechung zwischen Empfänger und Lautsprecher von Vorteil sein.

Die Uhr selbst enthält auf dem Zifferblatt eine Einstellvorrichtung, durch die ein drehbarer Zeiger auf die Zeit gestellt wird, zu der eingeschaltet werden soll. Dann kann man sich ruhig hinlegen und schlafen. Pünktlich zur Minute schaltet die Uhr den Empfänger ein. Sie ist auch mit einer Abstellvorrichtung versehen, so daß sie nach Beendigung des Stückes, das man gerade hören will, wieder abschaltet.

Auch für Gesellschaften bildet dieses selbsttätige Einschalten einen Vorteil. Man sitzt bei Tisch, möchte aber einen bestimmten Vortrag oder einen bestimmten Künstler hören. Ununterbrochen muß man auf die Uhr sehen, muß probieren, ob es schon begonnen hat — die ganze Gemütlichkeit wird dadurch gestört. Ebenso ist es, wenn man auf den Beginn der Tanzmusik wartet und noch in zahlreichen sonstigen Fällen. So aber ist oder plaudert man gemütlich. Im richtigen Augenblick ruft die Stimme des Ansagers — scheinbar ganz von selbst — zum Vortrag, zum Konzert oder zum Tanz. Jede Unruhe und jede Nervosität, daß man auch ja den Anfang nicht versäumt, sind gebannt. *A. N.*

Der vorsorgliche Schalter

Mancher Radiofreund hat die Gewohnheit, sich des späten Abends mit dem aufgesetzten Kopfhörer zu Bette zu legen. Die Musik bildet dann einen freundlichen Übergang von den Geschäften des Tages zur Ruhe der Nacht. Es hat nun aber natürlich keinen Zweck, wenn der Empfänger noch weiter arbeitet, nachdem der Teilnehmer eingeschlafen ist. Man hat darum einen automatischen Schalter erfunden, der den Empfang zu einer auf einer Skala eingestellten Zeit abbricht. Ist jemand recht müde, so läßt er den Schalter vielleicht nach einem halben Stündchen in Tätigkeit treten. Außerdem läßt sich die Einrichtung noch so erweitern, daß auch die elektrische Lampe, die zum Lesen im Bett gebraucht wird, zu einem bestimmten Zeitpunkt erlischt. *H. B.*



Die automatische Schaltuhr liegt zwischen Starkstromnetz und Netzempfänger.

kumulatoren- und Anodenbatterien arbeiten, wird sie in den Heizstromkreis geschaltet. Es gibt noch eine dritte Möglichkeit: die Einschaltung vor den Lautsprecher. Von dieser Möglichkeit wird man aber nur in ganz besonderen Fällen Gebrauch machen, weil man dabei ja das Gerät dauernd unter Strom halten muß. Es arbeitet und ist nur so lange nicht hörbar,

Mit dem Radio Koffer...

Wir hatten eigentlich nicht die Absicht, unseren neuen Radiokoffer schon nach den ersten 500 Metern Fahrt in Schwung zu setzen. Wir hätten unsere Neugierde bezähmen können bis zum Überschreiten der Banneile, die uns die Herstellerfirma (Nora) genannt hatte: Bis 50 km im Umkreis um den Ortssender erstklassigen Lautsprecherempfang! Diese 50 km wollten wir so schnell wie möglich hinter uns bringen.

Aber es kam anders. (Keine Panne! o nein. Unser „Roller“ hat uns noch nie im Stich gelassen.) Wir hatten nicht mit unseren Mitmenschen und ihrer Nase für alles, was Radio heißt, gerechnet. Sie witterten sofort in dem ansonsten durchaus bürgerlich aussehenden Lederkoffer einen Aristokraten aus der Linie derer von Radio.

Als erster der Tankwart. Kaum flossen die

ersten Tropfen des köstlichen Stoffes in den durstenden Tank, da hatte er unseren Radio-



„Unsere Ohren folgen müheles dem Bericht des Sprechers...“

koffer entdeckt und gab nicht eher Ruhe, als bis wir ihm den Apparat vorführten. Also klappten wir den Deckel mit dem Lautsprecher und der eingebauten Rahmenantenne hoch, stellten den Schalter auf „ein“ und schon tönte die Garagenhalle wider von dem Vollklang eines herrlichen Straußwalzers. So tankten wir denn weiter mit Musik — und waren selber erstaunt über die Klangfülle und die Reinheit der Musik, die wir da mit einem viereckigen Kasten einfach aus der Luft herausholten.

Eben wollen wir „abbauen“, da bricht die Musik ab und es meldet sich ein Sprecher, der über den gerade stattfindenden Flug des Zeppelin-Luftschiffes reportiert. „Man erwartet die Ankunft in spätestens 20 Minuten.“ Da gab es kein Halten mehr. Alles was am Spätnachmittag dieses Samstages noch in der Garage war, Chauffeure, Tankwart, Tippfräulein, Monteure — denen wir den Apparat für einen Augenblick nebenan auf die Werkbank gestellt hatten — alles strömte aufs Hallendach hinauf; und wir mit unserem Radiokoffer, wir mußten mit.

Im selben Augenblick, da uns der Reporter aus dem Lautsprecher berichtet, der

Musik in der Landschaft.



Den Radio-Koffer auf — und schon ist Musik da!

Zeppelin sei soeben in der Stadt angelangt, sehen wir das Luftschiff auch schon in der Ferne auftauchen. Unsere Ohren folgen mühelos dem Bericht des Sprechers, indes die Augen sich an dem wundervollen Anblick der über uns dahin gleitenden riesigen Silberzigarre weiden. Das Luftschiff dreht eine Schleife: „Das Luftschiff nimmt Kurs auf den Landungsplatz“ und später soeben hat das Luftschiff seine Absicht zu landen durch Aushängen des Landewimpels kundgetan...“ So konnten wir durch unseren Radiokoffer den Bericht der Landung vor einer vieltausendköpfigen Menschenmenge mit der ganzen Festesstimmung aus Musik und Stimmengewirr einfangen, irgendwo auf dem Dach eines Hauses mitten in der Großstadt, während von allen Nachbardächern die Leute auf unseren kleinen viereckigen „Reporter“ herüber- und herunterschauten.

Viel später, als wir gedacht hatten, kamen wir los von der Stadt. Aber die Juniabende sind lang und 50 km auf guten Straßen kann selbst unser „Roller“ — ein guter Bekannter nennt ihn immer „Neutrolyn“! — in einer kleinen Stunde bewältigen. Meine Begleiterin mußte auf der Karte den Punkt mit 50 km Entfernung suchen. Dann Gas weg, auskuppeln und Bremsen anziehen. Den Koffer heraus und auf die Höhe hinaufgeschafft.

Es ist ein bißchen schwer, dieses 4-Röhrengerät, wenn man es längere Zeit in der Hand tragen soll — aber das vergaßen wir schnell, als wir es erst in Betrieb genommen hatten; denn solche Leistungen von einem einfachen Schirmgittervierer hinter einer kleinen Rahmenantenne hatten wir doch nicht erwartet. Der Ortssender brüllend, so laut, daß wir zurückgehen mußten. Daneben noch schwächer ein paar andere Rundfunkstationen. Auf langen Wellen: Königswusterhausen, über mehr als 800 km weg, ganz vorzüglich. Obwohl weit und breit kein Schallreflektor, konnte man jedes Wort

Was der Radio-Koffer selber von der Zeppelin-Landung sah.



Tanken mit Musik.



noch in einigen Metern Entfernung vom Apparat mühelos verstehen. Dicht neben Königswusterhausen Daventry — bei strahlendem Sonnenschein um 5 Uhr nachmittags! Es erschien uns unglaublich. Weiter eine Tanzmusik von Radio-Paris, etwas leiser allerdings, aber trotzdem voll genießbar.

Und keine Störungen! Klar und rein kommt Musik und Sprache, als gäbe es nie und nirgends etwas im Äther, was Krach machen und Nerven ruinieren kann. Wir wünschten jedem geplagten Hörer einen solchen Koffer in freier Natur und wir gelobten unerbittlichen Kampf allen Rundfunkstörern.

Nun stand der Koffer zwar auf dem Erdboden, aber immerhin auf einem kleinen Hügel. Wir mußten ihm doch auch Gelegenheit geben, in weniger freier Umgebung seine Fähigkeiten zu zeigen. Einige Kilometer weiter, am Ufer eines reizenden Sees, stellten wir den Koffer wieder auf. Da kamen noch mehr Stationen herein, ein einfaches Drehen an der Abstimmtrommel, ein Nachgehen mit der Rückkopplung genügte, um jede Station sofort „festzunageln“.

Im Handumdrehen sammelten sich Badegäste an, die mit Staunen unserer Wunderkiste



Eine Menschenansammlung um die Stimme des unsichtbaren Reporters.

lauschten. Wir hatten gerade die Reportage eines Fußballspiels gefischt und kamen nicht dazu, wie wir der vorgerückten Zeit halber beabsichtigten, die Übertragung unsererseits abzubrechen: „Das dritte Tor hätte ich halt gern noch gehört“, sagte einer, und so ließen wir den Apparat noch weiter plaudern, allein am Strand, umringt von andächtigen Zuhörern. Wir sel-

Radio im Dienste der Diebe und Einbrecher. In großen Städten besteht — zum Beispiel in London — die Einrichtung, daß Polizeianten, die mit Radioempfängern ausgerüstet sind, die Straßen planmäßig durchfahren, und dabei von einem besonderen Polizeifahrer allerhand Benachrichtigungen empfangen, die sich auf eben gemeldete Diebstähle und Einbrüche beziehen. Bei solchen Mitteilungen wird natürlich genau angegeben, wo das betreffende Verbrechen ausgeführt worden ist, und wenn sich dann einer der vielen Wagen zufällig in der Nähe befindet, so kann seine Mannschaft schnell zugreifen. Kühne Verbrecher haben nun in London einen geheimen Sender gebaut, der mit der polizeilichen Wellenlänge arbeitet, sobald kriminelle Nachrichten ausgesandt werden. Und es scheint nicht gelingen zu wollen, diese Störquelle zu ermitteln, die natürlich jeden Verkehr zwischen Polizeistation und Autos unmöglich machen kann. H. B.

Der Radioempfänger als Gedankenleser. Wenn das Gehirn Gedankenarbeit leistet, so vollziehen sich in ihm nach unbestrittener Auffassung Schwingungen. Es ist nun von Dr. M. Metfessel festgestellt worden, daß sich diese Bewegungen auf dem Nervenwege auf die Zunge übertragen, die also gewissermaßen mitdenkt. Die Schwingungen der Zunge sind natürlich von winziger Größe; aber man kann sie mittels eines guten Radioempfängers hörbar machen.

Zu diesem Zweck werden einfach zwei Elektroden so in den Mund genommen, daß sie die Zunge links und rechts berühren, und dann werden diese Elektroden durch Drähte mit einem Radioempfänger in Verbindung gesetzt, der über gehörige Verstärkungsmittel verfügt. Wird der erzeugte Schall auch nicht gerade genau verraten, was in dem betreffenden Gehirn vorgeht, so kann er doch ungefähr zeigen, ob dieses von lebhaften Gedanken bewegt wird oder nicht. H. B.

„Jetzt muß jedes Moment das nächste Tor fallen!“



ber nützten die Zeit zu einem schnellen Bad und beguckten uns von draußen das ungewohnte Bild, das diese Menschenansammlung um eine unsichtbare Stimme aus einem kleinen Kasten bot.

Jetzt aber weiter. Es ist höchste Zeit! Überdies schiebt sich mit unheimlicher Schnelligkeit eine pechschwarze Wolkenwand über den Horizont herauf. Es wird ein Gewitter geben.

Wir aber wollten doch mit unserem Apparat noch weitere Gegenstände unsicher machen.

Schon eine Viertelstunde später war das Rundfunkhören kein so ungetrübter Genuß mehr. Das herannahende Gewitter zischte und prasselte bereits mächtig dazwischen und nach weiteren 10 Minuten war jede Musik und jedes Sprechen in einem wahren Trommelfeuer von atmosphärischen Störungen erstickt.

So blieb nichts übrig, als einzupacken und nach Hause zu ziehen. Dem Unwetter konnten wir ohnedies nicht mehr auskommen. Im Nu war es da, mit Sturm und Blitz und Donner — und mit viel Regen. Es schüttete wohl eine halbe Stunde lang, was herunterging und wir konnten nichts anderes tun, als geduldig weiterfahren und auf besseres Wetter warten; bis meine Begleiterin meinte, wir könnten uns doch die Zeit mit Rundfunk vertreiben. „Und dieses Gekrach und dieses Gezisch, das wir vorhin zu hören bekamen?“ „Das Gewitter ist doch längst vorbei.“ „So schnell geht das nicht, selbst wenn man von Blitz und Donner nichts mehr bemerkt.“ Aber schließlich gab ich allen theoretischen Erwägungen zum Trotz nach — und mußte wieder einmal lernen, daß Probieren über Studieren geht: Während draußen der Regen noch platschte, hörten wir in unserem trockenen Plätzchen die schönste Musik von weit, weit her, kaum daß uns ein verlorenes Kratzerchen einmal dazwischenfauchte.

Seit diesem Tage zähle ich einen neuen Abschnitt meiner Zugehörigkeit zum Rundfunk.

kew.



Der regnerische, aber trotzdem höchst harmonische Abschluß der Fahrt.

Entschließung

des Deutschen Amateur-Sende- und Empfangsdienstes zu der Regelung der Sendegenehmigung

Der Deutsche Amateur-Sende- und Empfangsdienst (D.A.S.D.), die Deutsche Gruppe der Internationalen Amateur Radio Union, dem auch der Österreichische Versuchssender-Verband (Wien) angeschlossen ist, hat auf seiner Tagung beschlossen.

Die Tagung fordert einstimmig, daß nunmehr mit größter Beschleunigung die behördlichen Vorschriften so geregelt werden, daß jeder Kurzwellenamateur nach Erfüllung bestimmter Bedingungen die Sendegenehmigung erhalten kann.

Die Tagung erhebt energischen Einspruch gegen die unbegründete Unterbindung der technischen und wissenschaftlichen Arbeiten der Amateure, die durch die seit Jahren andauernde Genehmigungssperre für private Kurzwellenanlagen herrscht. Die Behauptung der politischen Behörden, daß die Erlaubnis aus Staatssicherheitsgründen nicht gegeben werden könnte, ist nicht stichhaltig. Denn, wie die Erfahrungen bei der Audion-Versuchserlaubnis zu Beginn des Rundfunks und die seit Jahren andauernden tatsächlichen Verhältnisse lehren, ist die Entwicklung durch solche Verbote nicht aufzuhalten. Hier hat das kulturwidrige und allen Erfolgen der Amateure hohnsprechende Verbot, ein Verbot, welches in keinem anderen Kulturstaat der Welt besteht, lediglich zur Folge, daß die anständigen, staatsreuen Elemente an technischen und wissenschaftlichen Forschungs- und Versuchsarbeiten gehindert oder zur Übertretung des Verbots verleitet werden, während unzuverlässige Elemente nach wie vor sich um das Verbot nicht kümmern. Es ist eine auch den Behörden bekannte Tatsache, daß seit Jahren viel mehr Schwarzsender als erlaubte Sender vorhanden sind, so daß das rigorose Verbot genau das Gegenteil von seinem eigentlichen Zweck erreicht hat. Die Behörden haben, so weit hier bekannt, bei ihren Beschlagnahmungen immer nur gänzlich unpolitische, harmlose Amateure gefaßt, scheinen dagegen aber außerstande zu sein, das wilde Schwarzsenderunwesen, das im letzten Jahr bereits zu empfindlichen Störungen des Rundfunks geführt hat, zu erfassen und zu unterbinden.

Sowie dagegen Sendeerlaubnisse zu erfüllbaren Bedingungen, insbesondere ohne zu hohe Genehmigungskosten, erteilt werden, wird jeder anständige Amateur sich sofort zur Genehmigungserteilung melden, und in Bedarfsfällen den Behörden jederzeit zur Verfügung stehen.

Die Tagung fordert hierzu auch noch besonders, daß die bisher völlig unberechtigt hohen Gebühren für private Kurzwellensender erheblich herabgesetzt werden.

Die Tagung gibt der bestimmten Erwartung Ausdruck, daß nunmehr mit aller Beschleunigung diesem unwürdigen Zustand ein Ende gemacht wird, und Genehmigungen für den Bau und Betrieb von Amateur-Kurzwellensendern herausgegeben werden.

Der vorstehenden Entschließung ist die größte Spitzenorganisation der deutschen Funkvereine, der Deutsche Funktechnische Verband e. V., beigetreten.

Man schreibt uns:

... ferner teile ich Ihnen mit, daß ich, gereizt durch die vielen Anerkennungen in der Funkschau über den billigen Vierer, denselben gebaut habe. Ich war mehr als überrascht, was dieses Gerät beim erstmaligen Betrieb an einer schlechten Zimmerantenne brachte. Die starken Sender kamen am Abend so laut, daß ich die Antenne um die Hälfte kürzte. Der billige Vierer ist wirklich ein fabelhafter Empfänger, das Gerät für jeden. Die Radix-Panzerspule habe ich selbst gebaut, denn 19.50 RM. ist viel Geld. Dadurch wurde der billige Vierer wesentlich verbilligt. Mehr kann man nicht verlangen. H. S. Stuttgart.

Die Aufdeckung eines Fritums

bringt
Umwälzung
im
Empfänger-
bau.



Wenn auf irgendeinem technischen Gebiet über längere Zeit hin kein nennenswerter Fortschritt in Erscheinung tritt, so liegt das fast immer daran, daß die Richtung, in der die Entwicklung fortschreiten könnte, durch irgendeine falsche Anschauung über die zugrunde liegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten versperrt ist. Genauer gesagt, handelt es sich bei diesen falschen Anschauungen meist darum, daß den betreffenden physikalischen Gesetzen ein zu großer Geltungsbereich zugeschrieben wird. Die „Leute vom Bau“ sehen zu gerne das Gewohnte als unumstößliche und allgemeingültige Wahrheit an, während in Wirklichkeit jede Regel nur „in der Regel“ gilt.

Ein besonders krasser Fall eines solchen den Fortschritt hemmenden Irrtums, an dem die Fachleute der ganzen Welt teilhaben, denn keiner von ihnen hat sich gegen jenen Irrtum gewandt, ist jetzt durch eine englische Erfindung, den „Stenode-Radiostat“, aufgedeckt worden, über den das „Wireless-Magazine“ 65 in seinem Juniheft, S. 524, und die „Wireless-World“ XXVI, in ihrem Heft 560, S. 527, berichten. Es handelt sich da um eine Angelegenheit, die für alle Funkfreunde von größtem Interesse ist, weil sie Perspektiven für den Empfängerbau eröffnet, die man bisher ganz allgemein für völlig unerreichbar ansah. Ein Empfänger, der so enorm selektiv ist, daß er nur Wellen innerhalb eines Bandes von noch nicht einmal 1000 Schwingungen Breite durchläßt, der aber trotzdem die hohen Töne gut zur Wiedergabe gelangen läßt, bedeutet doch sicher eine Verbesserung von unwälbender Bedeutung. Der Stenode-Radiostat besitzt, wie die Vorführungen in London gezeigt haben, tatsächlich diese Eigenschaften. Er bringt eine Station selbst dann ohne jede Störung und klanglich völlig einwandfrei, wenn sie durch eine zweite sehr benachbarte Wellenlänge derart überlagert ist, daß bei keinem anderen Empfänger das Dazwischenheulen des Überlagerungstones vermieden werden kann. Seine Selektivität ist so groß, daß Stationen, deren Wellenlänge infolge mangelnder Überwachung und insbesondere fehlender Quarzkristall-Steuerung ein wenig schwankt, zeitweise ganz verschwinden.

Diese Vorzüge der neuen Sache lassen voraussehen, daß sich die Funkfreunde aller Länder mit Enthusiasmus auf sie stürzen werden, zumal vorläufig aus patentrechtlichen und finanziellen Gründen noch nicht an die fabrikmäßige Herstellung derartiger Geräte, insbesondere in Deutschland, zu denken ist. Wer sich hieran beteiligen oder wer auch nur die Wirkungsweise jener zukünftigen Empfangsgeräte verstehen

Abb. 7. Der neue Stenode-Radiostat ist umfangreich, auch wenn er nicht, wie auf diesem Bild zu sehen, in einzelne Kästen getrennt untergebracht wird.

will, muß sich natürlich mit den grundlegenden Gedankengängen vertraut machen. So hoffe ich, daß der Leser meinen nachstehenden Auseinandersetzungen willig folgen wird. Ich werde mich bemühen, die Dinge so einfach und leicht verständlich als nur möglich darzustellen.

Der Irrtum, den der Stenode-Radiostat zer-

Das Problem des Stenode-Radiostat, über das wir erstmals im 2. März-Heft der Funkschau berichteten, läßt die Köpfe nicht mehr ruhen. So oft die völlig neuartige Idee angefochten wurde, so oft tauchte sie neu auf und zwang erneut zur Beschäftigung mit ihr.

Wir finden im vorliegenden Aufsatz eine einzigartige, bisher noch nirgends in so klarer, allgemeinerständlicher Form gegebene Darstellung des höchst verwickelten, aber auch höchst interessanten Problems.

stört hat, ist unsere bisher allzu oberflächliche Vorstellung

von den sogenannten Seitenbändern,

die die vom Sender ausgestrahlte mit Sprache oder Tönen modulierte Hochfrequenz-Welle angeblich begleiten und Träger der Modulation sein sollten.

Ein Beispiel: Eine Hochfrequenz-Welle mit 1 000 000 Schwingungen pro Sekunde, die mit einem Ton der Frequenz 1000 moduliert ist, läßt sich — mathematisch! — in eine nicht-modulierte Hochfrequenz-Welle der Frequenz

1 000 000, ferner in eine nicht-modulierte Hochfrequenzwelle der Frequenz $1\,000\,000 + 1000 = 1\,001\,000$ und dazu noch in eine nicht-modulierte Hochfrequenzwelle der Frequenz $1\,000\,000 - 1000 = 999\,000$ zerlegen. Die beiden Wellen größerer und kleinerer als der ursprünglichen Frequenz nennt man die Seitenwellen. Mit andern Worten, die Modulation verschwindet aus der Grundwelle und kommt nur durch das Auftreten der ebenfalls nichtmodulierten Seitenwellen zur Erscheinung. Schwankt die Frequenz des übertragenen Tones, ändert sich dieser also, so schwankt entsprechend auch die Frequenz der Seitenwellen. Für Tonschwankungen zwischen den Frequenzgrenzen 50 bis 20 000 Hertz würden sich in dem angegebenen Beispiel die Frequenzen der Seitenwellen zwischen 1 000 050 bis 1 020 000 beziehungsweise 999 950 bis 980 000 ändern. Diese Frequenzbezirke heißen dann die Seitenbänder der Grundwelle mit der Frequenz 1 000 000 für die Übertragung aller hörbaren Töne.

Das sind — wohlgerneht — zunächst nur rein mathematische Betrachtungen, bei denen die Frage noch völlig offen bleibt, ob die mathematisch mögliche Zerlegung auch in Wirklichkeit stattfindet, ob also jede modulierte und von einem Sender ausgestrahlte Welle auch tatsächlich so zerfällt und von Seitenbändern begleitet wird. Hier setzt nun der Irrtum ein, von dem oben die Rede war. Man ist nämlich offenbar, und das selbst in jüngster Zeit, an die laboratoriumsmäßige Prüfung der Frage, ob die Seitenwellen von der Grundwelle getrennt auftreten, mit einer gewissen Voreingenommenheit herangegangen und hat infolgedessen die etwas schwierigen und mühsamen Untersuchungen immer vor der entscheidenden Probe aufs Exempel abgebrochen. Versuche dieser Art wurden beispielsweise zuletzt von F. M. Colebrook vorgenommen der darüber in der „Wireless-World“, XXVI, 557, S. 451, berichtet. Dies Ergebnis bringt Abb. 1 in graphischer Darstellung. Colebrook schließt aus ihm vorzeitig, daß folglich die Seitenwellen tatsächlich vorhanden seien. Dies ist aber ein Trugschluß,

und zwar deswegen, weil sich nämlich der Untersuchungsbefund auch ohne die Annahme einer wirklichen Zerlegung der modulierten Welle erklären läßt und weil der bündige Schlußbeweis der Zerlegung fehlt. Nach der mathematischen Theorie der Zerlegung müssen ja bei ihr drei Wellen verschiedener Frequenz entstehen, die — und darauf kommt es nun an — alle drei, jede für sich, gar keine Modulation aufweisen. Die besondere Untersuchung daraufhin hat auch Colebrook unterlassen und damit bricht sein Be-

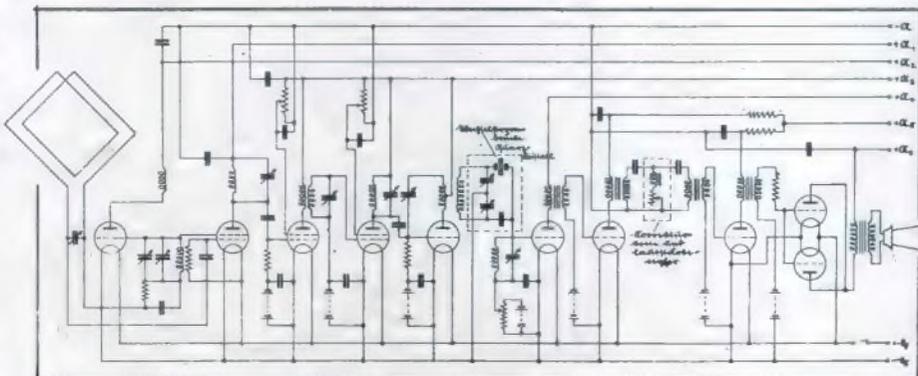


Abb. 6. Eine ziemlich verwickelte Schaltung hat der Radiostat.

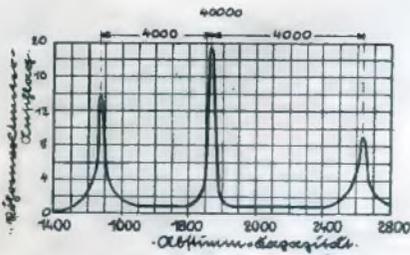


Abb. 1. Das Ergebnis der Untersuchung auf Seitenbänder täuscht deren Vorhandensein vor.

weis des effektiven Vorhandenseins der Seitenwellen ebenfalls in sich zusammen. Dieser Beweis wäre nur dann erbracht, wenn die gänzliche Modulationsfreiheit der für sich herausgeschnittenen Grundwelle nachgewiesen worden wäre.

Und nun der Gegenbeweis: Der „Stenode-Radiostat“ zeigt ganz einwandfrei, daß man selbst über einen Siebkreis, der vielmals selektiver ist als der von Colebrook verwendete, der also ein viel schmaleres Wellenband aussieht, bei Einstellung auf die Grundwelle trotzdem die ganze Modulation erhält und insbesondere auch die hohen Töne, die man nach der Zerlegungstheorie gar nicht mehr bekommen könnte, weil die zugehörigen Seitenwellen weit außerhalb des durchgelassenen Wellenbandes liegen müßten. Daß hierbei die hohen Töne gegenüber den tiefen geschwächt erscheinen, läßt sich unschwer auch ohne die Annahme der Wellenzerlegung erklären. Jedenfalls widerspricht die Tatsache, daß die hohen Töne überhaupt aus der Grundwelle erhalten werden können, durchaus der Zerlegungstheorie, die Modulationsfreiheit der Grundwelle erfordert.

Auf der andern Seite muß jedoch die Möglichkeit, eine modulierte Grundwelle in eine nichtmodulierte Grundwelle und zwei ebenfalls nicht modulierte Seitenwellen umzurechnen, auch physikalisch eine Bedeutung haben, nur, wie wir sahen, nicht die Bedeutung, daß die modulierte Welle tatsächlich und unter allen Umständen in die drei Wellen zerfällt. Es macht keine Schwierigkeiten jene physikalische Bedeutung der Rechnung zu erkennen; wir ziehen dazu ähnliche Schwingungszerlegungen auf mechanisch-akustischem Gebiete zum Vergleich heran.

Streichen wir eine gespannte Geigensaiten auf ein Viertel ihrer Länge mit dem Bogen an, so liefert sie bekanntlich außer dem Grundton, dessen Frequenz sich aus der Länge und Spannung der Saite ergibt, auch noch eine Reihe Obertöne, also Töne der doppelten, dreifachen und vierfachen Frequenz. Man könnte sich versucht fühlen, zu sagen, die Geigensaiten schwingen außer mit der Grundfrequenz auch noch mit der doppelten, dreifachen und vierfachen Frequenz. Das ist aber, streng genommen, ein Unsinn. In Wirklichkeit hat die Geigensaiten nur eine einzige, aber ganz verwickelte Schwingungsform, die mit den genannten verschiedenen Frequenzen nur insofern etwas zu tun hat, als man sie aus diesen einzelnen Frequenzen durch rechnerische Addition zu ermitteln vermag. Umgekehrt sagt uns jedoch die Möglichkeit der rechnerischen Addition, daß die Geigensaiten sich unter irgendwelchen Umständen — welche das sind, werden wir sogleich sehen — so verhalten wird, als wenn nicht nur die eine, sondern vier verschiedene einzelne Geigensaiten an ihrer Stelle da wären, von denen jede ohne Obertöne nur mit einer einzelnen Frequenz, die eine in der Grundfrequenz, die nächste in der doppelten Frequenz,

die dritte in der dreifachen Frequenz und die vierte in der vierfachen Frequenz schwingen würde.

Bringen wir zum Beispiel eine Stimmgabel, die auf die doppelte Frequenz zur Grundfrequenz der Geigensaiten abgestimmt ist, in die Nähe der schwingenden Geigensaiten und dämpfen darauf die Geigensaiten ab, so zeigt sich, daß die Stimmgabel in der ihr zukommenden doppelten Frequenz erregt worden ist und nun noch schwingt und tönt, während die Geigensaiten längst schweigt. Derselbe Versuch ist mit anderen auf das Dreifache oder Vierfache der Grundfrequenz abgestimmten Stimmgabeln zu wiederholen. Für die Stimmgabel als akustisches Resonanzgebilde verhält sich also die verwickelte Schwingung der Geigensaiten, in der die Einzelfrequenzen gar nicht zu erkennen sind, so, als wenn in ihr eine jener einzelnen Geigensaiten enthalten wäre, und zwar gerade die, deren Schwingungsfrequenz mit der Abstimmungsfrequenz der Stimmgabel übereinstimmt.

Hiernach dürfte klar sein, welchen Sinn die Tatsache hat, daß sich die verwickelte Schwingungsform der Geigensaiten mathematisch in mehrere reine obertonlose Schwingungen verschiedener Frequenz zerlegen läßt. Die mathematische Zerlegbarkeit besagt nicht, daß die Geigensaiten mehrere Schwingungen zugleich ausführt, was bei der Geigensaiten überhaupt keinen Sinn hätte, sondern nur, daß die Geigensaiten sich gegenüber scharf abgestimmten Resonatoren, wie die Stimmgabeln solche sind, so verhält, als wenn sie aus mehreren einzelnen Geigensaiten mit verschiedenen Schwingungsfrequenzen bestände.

Ganz ähnlich liegen die Dinge nun auch in der Radiotechnik. An die Stelle der Geigensaiten tritt da die Antenne der Sendestation und an die Stelle der Schallwellen die vom Sender ausgestrahlte modulierte Hochfrequenzwelle. Sie mag wieder die Frequenz 40 000 und ihre Modulation die Frequenz 4000 haben. Bringt man einen scharf auf die Frequenz 44 000 oder die Frequenz 36 000 abgestimmten elektrischen Schwingungskreis, der wieder einen Resonator darstellt, wie die Stimmgabel gegenüber der Geigensaiten, in das Feld der modulierten Hochfrequenzwelle, so verhält sich der Sender gegenüber diesem Resonator so, als wenn die modulierte Welle aus einer Grundwelle der Frequenz 40 000 und zwei Seitenwellen der Frequenzen 44 000 und 36 000 bestünde. Der Resonator wird folglich erregt und auf elektrische Spannung gebracht werden, obwohl in Wahrheit die Hochfrequenzwelle sowohl in der Sendeanenne wie in ihrem Feld keinerlei Zerlegung erfährt. Man kann höchstens von einer Zerlegung an dem Resonator selbst sprechen, die aber nur dann stattfindet, wenn der Resonator wirklich genau auf eines der beiden Seitenbänder abgestimmt ist. Sobald er verstimmt wird oder auf die Grundwelle abgestimmt wird, tritt keine Zerlegung mehr ein.

Wir sehen, wie die Meinung entstehen konnte, daß eine modulierte Sendewelle von vornherein immer in eine Grundwelle und zwei Seitenwellen zerlegt werde, so daß es möglich sei, die Seitenwellen abzuschneiden und damit die Modulation ganz oder teilweise zu vernichten, während in Wirklichkeit diese Zerlegung nur in einem auf eine der Seitenwellen abgestimmten Schwingungskreis eintritt, dagegen nicht vorhanden ist, wenn der Schwingungskreis so selektiv und so abgestimmt ist, daß er im wesentlichen nur die Grundwelle erfassen kann. Bei einem Schwingungskreis, der weniger selektiv ist, so daß sich sein Aufnahmevermögen auch auf einen Teil der Seitenbänder erstreckt, muß eine partielle und teilweise Zerlegung der modulierten Welle stattfinden, aber immer doch so, daß die Modulation im ganzen, nämlich zum Teil als Modulation der Grundwelle und zum andern Teil als Seitenwellen, erhalten bleibt.

Daß jener Irrtum über die Zerlegung der modulierten Wellen nicht nur aufkommen konnte, sondern sogar aufkommen mußte, liegt nun weiter daran, daß bei einem sehr selek-

tiven Schwingungskreis stets eine Schwächung der hohen Modulationsfrequenzen, also der hohen Töne, eintritt. Man hat dies fälschlich darauf zurückgeführt, daß der sehr selektive Schwingungskreis einen Teil der Seitenwellen nicht mit aufnehme, und zwar gerade die Seitenwellen, die von der Grundwelle am weitesten entfernt sind, mithin der Modulation mit den höchsten Frequenzen entsprechen. In Wirklichkeit handelt es sich nicht um eine Frage der Selektivität, sondern vielmehr um eine Frage der Dämpfung, wobei allerdings zu beachten ist, daß — wenigstens bisher — sehr selektive Kreise auch immer solche mit geringer Dämpfung zu sein pflegten.

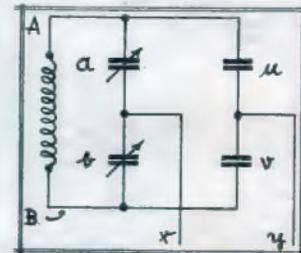


Abb. 3. Die Brückenschaltung von Abb. 2 stellt zugleich einen Schwingungskreis dar.

Um über den Einfluß der Dämpfung

klar zu werden, wollen wir folgendes Beispiel aus der Mechanik betrachten, das dem Leser hoffentlich augenscheinlich sein wird. Ein Pendel möge fortlaufend durch irgendeine Vorrichtung bei jedem Hin- und Hergang, den es ausführt, je einmal mit bestimmter Kraft angestoßen werden. Ist das Pendel sehr leicht beweglich, so wird es sehr schnell auf einen bestimmten großen Ausschlag kommen und diesen dann beibehalten; hört das Anstoßen wieder auf, so werden die Ausschläge des Pendels nur außerordentlich langsam abnehmen. Dies Pendel verhält sich genau wie ein schwach gedämpfter elektrischer Schwingungskreis, in

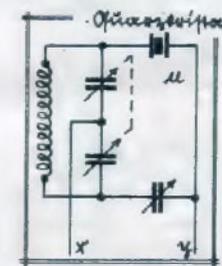
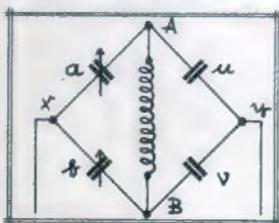


Abb. 4. Der Quarskristall ersetzt einen Kondensator der Wechselstrombrücke.

dem zugeführte Hochfrequenz schnell und hohe Amplitudenwerte erreicht, indessen nur langsam abklingt, wenn die Zuführung der Hochfrequenz aufhört. Das Gegenstück dazu ist ein Pendel, das etwa mit einer Windfahne versehen sein mag, die seine Bewegungen hemmt; es kommt nur langsam in Gang, erreicht nur kleine Ausschläge und diese gehen schnell zurück, sobald die Erregung aufhört. Ganz dasselbe gilt von den Hochfrequenz-Schwingungen in einem stark gedämpften Schwingungskreis.

Nun wollen wir uns daran erinnern, daß die Modulation einer Hochfrequenz-Schwingung nichts anderes ist als eine periodische Änderung der Stärke dieser Hochfrequenz-Schwingung, wobei diese Änderungen langsam erfolgen, wenn die Modulation niedrige Frequenz (tiefe Töne) hat, und schnell, wenn sie hohe Frequenz (hohe Töne) besitzt. Wir sahen, daß ein Fortnehmen der Erregung bei einem leicht beweglichen Pendel nur langsam dessen Ausschläge ändert. Daraus ist zu schließen, daß Änderungen in der Stärke der Hochfrequenz bei einem schwach gedämpften Schwingungskreis sich nur verhältnismäßig langsam auswirken werden, jedenfalls langsamer, als bei einem stark gedämpften Schwingungskreis. Erfolgen die Änderungen in der Stärke der Hochfrequenz sehr schnell, was einer Modulation mit hohen Tönen entspricht, so besteht bei einem schwach gedämpften Schwingungskreis die Gefahr, daß jene Änderungen nicht mehr zur vollen Auswirkung gelangen, also nur geschwächt in Erscheinung treten. Da haben wir die Erklärung dafür, warum durch

Abb. 2. Eine sog. Brückenschaltung ist der Kern des neuen Apparats.



einen schwach gedämpften Schwingungskreis die hohen Töne zum Verschwinden gebracht werden können.

Bisher war man der Meinung, daß große Selektivität nur mit Schwingungskreisen äußerst geringer Dämpfung zu erreichen sei, und da diese, wie gezeigt wurde, die hohen Modulationsfrequenzen unterdrücken, so galt ein Fortfall der hohen Töne als eine von großer Selektivität untrennbare Begleiterscheinung. Der Stenode-Radiostat weist dagegen eine neuartige Anordnung auf, deren Dämpfung von der Selektivität ganz unabhängig ist, so daß man diese fast beliebig groß machen kann, ohne daß zugleich durch eine übermäßig verminderte Dämpfung die hohen Frequenzen der Modulation und damit die Wiedergabe der hohen Töne allzusehr geschwächt werden.

Die neuartige Anordnung besteht in einer als Siebkreis wirkenden Brückenschaltung, die

einen Quarzkristall

enthält. Es ist hier zum ersten Male gelungen, einen solchen Kristall, der bekanntlich sonst nur zur sehr genauen Schwingungssteuerung von Sendern benutzt wird, mit Erfolg bei einem Empfänger zur Anwendung zu bringen. Der Kristall ist, wie auch bei Sendern üblich, zwischen Metallplatten eingespannt und stellt dertart einen kleinen Kondensator dar, da Quarz ein gutes Isolationsmaterial ist, solange nicht besondere Umstände eintreten. Nun hat der Quarzkristall aber eine Eigenschwingung mechanischer Natur, deren Frequenz man durch Schleifen des Kristalls, also durch seine Dimensionierung, beliebig zu bestimmen vermag. Wird den Kondensatorplatten, zwischen denen sich der Kristall befindet, eine Wechselspannung zugeführt, deren Frequenz mit der Eigenfrequenz des Kristalls übereinstimmt, so setzen sich die elektrischen Schwingungen in mechanische Schwingungen des Kristalls und diese wieder in elektrische Schwingungen um, was, wie der Leser sich wohl leicht vorstellen kann, dasselbe bedeutet, als wenn die beiden Kondensatorplatten kurzgeschlossen würden. Wie bei Kurzschluß die elektrische Energie unmittelbar von einer Kondensatorplatte zur anderen gelangen kann, so bei schwingendem Kristall auf dem Umwege der Umwandlung in mechanische Schwingungen und der Rückverwandlung in elektrische Schwingungen. Schwingt der Kristall aber nicht, was immer der Fall ist, wenn die zugeführte elektrische Schwingung mit der Eigenschwingung des Kristalls nicht übereinstimmt, dann findet auch kein Energieübergang durch den Kristall statt, dann stellt dieser einen Isolator und die Kondensatorplatten folglich eine Kapazität dar. Der Quarzkristall zwischen seinen Metallplatten bildet für alle Frequenzen einen Kondensator, nur nicht für die Eigenfrequenz des Kristalls; bei dieser Frequenz wirkt der Kristall auf mechanischem Wege wie eine elektrische Verbindung der Platten.

Hierbei ist besonders die Tatsache wichtig, daß das Frequenzband, in dem dieser Kurzschluß eintritt, ganz außerordentlich schmal ist. Der Verfasser hat selbst vor einiger Zeit Versuche mit solchen Quarzkristallen vorgenommen. Bei diesen Versuchen mußte die Frequenz eines kleinen mit sehr genau arbeitender Feineinstellung versehenen Laboratoriums-Senders so eingestellt werden, daß der Quarz zum Schwingen kam, was an einem schwachen Leuchten des Kristalles zu erkennen ist. Die Schwierigkeit, dies zu erreichen, war überaus groß; meist gelang es nur, den Kristall eben zum Aufleuchten zu bringen. Ebe man im Drehen anhalten konnte, war das schmale Frequenzband der Resonanz schon wieder überschritten. Nur zufällig konnte gelegentlich ein Dauerleuchten erzielt werden.

Das Prinzip der Brückenschaltung,

in der der Quarzkristall beim Stenode-Radiostat Verwendung findet, ist in Abb. 2 wiedergegeben. Es ist das nichts anders als eine aus vier Kondensatoren gebildete Wheatstonesche

Wechselstrom-Brücke, bei der durch Induktionswirkung auf die Spule eine Wechselspannung zwischen den Punkten A und B angelegt und eine Wechselspannung zwischen X und Y entnommen wird. Die Eigenart der Brücke besteht darin, daß, solange die Kapazitäten der gemeinsam zu betätigenden Drehkondensatoren a und b einander gleich sind und zugleich auch die Kapazitäten der Kondensatoren u und v übereinstimmen, die Wechselspannung zwischen X und Y verschwindet, so groß auch die Spannung zwischen A und B werden mag. Erst wenn das Gleichgewicht der Brücke gestört wird — wir werden sehen, wann und wie das geschieht —, tritt zwischen X und Y eine Wechselspannung auf. Andererseits bildet die Spule mit den vier Kondensatoren einen abstimmbaren Schwingungskreis; dies erkennt man leicht, wenn man die Schaltung Abb. 2 in die Form Abb. 3 umzeichnet, denn hier ist der Spule eine aus den vier Kondensatoren bestehende veränderliche Gesamtkapazität parallel geschaltet.

Jetzt kommt der eigentliche Trick der Sache; die Brücke sieht in Wahrheit so aus, wie Abb. 4 dies zeigt, der Kondensator u ist ein Quarzkristall zwischen Metallplatten und die Brücke ist als Schwingungskreis so abgestimmt, daß die Resonanzfrequenz des Kristalls inmitten der Abstimmung liegt, die ja immer ein einigermaßen breites Frequenzband erfaßt. Nehmen wir jetzt an, daß der Brücke durch Induktion auf ihre Spule eine hochfrequente Schwingung zugeführt wird. Das hat gar keinen Effekt, so lange die Frequenz der zugeführten Schwingung nicht wenigstens innerhalb des Frequenzbandes der Abstimmung fällt, denn nur dann nimmt die Brücke überhaupt Schwingungsenergie auf. Aber selbst wenn das der Fall ist, tritt noch keine hochfrequente Wechselspannung zwischen X und Y auf, weil die Brücke dies durch ihr Brücken-Gleichgewicht verhindert. Vorläufig wirkt der Quarzkristall immer noch als Kondensator. Erst wenn die zugeführte Frequenz nicht nur in dem Frequenzband liegt, für das die Brücke als Ganzes Resonanz hat, sondern zugleich in dem viel engeren Frequenzband, innerhalb dessen der Kristall zu mechanischen Schwingungen erregt wird, erst dann ist durch den nun eintretenden Kurzschluß am Kristall das Brückengleichgewicht gestört, so daß jetzt zwischen X und Y eine hochfrequente Wechselspannung erscheint. Die Breite des Frequenzbandes, in dem der Kristall zur Resonanz gelangt — und sie ist außerordentlich schmal — bestimmt also die Selektivität der ganzen Anordnung und diese ist, wie der Leser wohl deutlich erkennt, von der Breite des Frequenzbandes, für das die Brücke als Schwingungskreis Resonanz aufweist, ganz unabhängig. Der Schwingungskreis braucht daher kein allzu schmales Resonanzband und deshalb auch keine übermäßig geringe Dämpfung zu haben. Dies hat, wie wir oben sahen, den Vorteil, daß der Schwingungskreis die hohen Modulationsfrequenzen nur wenig schwächt, die hohen Töne also nur wenig benachteiligt.

Immerhin ist eine solche Benachteiligung der hohen Frequenzen vorhanden, weil die Brückenschaltung als Schwingungskreis zwar, wie gesagt, keine übermäßig geringe, aber doch eine immer noch recht kleine Dämpfung besitzt. Aus diesem Grunde ist der Stenode-Radiostat in seinem Niederfrequenzteil mit einer

„Korrektur-Kette“

versehen, die den Verlust an hohen Tönen, der in der Brückenschaltung eintritt, durch eine entsprechende Minderung auch der tiefen Töne wieder ausgleicht. Diese Korrekturkette ist in Abb. 5 wiedergegeben. Ihre Wirkungsweise ist leicht zu verstehen, wenn man bedenkt, daß die Kondensatoren C 1 und C 2 hohe Frequenzen leichter passieren lassen als niedrige, während die Drossel D umgekehrt den hohen Frequenzen mehr Widerstand bietet als den niedrigen. Dabei ist zu beachten, daß die Kondensatoren in der Leitung liegen,

über die die tonfrequenten Ströme vom Transformator T 1 zum Transformator T 2 übertragen werden, daß die Drossel dagegen so geschaltet ist, daß die über sie fließenden Stromanteile kurzgeschlossen werden; der Widerstand R dient zur Regelung dieses Kurzschlusses. Die Kondensatoren wirken derart gewissermaßen abbremsend auf die tiefen Frequenzen, während die Drossel außerdem einen Teil von ihnen an dem Transformator T 2 vorbeiführt. So werden hier in der Niederfrequenz-Verstärkung die tiefen Töne in demselben Maße geschwächt, wie zuvor in der Brückenschaltung der Hochfrequenz-Verstärkung die hohen Töne benachteiligt worden sind, so daß im ganzen das richtige Gleichgewicht zwischen hohen und tiefen Tönen wieder zustande kommt. Das ist aber nur dann möglich, wenn die vorangegangene Minderung der hohen Frequenzen nicht allzu groß ist, und dies setzt voraus, daß die gewünschte Selektivität ohne Schwingungskreise allzu geringer Dämpfung erreicht werden kann.

Die besprochene Brückenschaltung läßt, wie wir sahen, infolge des Quarzkristalles nur ein einziges sehr schmales Hochfrequenzband durch. Wollte man also die Brückenschaltung bei einem gewöhnlichen Hochfrequenz-Verstärker verwenden, so müßte man, um verschiedene Stationen empfangen zu können, für jede von ihnen einen andern Quarzkristall verwenden, was nicht nur umständlich, sondern auch teuer wäre. Der Stenode-Radiostat ist

deshalb ein Überlagerungs-Empfänger

(Superhet), der alle Empfangswellen auf ein und dieselbe Zwischenfrequenzwelle bringt, nämlich auf 100 000 Schwingungen pro Sekunde = 3000 m Wellenlänge. Dies ist zugleich die Resonanzfrequenz des verwendeten Quarzkristalls. Wegen seiner überaus selektiven Wirkung kann ein Empfang nur dann zustande kommen, wenn die von der Überlagerungsröhre erzeugte Hilfsfrequenz gerade so zu der Frequenz der zu empfangenden Welle stimmt, daß aus beiden eine Zwischenfrequenzwelle entsteht, die innerhalb des engen Frequenzbandes liegt, das der Quarzkristall durchläßt. Dies erfordert eine geradezu unglaublich genaue Abstimmung des Schwingungskreises der Überlagerungsröhre. Der Schwingungskreis enthält außer einem 300-cm-Drehkondensator parallel zu diesem einen kleinen veränderlichen Kondensator von nur 10 cm Kapazität, der mit Feineinstellung 1:10 versehen ist, so daß eine Umdrehung der Feineinstellung gerade 1 cm entspricht. Die Stationen kommen und entschwinden innerhalb

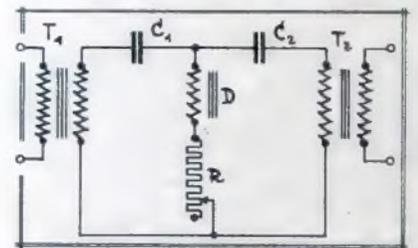


Abb. 5. Korrektur-Kette, mit der die tiefen Töne abgeschwächt werden, damit die hohen mehr hervortreten.

einer Viertelumdrehung dieser Feineinstellung. Mithin ist die Selektivität des Stenode-Radiostat derart fabelhaft, daß in dem in Frage kommenden Wellenbereich von 200 bis 600 m nicht weniger als 1200 Stationen verschiedener Wellenlänge mit ihm von einander getrennt und einzeln ohne Störung durch eine benachbarte empfangen werden könnten. Das bedeutet aber, daß die Stationen einander in einem Abstände von nur 1000 Schwingungen benachbart sein dürften, während sie heute bekanntlich 10 000 Schwingungen Abstand haben und trotzdem bei den heute üblichen Empfangsgeräten häufig durch die Nachbarstationen gestört erscheinen.

Abb. 6 bringt nun das Gesamtschaltbild des Stenode-Radiostat, in dem der Leser die Brük-

kenschaltung mit dem Quarzkristall und die Korrekturkette wiederfindet. Die erste Röhre dient zur Erzeugung der Überlagerungsschwingung, die dem Schirmgitter der zweiten Röhre, dem sogenannten ersten Detektor, zugeführt wird. Der Gitterkreis dieser zweiten Röhre wird aus dem Empfängerahmen und dem Drehkondensator zur Abstimmung auf die Empfangswelle gebildet. Dieser Drehkondensator und der im Gitterkreis der Überlagerungsröhre sowie der zu ihm zugehörige Feineinstell-Kondensator sind die einzigen bei der Handhabung des Gerätes zu betätigenden Bedienungsmittel. Alle übrigen Drehkondensatoren liegen in Schwingungskreisen der Zwischenfrequenzwelle und behalten daher nach einmaliger Abstimmung auf die Resonanzlage des Quarzes ihre Einstellung. Abb. 7 gibt das Gerät in seiner praktischen Ausführung wieder. Von den drei Kästen enthält der erste alle Teile von der ersten bis einschließlich der fünften Röhre, der zweite Kasten die Brückenschaltung mit der sechsten Röhre, die den zweiten Detektor darstellt, und der dritte Kasten die Niederfrequenz-Verstärkung mit der Korrekturkette. Diese Unterteilung ist erfolgt, um die einzelnen Teile des ziemlich umfangreichen Gerätes für sich ausprobieren zu können. Die Drehkondensator-Einstellungen an dem mittleren Kasten werden nur gebraucht, um bei erheblichen Temperatur-Änderungen des Quarzkristalles entsprechend der dadurch bedingten Änderung seiner Resonanz-Frequenz, die mit ihm in Verbindung stehenden Schwingungskreise ein wenig nachstimmen zu können.

Zum Schluß einige Worte

über die Bedeutung,

die dem Stenode-Radiostat für die Fortentwicklung des Empfängerbaues zuzuschreiben ist. Nachdem es hier zum ersten Male gelang, die ans Fabelhafte grenzende Selektivität der Resonanz eines Quarzkristalles in einer Empfangsschaltung nutzbar zu machen, werden ganz sicher sehr bald auch andere Methoden gefunden werden, Quarzkristalle zu dem gleichen oder ähnlichen Zwecken bei Empfängern zu verwenden. Ich denke hierbei vor allem an Geräte ohne Überlagerung und an Anordnungen, die zur Aussperrung des Ortssenders dienen. Man könnte z. B., vorausgesetzt, daß die Quarzkristalle billiger würden, was sich aber bei Bedarf immer von selber einzustellen pflegt, in einem Empfänger mehrere wahlweise einzuschaltende Quarzkristalle haben, derart, daß die Einschaltung jedes einzelnen von ihnen den Empfang einer anderen Station zur Folge hat. In dieser Richtung erhalten die Versuche, aperiodische Hochfrequenzverstärker herzustellen, durch den Stenode-Radiostat neuen Anreiz.

Ebenso läßt sich in einer anderen, als der Brückenschaltung, sicher mit einem Quarzkristall ein Kurzschluß unerwünschter Frequenzen erreichen. Weiterhin ist die Erkenntnis, daß die Seitenbänder nur imaginär und nicht reell, wie man bisher annahm, vorhanden sind, für die zukünftige Entwicklung der Empfangsgeräte sehr wichtig, weil damit ein Irrtum entschwindet, der bisher manchen Versuch, zu höherer Selektivität zu gelangen, im Keime erstickt hat. Auch die Verwendung einer Korrekturkette zur Verbesserung der Wiedergabequalität kann als Beispiel angesehen werden, daß auf diesem oder ähnlichen Wegen für Mängel Abhilfe geschaffen werden kann. Mit anderen Worten: Der Stenode-Radiostat erschließt eine Fülle neuer Möglichkeiten und damit ein ungeheures neues Betätigungsfeld für die Funkfreunde, die jetzt wieder bessere Geräte herstellen können als die Industrie, die durch Patente gehemmt wird.

F. Gabriel.

Berichtigung

zu dem Artikel „Verzerrungsursachen beim Tonfilm“ im 3. Juliheft:

Der Text zu dem Bild ganz links unten muß lauten: Wie die abgegebene Lichtstärke von dem aufgenommenen Strom abhängt bei einer der üblichen Tonaufzeichnungslampen.

Der Großsender schlägt durch

Die bevorstehende Inbetriebnahme des Senders „Mühlacker“, als ersten der für Deutschland vorgesehenen Großsender, veranlaßt unseren Mitarbeiter C. Hertweck, das damit geradezu brennend werdende Problem der Trennschärfe erneut zu untersuchen. Er präzisiert neuartige technische Forderungen, die an Empfangsgeräte zu stellen sind, welche in der näheren Umgebung von Großsendern Fernempfang zulassen sollen.

Die Tatsachen

Man hat einen Siemensfünfer beispielsweise, um einen recht selektiven Panzerempfänger herauszugreifen. Man konnte damit in einem nicht zu knappen — sagen wir zehn Kilometer — Abstand einen normalen 4-kW-Rundfunksender auf mindestens dreißig Kiloperioden herauswerfen, wenn nicht noch weniger. Nun fängt Mühlacker an und schlägt über mindestens hundert Kiloperioden durch. Schaltet man die Antenne ab, so ist auch der Empfang weg, also ein Zeichen, daß der Apparat selbst nichts direkt aufnimmt. Bei Fernempfang hat man ausgezeichnete Trennschärfe, nur bei Mühlacker hat man so gut wie keine Trennschärfe mehr.

Dieses Problem wird künftig gehäuft auftreten. Erstens sind die neuen Sender sehr viel stärker wie die alten, dann sind sie auch nahezu hundertprozentig durchmoduliert, so daß sehr erheblich Spannungsdifferenzen an der ersten Röhre angeliefert werden. Hier liegt auch der Kernpunkt der ganzen Sache, beim Spannungsbetrag, der an der ersten Röhre angeliefert wird. Dieser Betrag kann so groß sein,

Es werden Spannungen, wie eingezeichnet, ans Gitter angeliefert, die genau konforme Anodenströme geben. So ist der Vorgang, wenn ein nicht zu starker Sender empfangen wird. Nun verstärken wir den Sender auf das Doppelte, also noch eine recht geringe Verstärkung. Abb. 2 zeigt die neuerlichen Verhältnisse. Wir haben doppelte aufgelieferte Spannungen, die zum Teil in den gekrümmten Bereich der Charakteristik fallen, was nicht mehr genau konforme Anodenströme ergibt. Die oberen Wechsel des Anodenstromes sind etwas eingedrückt, wir erhalten regelrechte Gleichrichtung. Das heißt: Die Spannung an der Anode schwankt nicht mehr rein hochfrequent, sondern auch noch niederfrequent entsprechend dem Sprechstrom des Senders. Schön, und vorhin stellten wir fest, daß sich die jetzige Spannung am Gitter kaum an die Abstimmung des ersten Kreises hält. Wir können diesen ersten Kreis ganz gut verstimmen auf einen neuen Sender, der ordnungsmäßig verstärkt wird. Aber: Die Anodenspannung der ersten Röhre schwankt im

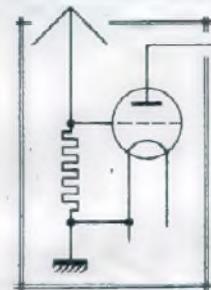


Abb. 3. Eine Ankopplung der Antenne mit Widerstand an die erste Röhre genügt den vorliegenden Bedürfnissen auf keinen Fall.

Takte der Niederfrequenz des Ortssenders. Folglich wird die Hochfrequenz des zweiten, des Fernsenders, moduliert! Jetzt können wir einen ganzen Berg weiterer Abstimmungen hereinnehmen, die Modulation der Fernsenderwelle werden wir nicht mehr los.

Die Forderungen

Was tun? Offenbar müssen wir einmal dafür sorgen, daß unsere erste Röhre nicht gerade in der Nähe eines Knickes arbeitet. Sonst kann es passieren, daß auch mal ein mittelmäßig starker Sender wenigstens in kleinem Abstand zu Modulation führt. Also: Keine Miniaturröhre, genügend hohe Spannung, entsprechende Gittervorspannung.

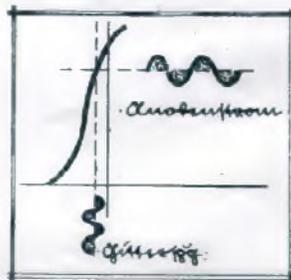


Abb. 1. Die Arbeitsweise der ersten Röhre einer Schaltung beim Empfang einer weit entfernten Station.

jetzt schon, daß der erste Abstimmkreis glatt überrannt wird. Elektrisch heißt das, daß die Antenne so große Spannungen anliefert, daß auch bei starker Verstimmung des ersten Kreises noch genügend übrigbleibt, um den Empfänger zu erregen. Dem ließe sich abhelfen, wenn man hinter der ersten Röhre noch weitere Abstimmkreise und weitere Röhren an-

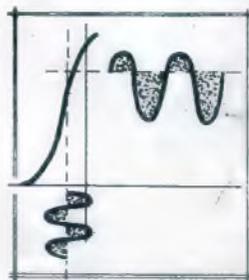


Abb. 2. Dieselbe Röhre beim Empfang einer starken Nah-Station.

bringt, die den Störer vollends aussieben. So machte man es bisher, kam auch abgesehen von Grenzfällen durch, nur bei den ganz modernen Großsendern hilft es nichts mehr, da kann man ein halbes Dutzend Kreise haben, der Störer kommt doch durch, und zwar mit einer großen Lautstärke.

Abb. 1 zeigt die Kennlinie der ersten Röhre.

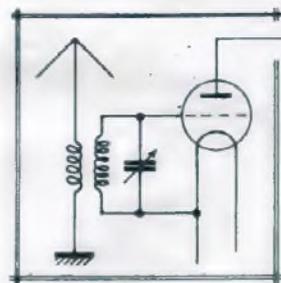


Abb. 4. Auch die übliche Ankopplung mit aperiodischer Spule erfüllt nicht alle berechtigten Forderungen nach Ausschaltung des nahen Großsenders.

Zweitens Konstruktion der Abstimmelemente: Es hat keinen Zweck, die erste Röhre aperiodisch an die Antenne zu koppeln, wie es neuerdings in sonst sehr leistungsfähigen Schirmgittergeräten geschieht. Dieses Verfahren nach Abb. 3 ist ja bestechend einfach, billig, schön, aber nicht im Bereich eines Großsenders zu brauchen. Auch der sonst übliche einfache Gitterkreis nach Abb. 4 genügt nicht, um so mehr, als wir die Antennenkopplung nicht unbeschränkt lose machen dürfen, um nicht allzuviel Intensität des Fernsenders zu verlieren. Das Problem bleibt, vor die erste Röhre so viel Abstimmittel zu setzen, daß der Lokalsender in möglichst geringem Periodenabstand von seiner eigentlichen Einstellung so schwach ist, daß keine Modulation mehr stattfindet. Dann können die Kreise hinter der ersten Röhre anfangen zu wirtschaften.

(Schluß folgt)

C. Hertweck