

Hochfrequenztechnik und Elektroakustik

Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie

Herausgegeben von

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. Zenneck

Band 42

mit 406 Abbildungen im Text



1 9 3 3

Die Jubiläums-Funkausstellung in Berlin.

Von F. Fuchs, München.

Inhaltsübersicht.

- I. Historische Abteilungen.
- II. Neuzeitliche Röhren und Empfänger.
- III. Das Fernsehen.
- IV. Elektroakustik.

In der 10. deutschen Funkausstellung wurde durch die Funkindustrie mit Unterstützung aller einschlägigen Behörden eine besonders lebendige Darstellung der technischen und organisatorischen Entwicklung des Rundfunks gegeben. Auch die vor der Ära des Rundfunks liegende 25jährige Entwicklung der drahtlosen Telegraphie mit ihren ausgedehnten Anwendungen im Weltkriege wurde uns wieder in Erinnerung gebracht. Aus

der verwirrenden Fülle der Darbietungen kann hier nur das für die technische Entwicklung Wichtigste und Neueste erwähnt werden.

I. Historische Abteilungen.

Die von der *Reichs-Rundfunk-Gesellschaft* ausgestaltete historische Abteilung zeigt in Nachbildungen die Hertz'schen Apparate und im Original den Funkensender von Slaby sowie die erste Ausführungsform des gekoppelten Senders von F. Braun, mit welchem sein damaliger Assistent J. Zenneck im Jahre 1897 zwischen Kugelbake-Cuxhaven und Feuerschiff Elbe I, also erstmals auf eine Entfernung von ca. 35 km und später auf eine Entfernung von 52 km zwischen Cuxhaven und Helgo-

land, drahtlos telegraphierte. Es folgt dann die Entwicklung der Kohärer- und Detektorempfangsgeräte, unter welchen sich auch der Magnetdetektor von Marconi befindet. Die Entwicklung des Röhrensenders ist besonders eindrucksvoll dargestellt durch den ersten Röhrensender von A. Meissner vom Jahre 1913, den Rundfunksender, mit welchem 1923 vom Vox-Haus in Berlin die ersten Rundfunksendungen gegeben wurden, und schließlich durch ein Modell des zur Zeit im Bau befindlichen Großfunksenders Berlin-Tegel, welcher eine Sendeleistung von 60 kW erhalten soll. Die anfänglich im Rundfunk verwendeten Mikrophone und die Trichter-Lautsprecher muten uns heute schon fast als prähistorisch an.

Die *Reichswehr* erinnert durch ihre fahrbaren schweren und leichten Funkenstationen sowie durch die in einen Unterstand eingebaute Grabenstation mit Tretmotor, durch die erdtelegraphischen Fernsprecher und Blinkgeräte an die Leistungen unserer Funker im großen Kriege.

Die *Reichsmarine* gibt durch ein in natürlicher Größe ausgeführtes Modell eines U-Bootkommandoturmes mit Periskop, Signalanlagen und Funkkabine ein eindrucksvolles Bild aus großer Zeit. Eine plastische Darstellung der Skagerrakschlacht hält den kritischen Augenblick fest, in welchem Admiral Scheer mit Hilfe der Funktelegraphie die berühmte Wendung seiner 100 Schiffeinheiten innerhalb weniger Sekunden durchführte.

Das *Reichsamt für Flugsicherung* zeigt die Entwicklung der Flugzeugsender und der Peilempfänger, deren Bedeutung für die Orientierung durch Tafeln und betriebsfähige Modelle erläutert werden. Eine besondere Anziehung übt eine große Verkehrsmaschine der Luft-hansa aus, deren Führerkabine mit allen Steuer- und Funkeinrichtungen besichtigt werden konnte.

Die *deutsche Reichspost* gibt in Wandtafeln und Modellen einen Einblick in den drahtlosen Telegraphen- und Telephonverkehr nach Übersee. Hier war auch für die Besucher die Möglichkeit, bei günstigem Funkwetter Gespräche mit Schiffen und nach Übersee zu führen. In einem besonderen Raum wurden wie im Vorjahr die durch Motore, elektrische Klingeln, Hochfrequenzapparate, Gleichrichter usw. verursachten Rundfunkstörungen und die verschiedenen Mittel zu ihrer Behebung vorgeführt. Die nationalsozialistische Rundfunkkammer arbeitet zur Zeit einen Zusatz zum Funkgesetz aus, wonach künftig der Störer verpflichtet wird, für die Behebung der von ihm verursachten Störungen durch Einbau geeigneter Schutzvorrichtungen selbst zu sorgen.

Für den Physiker war eine kleine Koje besonders bemerkenswert, in welcher vom *Reichspostzentramt* Wellenechos von der Heavisideschicht mittels Oszillographen objektiv gezeigt wurden. Die Zeichen gingen von einem in Nauen aufgestellten Kurzwellensender aus und wurden sowohl direkt wie nach ihrer Reflexion an der Ionosphäre in der Ausstellung empfangen. Diagramme, die mit dem Siemensschen Reiseoszillographen aufgenommen waren, und schematische Zeichnungen erläutern die Eigentümlichkeiten der Echos.

II. Neuzeitliche Röhren und Empfänger.

Zu den eindrucksvollsten Darstellungen der Funkausstellung gehört zweifellos die auf dem Stande der *Reichspost* von der *Oscram-Gesellschaft* in vollem Betrieb gezeigte Herstellung einer Schirmgitter-Fangnetzröhre.

Man muß es gesehen haben, wie diese im Aufbau so komplizierte Röhre innerhalb 30 Sekunden durch auto-

matische Maschinen und die Arbeit geschickter Hände am laufenden Band in 6 Arbeitsgängen entsteht, um zu erkennen, welchen hohen Stand die auf dem Fundament wissenschaftlicher Forschung aufgebaute deutsche Röhrentechnik heute einnimmt. Das erstaunlichste ist die Prüfmaschine, in welcher die fertiggestellte Röhre durch Anschluß an entsprechende Meß-Schaltungen 19 physikalischen Prüfungen unterworfen wird. Erfüllt eine Röhre eine der Prüfungsbedingungen, z. B. die auf Emission, Verstärkungsgrad, Verzerrungsfreiheit usw. nicht, so wird sie nach Art der Fehler automatisch ausgeschieden.

Weiter ist hier die Entwicklung der Senderöhren gezeigt, angefangen von den kleinsten Typen bis zur größten wassergekühlten Senderöhre R 300, die von *Telefunken* gemeinsam mit *Siemens & Halske* entwickelt wurde und bei einem Elektronen-Sättigungsstrom von 200 A 300 kW Hochfrequenzleistung abzugeben vermag. Auch die zur Röhrenspeisung vielfach verwendeten Gleichrichter von *Siemens & Halske* größter Leistung (13000 V Gleichspannung) sind hier vertreten. Die Gittersteuerung der Gleichrichter, welche die Zuverlässigkeit des Sendebetriebs wesentlich erhöht hat, wird an zwei betriebsfähigen Gleichrichtern der *Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft*, die in einer angeschlossenen Braunschen Röhre auch den Stromverlauf erkennen lassen, vorgeführt.

In gleicher Vollständigkeit sind in einer Reihe von Wandschränken die zuerst für die Geräte des Weltkrieges und später für den Rundfunk entwickelten Verstärkeröhren in ihrer Entwicklung dargestellt. Es wäre sehr erwünscht, wenn diese ausgezeichnete Sammlung als Ganzes erhalten und einem Spezialmuseum einverleibt würde.

Die neueste Röhrenentwicklung hat die Steigerung der Leistung der Empfangsgeräte bei verbilligter Herstellung entscheidend beeinflußt.

Unter den Hochleistungsrohren seien hier erwähnt: die mit vier Gittern ausgerüstete Sechselektroden-Röhre oder *Hexode*, welche als Mischröhre im Überlagerungsempfänger sowie zum automatischen Ausgleich des Fadings verwendet wird, die mit drei Gittern versehene Fünfelektroden-Röhre oder *Penthode*, welche zur Hochfrequenz- oder Endverstärkung dient und schließlich die *Binode*, die Kombination einer Schirmgitterröhre mit einem Einweggleichrichter im selben Glaskolben, welche für Hoch- und Niederfrequenzverstärkung und die Erzeugung der Regelspannung für die automatische Lautstärkeregelung angewendet wird.

Die durch die neuen Röhren gewonnene Vergrößerung der Endleistung auf mindestens 2 Watt gestattete den allgemeinen Übergang vom magnetischen zum dynamischen Lautsprecher.

Unter den zahlreichen in der Haupthalle der Ausstellung von den bekannten Firmen der Funkindustrie zur Schau gestellten Empfängern steht der auf Anregung des *Reichsministeriums für Volksaufklärung und Propaganda* geschaffene *Volksempfänger* an erster Stelle. Die Forderung höchster Leistung bei niedrigstem Preise konnte nur durch weitgehende Vereinheitlichung der Herstellung und durch die Opferbereitschaft von Industrie, Handel und Patentinhabern erfüllt werden.

Der Volksempfänger ist ein Einkreisgerät mit rückgekoppeltem Audion, Endverstärkeröhre und einem eingebauten elektro-magnetischen Lautsprecher. Er wird

in drei Ausführungen gebaut, für Wechselstrom- und Gleichstromnetzanschluß und für Batteriebetrieb. Das an eine Außenantenne anzuschließende Gerät ist befähigt, im ganzen Reichsgebiet sicheren Empfang des Bezirkssenders und des Deutschlandsenders zu gewährleisten. Dieses kleine technische Wunder kostet 76.— RM und dürfte somit weitesten Kreisen zugänglich sein. Auch die übrigen Empfängertypen mit zwei und drei Schwingkreisen sind in ihrem Empfangsbereich, ihrer Selektivität und Lautstärke gesteigert worden. Diese Geräte sind mit Bandfilter, automatischer Fadingregulierung, mit Störsperrre, Tonfärber usw. ausgerüstet.

Aus der umfangreichen Gruppe der *Superhets* sei hier der mit Hilfe der neuen Röhren erstmals ausgeführte *Dreiröhren-Superhet* erwähnt. Dieses auf engstem Raum zusammengebaute Gerät besitzt z. B. in der Ausführung von Telefunken nur 2 abstimmbare Kreise, den Empfangskreis und den Oszillatorkreis. Als Detektor wird eine Schirmgitterröhre von großer Steilheit, als Misch- und Endröhre eine Penthode verwendet. Das Gerät besitzt nur einen Einstellknopf und arbeitet auf einem eingebauten elektrodynamischen Lautsprecher mit Fremderregung. Da der Empfänger sowohl in dem Bereich der Rundfunkwellen wie in dem der Langwellen arbeiten soll, können durch Umschaltung zwei verschiedene Zwischenfrequenzen erzeugt werden.

Große Sorgfalt legten die Firmen auf die Erleichterung der Einstellung, die z. B. durch ein sog. Länderband zunächst auf das Land und dann auf den Namen des gewünschten Senders erfolgt.

Bei den hochempfindlichen Geräten ist an Stelle der bisherigen Einstellung nach dem Gehör, die *optische Einstellung* eines durch den Anodenstrom der Vorröhre beeinflussten Schattenzeigers (Wellenlot, Abstimmeter, Optophon) getreten. Störsperrre verhindern dabei den geräuschvollen Übergang bei der Senderwahl. Bemerkenswert ist, daß auch der Kurzwellenbereich (20 bis 51 m) immer mehr in den Empfang einbezogen wird. Zur exakten Prüfung der Empfänger, welche jede Firma vornehmen muß, dient der Hochfrequenzsender mit Fremdmodulation von *Siemens*, der gleichfalls ausgestattet war. Das Gerät liefert vier einstellbare konstante Senderfrequenzen, die von außen in verschiedenem Grade moduliert werden können. Die H.F.-Gesamtleistung von 0,9 Watt reicht zur gleichzeitigen Prüfung von mehreren Empfängern aus.

Zur Prüfung der Leistungs- oder Spannungspegel am Ende von Übertragungsleitungen für Rundfunkdarbietungen dient der Pegelschreiber von *Siemens & Halske*. Er besteht auf der Senderseite aus einem Schwebesummer, durch welchen mit Hilfe eines durch Uhrwerk angetriebenen Ablaufkondensators die Frequenzen von 30 bis 10000 Hz stetig ausgesandt werden und auf der Empfängerseite aus einem Pegelschreiber, der die Leistung und Spannung der ankommenden Frequenzen registriert.

Der Pegelschreiber kann auch zu Messungen an Verstärkern, an Siebketten, Spulen usw. verwendet werden.

In der Gruppe der *Lautsprecher* zeigt *Telefunken* die neuen Modelle „Effekt“ und „Ultra Effekt“, die den drei- bzw. neunfachen Wirkungsgrad der älteren Ausführungen haben.

Neben dem fremd erregten dynamischen Lautsprecher finden für kleinere Leistungen solche mit kräftigen Permanentmagneten immer mehr Verwendung.

Die elektrischen *Tonabnehmer* für Schallplatten wurden so verbessert, daß sie auch bei geringer Verstärkung hinreichende Lautstärke gewährleisten. Erwähnt sei hier ein von *G. Neumann, Berlin*, herausgebrachter elektrodynamischer Tonabnehmer. Die gleiche Firma war mit einer auch für wissenschaftliche Zwecke geeigneten Schallplattenaufnahme-Maschine vertreten.

III. Das Fernsehen.

Der gewaltige Fortschritt der Fernstechnik, den uns die Reichspost gemeinsam mit den an dieser Entwicklung beteiligten Firmen zeigt, kommt am besten in der Steigerung der Bildpunktzahl zum Ausdruck. Diese betrug im Jahre 1928 1200, im Jahre 1931 6000, im vorigen Jahre 10000 und in diesem Jahre 40000. Damit ist es möglich, nicht nur Porträts, sondern auch an Einzelheiten reiche Straßen- und Massenszenen in scharfer Auszeichnung zu übertragen. Als Sender waren neben einem 90zeiligen Lichtstrahlabtastsender der *Fernseh A.G.* durchweg Filmsender verwendet, durch welche jeder beliebige Film übertragen werden kann.

Die Abtastung der Filme erfolgt meist durch eine Lochscheibe mit 90 oder 180 konzentrisch liegenden Löchern von ca. $\frac{2}{10}$ mm Durchmesser oder durch das Weillersche Spiegelrad. Um bei den beträchtlichen Punktzahlen nicht auf zu hohe Stromfrequenzen zu kommen, hat Professor *Karolus* gemeinsam mit *Telefunken* die Abtastung in vier Kanälen entwickelt. Selbstverständlich muß dann auch die Kerrzelle für die gleichzeitige Steuerung von vier Lichtstrahlen eingerichtet sein. Es sind dann allerdings auch zwischen Sender und Empfänger vier Wellen für die Übertragung erforderlich.

Eine interessante Lösung des Problems der Fernsendung von Tagesereignissen, Sportveranstaltungen usw. stellt der Zwischenfilmsender der *Fernseh A.G.* dar. Dieses Gerät, welches bereits im vorigen Jahre unter Verwendung von gewöhnlichen Filmen vorgeführt wurde, hat durch Einbau einer stetig umlaufenden endlosen Blankfilmschleife eine bedeutende Verbesserung erfahren. Hierbei wird das Filmband sogleich nach der Abtastung im Fernsender von der Emulsionsschicht befreit, dann mit einer frischen Schicht versehen und dadurch für einen neuen Durchlauf durch die Film-Aufnahme-Kamera vorbereitet. Der belichtete Film wird hierauf entwickelt, fixiert und getrocknet, worauf er wieder den Fernsender durchläuft. Zwischen photographischer Bildaufnahme und Erzeugung der Bildmodulation im Fernsender vergeht höchstens eine Minute. Die endlose Blankfilmschleife kann auch verwendet werden, um am Empfangsort durch die ankommenden Bildströme einen Projektionskinoapparat zu steuern. Der hierzu dienende Projektions-Fernsehempfänger (Abb. 1) wurde gleichfalls von der *Fernseh A.G.* entwickelt. Der Vorgang spielt sich hier in umgekehrter Reihenfolge wie beim Aufnahmegerät ab. Da bei diesem Prozeß kein Film verbraucht wird, sind die Betriebskosten verhältnismäßig gering. Immer aber bleibt ein derartiges Gerät kostspielig und kann daher z. B. nur für ein Theater ausgenutzt werden.

Für den Fernsehempfang im Heime genügen einfachere Geräte. Solche Heim-Fernsehempfänger, die auch mit Lautsprecher für die Tonwiedergabe versehen sind, waren in den verschiedensten Ausführungen auf der Ausstellung zu sehen. Der Betrieb erfolgte meist im Kurzschlußversuch, jedoch konnte man sich zu bestimmten Zeiten auch vom drahtlosen Fernsehempfang

der vom Funkturm auf der 7-m-Welle ausgehenden Fernsehsehung überzeugen.

Bei den Heimempfängern war die zu höchster Leistung entwickelte Braunsche Röhre sowie die Spiegelschraube Okolicsaniys (Abb. 2) vorherrschend. Die scharf gezeichneten Bilder waren ca. 12×20 cm groß und konnten aus 2 bis 4 m Entfernung deutlich gesehen werden. Als

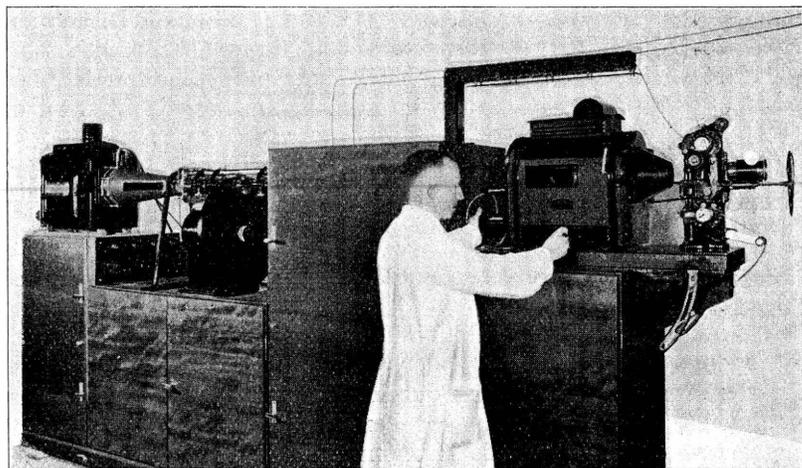


Abb. 1. Projektions-Fernsehempfänger der Fernseh-A.-G.

Lampen für die Spiegelschraube wurden Neon-, Natrium- und Quecksilberdampflampen verwendet. Die Preise der Heimfernsehgeräte liegen zwischen 500 und 1000 RM, also für eine allgemeine Einführung noch viel zu hoch.

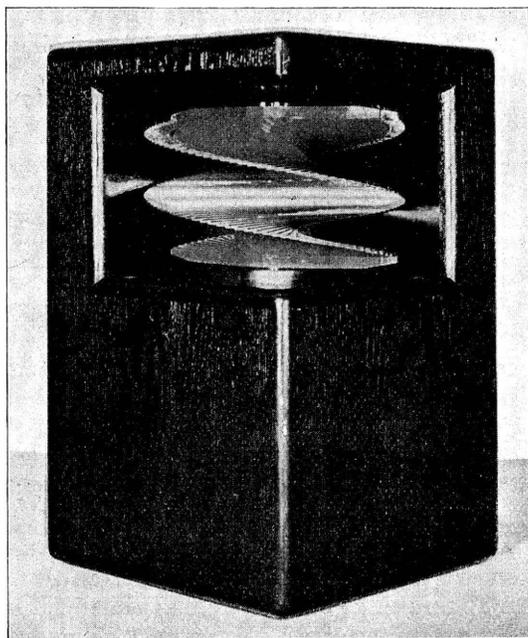


Abb. 2. Spiegelschraube für 90 Zeilen.

Einen wohlfeileren Volksempfänger hat D. von Mihaly ausgestellt, der aus einer Neon-Glimmlampe und einem neuartigen Spiegelrad (Abb. 3) besteht. Das Spiegelrad ruht mit den nach innen gerichteten Spiegeln in horizontaler Lage. Die Zusammensetzung der modulierten Lichtstrahlen der Neon-Lampe erfolgt durch einen im Mittelpunkt des Spiegelkranzes um eine senkrechte Achse drehbaren kleinen Planspiegel, der durch einen Synchronmotor kleinster Leistung angetrieben wird.

Physikalisch bemerkenswert war die neue Kristallzelle von Okolicsaniy (Tekade), eine Kerrzelle, bei

welcher ein Zinksulfidkristall an Stelle des Nitrobenzols verwendet wird. Das mit der Kristallzelle ausgerüstete „Elektroobjektiv“ hat sich als Lichtsteuerorgan bei Projektionsempfängern mit Nipkowscheibe und bei den Tekade-Spiegelschrauben gut bewährt. So finden wir die Apparatechnik des Fernsehens nach verschiedenen Richtungen hin hoch entwickelt; noch nicht so weit ist die Übertragungstechnik, die infolge des großen Frequenzbereiches (25 bis 500 000 Hz) noch große Schwierigkeiten macht. Es steht aber zu erwarten, daß auch dieses Problem in absehbarer Zeit mit Hilfe der Ultrakurzwellen gelöst wird und daß man dann an eine Einführung des Fernseh-Rundfunks wenigstens für den Bereich einer Stadt herangehen kann.

IV. Elektroakustik.

Die elektroakustischen Musikinstrumente wurden auch in diesem Jahre durch das Heinrich-Hertz-Institut im großen Vortrags-saale der Ausstellung täglich mehrmals im Einzel- und Zusammenspiel vorgeführt und in ihrem Aufbau erläutert. Die starke Beteiligung und gespannte Aufmerksamkeit, mit welcher die Besucher den neuartigen

Klängen lauschten, bewiesen das große Interesse, das der elektrischen Musik entgegengebracht wird.

Die ursprüngliche Ätherwellenmusik Theremins kann jetzt auf einem Vorsatzgerät, das Professor Leithäuser entwickelt hat, in Verbindung mit einem Rundfunkempfänger gespielt werden.

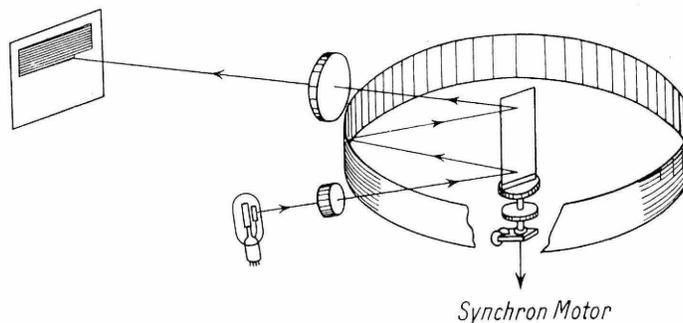


Abb. 3. Strahlengang im Spiegelrad von Mihaly.

Die schönen Klangfarben des von Dr. Trautwein konstruierten Trautoniums, das jetzt Telefunken herstellt, fanden wieder allgemeine Bewunderung, ebenso die Klänge des von Dr. Lertes und Helberger entwickelten vierstimmigen Hellertions, das von der Harmoniumfabrik Förster in Löbau gebaut wird.

Zu den mechanisch-elektrischen Instrumenten, die im Flügel von Nernst-Siemens-Bechstein zuerst in den Handel kamen, ist jetzt das „Elektrochord“ von Vierling (Heinrich-Hertz-Institut) gekommen, das gleichfalls von Aug. Förster, Löbau, gebaut wird. Das in einen Flügel ohne Resonanzboden eingebaute Elektrochord besitzt eine zweichörige Besaitung; von den beiden Saiten wird jedoch nur eine angeschlagen, die zweite gelangt nur durch Resonanz in Schwingungen. Die elektrische Abnahme der Töne erfolgt wie beim Nernstflügel durch Magnet-systeme. Beim gewöhnlichen Spiel wirken beide Saiten auf die Magnete ein, man vernimmt einen klavier-artigen Klang; durch einen Pedaltritt kann man aber

erreichen, daß nur die durch Resonanz erregten Saiten auf die Magnete wirken. Man erhält dann einen orgelartigen Klang.

Neben dem elektromagnetischen Abtastverfahren hat Vierling auch ein elektrostatisches entwickelt, welches insbesondere bei großer Beanspruchung des Instruments die Klänge reiner wiedergibt. Bei diesem neuesten auf der Ausstellung gezeigten Instrument steht jeder Saite eine isolierte, auf 100 Volt geladene Gegenelektrode gegenüber. Durch die Saitenschwingungen wird die Kapazität zwischen Saite und Gegenelektrode geändert und damit ein periodischer Ladestrom erzeugt,

So gewinnt man den Eindruck, daß in den letzten zwei Jahren aus den Laboratoriumsmodellen der elektrischen Musikinstrumente nunmehr spielsichere und fabrikmäßig herstellbare Typen geworden sind. Damit haben zunächst die ausübenden Musiker die Möglichkeit, sich mit der Spieltechnik der Instrumente praktisch zu befassen und die Komponisten können prüfen, wie sich die neuen Klangfarben im Instrumentalsatz am besten verwenden lassen. Erst wenn sich die Instrumente in diesen Richtungen hin als brauchbar erwiesen und eine entsprechende Musikkultur geschaffen ist, kann an eine Einführung in die Hausmusik gedacht werden.