



TELEFUNKEN

LRZ - 53 - FES
BMA

Handwritten text, possibly a date or reference number, located in the center of the page.

F057

TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN
Bibliotheek TU/e
Verwijderd uit de collectie

TECHNISCHE HOCHSCHULE
MAGDEBURG
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

FESTSCHRIFT

Zum 50 jährigen Jubiläum der

TELEFUNKEN

Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H.

Gleichzeitig als 100. Ausgabe der

Telefunken-Zeitung

BIBLIOTHEEK
T. H. F. BOVEN

602073

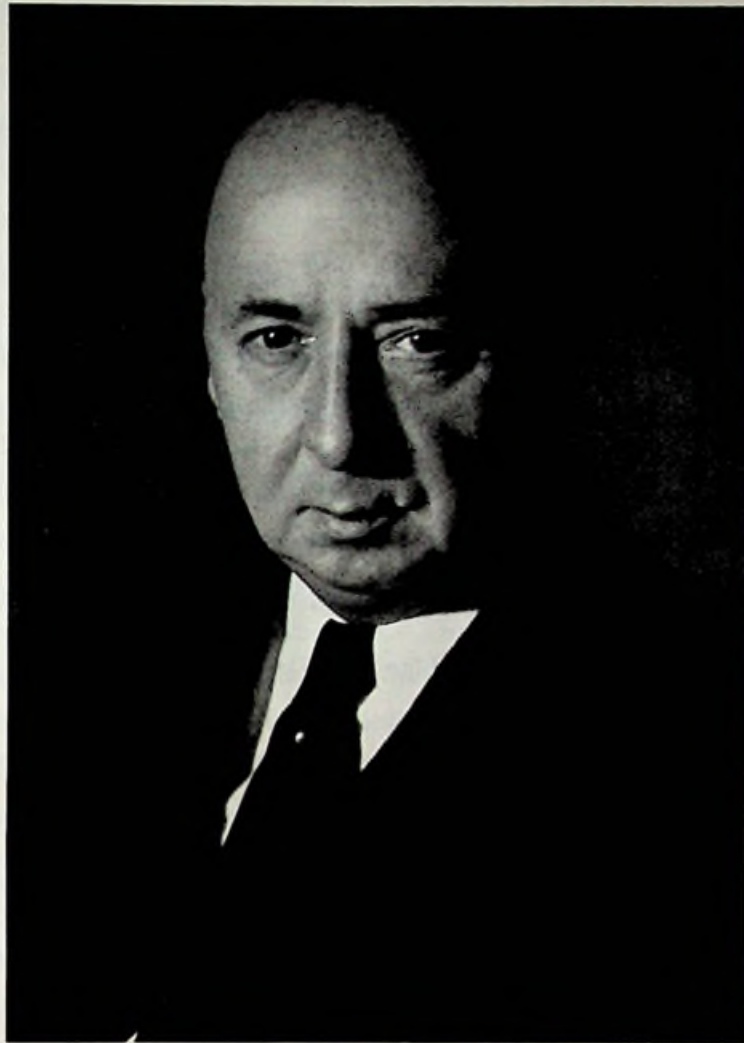
I N H A L T S A N G A B E

<i>F. Spannraht</i>	135
Zum Geleit	
<i>E. Reuter</i>	
Der Regierende Bürgermeister von Berlin	137
<i>H. Schuberth</i>	
Der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen	138
<i>R. Lehr</i>	
Der Bundesminister des Innern	139
<i>L. Erhard</i>	
Der Bundesminister für Wirtschaft	140
<i>H. Ch. Seeböhm</i>	
Der Bundesminister für Verkehr	141
<i>E. Frohne</i>	
Die Bundesbahn	142
<i>W. Nestel</i>	
Der deutsche Rundfunk	143
—————	
<i>H. Heyne</i>	
Geleitwort	145
<i>K. Exner</i>	
Die Belegschaft	147
—————	
* * *	
Telefunken-Chronik	149
<i>J. Zenneck</i>	
Die Zeit des Funkensenders	153
<i>A. Meißner</i>	
Die Zeit des Maschinensenders	159
<i>H. Rukop, K. Steimel und H. Rothe</i>	
Röhren, Rundfunk und kurze Wellen	165
<i>H. Bredow</i>	
Rückblick auf 30 Jahre deutscher Rundfunk	177
<i>W. T. Runge</i>	
Fernsehen, Richtstrecken und Funkortung	181
<i>F. Schröter</i>	
Aus der Fernseh-Entwicklung bei Telefunken — Rückblick und Ausblick	191
<i>W. Berndt</i>	
50 Jahre Antennentechnik	197
<i>H. Rukop</i>	
Persönlichkeiten und Ereignisse — Ein Querschnitt durch 50 Jahre Telefunken-Geschichte	205

M. Pohontsch und E. Wiegand	
1945—1953: Vom Chaos zu neuer Weltgeltung	213
H. Lange	
Aufgaben der Hochfrequenztechnik von heute	221
E. Klotz und R. Mantz	
Fertigung von Rundfunkgeräten	235
A. v. Brackel und H. Petzoldt	
Lautsprecheranlagen	239
W. Himmelmann und H. Schenk	
Unsere Rundfunkwerbung	245
* * *	
Telefunken-Werke und -Vertriebsstellen, Verzeichnis der Telefunken-Gebäude	249
* * *	
Unsere Toten zum Gedächtnis	251
* * *	
Unsere Jubilare	252
* * *	
100 Hefte Telefunken-Zeitung	255
Summary	
Zusammenfassung der Aufsätze in englischer Sprache	256
Resumé	
Zusammenfassung der Aufsätze in französischer Sprache	260

Porträts und Buntbilder

F. Spennrath	auf S. 135
H. Heyne	auf S. 145
Werk Berlin, Sickingenstraße und Telefunken-Haus Berlin, Mehringdamm	vor S. 149
Ferdinand Braun	vor S. 153
Adolf Slaby	vor S. 159
Georg Graf von Arco	vor S. 165
H. Rukop	auf S. 165
Hartlöten von Anoden	vor S. 169
H. Bredow	auf S. 177
Fernsehempfangsröhre	vor S. 185
300-kW-Rundfunksender RIAS	vor S. 201
2-kW-Endstufe eines Fernsenders	vor S. 217
Bandfabrikation im Rundfunkwerk Hannover	vor S. 229
Telefunken-Riesentonsäule	vor S. 239
Beispiele für Telefunken-Werbung	vor S. 249



*Regierungsbaurat a. D. Dr.-Ing. E. h. F. Spennrath
Vorsitzer des Verwaltungsrates der Telefunken GmbH.*

Z U M G E L E I T

Als im Jahre 1903 die „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. (Telefunken)“ gegründet und das System „Slaby Arco“ der drahtlosen Telegraphie mit dem System von Braun verschmolzen wurde, griff die deutsche Funktechnik erfolgreich in den internationalen Wettbewerb ein. Die damalige Zusammenfassung der Kräfte, der Forschung und Entwicklung sowohl als auch der Produktion, machte Telefunken sehr bald zu

einer der führenden Unternehmungen ihrer Art in der Welt. Seitdem ist die Geschichte der deutschen drahtlosen Telegraphie und Telephonie, des Rundfunks, ja des Funkwesens schlechthin, untrennbar mit der Geschichte der Telefunken - Gesellschaft verbunden.

Die Entwicklung der fünf Jahrzehnte, auf die wir heute zurückblicken, hat die Richtigkeit dieser Gründung bestätigt. Jahre technischer und wirtschaftlicher Erfolge wechselten ab mit Zeiten wirtschaftlicher Not und folgenschwerer Katastrophen. Ihr fünfzigjähriges Bestehen kann die Telefunken-Gesellschaft in dem Bewußtsein begehen, die schlimmsten Verheerungen des zweiten Weltkrieges glücklich überwunden und wieder ein festes Fundament für die zukünftige Arbeit geschaffen zu haben.

Die AEG ist mit der Telefunken-Gesellschaft seit deren Gründung auf das engste verbunden. Im Jahre 1941 gingen alle Geschäftsanteile der Telefunken-Gesellschaft an die AEG über, und beide Firmen ergänzen sich heute in ihrem umfangreichen Arbeitsprogramm. Im Namen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft spreche ich die Hoffnung aus, daß es der „Tochter“ in enger Zusammenarbeit mit uns vergönnt sein möge, ihren hervorragenden Anteil an der Entwicklung der deutschen Funktechnik auch in Zukunft zu halten und deren Ansehen in der Welt zu mehren.

Der Regierende Bürgermeister von Berlin

Seit Professor Slaby und Graf Arco im Jahre 1897 bei ihren Versuchen den Turm der Heilands-Kirche in Sakrow als Antennenträger benutzt haben, hat sich die Technik der drahtlosen Hochfrequenzübertragung in einem enormen Umfang weiterentwickelt. Und Berlin war es, das bald die Metropole der Nachrichtentechnik und des Funkwesens wurde. Die größten deutschen Sende- und Empfangsanlagen standen in der Nähe dieser Stadt: die Großfunkstellen Nauen und Königs Wusterhausen, der Deutschlandsender und die Kurzwellensender in Zeesen, die Empfangsanlagen in Geltow und Beelitz. Ihre Namen sind weit über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt geworden.

Das gilt auch für den Namen Telefunken und sein weltbekanntes Warenzeichen, den Telefunkenstern. Dieses Unternehmen, dessen Maschinen, Geräte und Antennen nicht nur in jenen Stationen für die verschiedensten Arten der Nachrichtenübermittlung eingesetzt waren, sondern auch in alle Welt exportiert wurden, hat gute und schlechte Zeiten mit unserer Stadt geteilt. Obwohl der Zusammenbruch im Jahre 1945 auch diesem Werk einen Stillstand brachte, und man kaum an einen Neubeginn in größerem Umfange glauben mochte — damals wurden in den Fabriken Schubkarren hergestellt! —, so hat sich die Treue dieser Firma, die ihren Hauptsitz ständig in Berlin behielt, gelohnt. Heute beschäftigt sie allein in Berlin wieder 4000 Arbeiter, und das 50jährige Jubiläum, dem diese Zeilen gewidmet sind, fällt in eine Zeit des neuen Aufstiegs. Wertvolle Auslandsbeziehungen konnten wiederhergestellt werden, und die Erzeugnisse der Firma Telefunken finden, wie in vergangenen Zeiten, auch heute wieder ihren Weg hinaus in die Welt.

Als Regierender Bürgermeister von Berlin spreche ich der Firma Telefunken und allen ihren Mitarbeitern den Dank Berlins für ihre Verbundenheit mit unserer Stadt aus und wünsche ihr, daß die kommenden 50 Jahre das erste Jahrhundert der Nachrichtentechnik und des Funkwesens erfolgreich abrunden mögen.

Prof. Dr. Ernst Reuter

Der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen

Als vor 50 Jahren die Telefunken-Gesellschaft, durch die beiden größten deutschen Elektrizitätsfirmen (AEG und S & H) gemeinsam gegründet, aus der Taufe gehoben wurde, stand das damalige Reichspostministerium Pate.

An dem Werdegang des Unternehmens hat die Deutsche Reichspost und heutige Bundespost starken Anteil genommen. Es waren fruchtbare Jahre enger Zusammenarbeit inmitten einer sich sprunghaft entwickelnden Technik. In einem Jahrzehnt gelangte Telefunken zu Größe und Bedeutung und begründete seinen Weltruf, der bis heute geblieben ist.

Weltbekannte Namen und Orte, wie „Küstenfunkstelle Norddeich“, „Großstation Nauen“, „Königs Wusterhausen“, legten für das technische Können wie auch für den Unternehmerschwung Telefunktens Zeugnis ab.

Wie in den Anfangsjahren der Funkentelegraphie entwickelte sich dann auf den Gebieten des Rundfunks und später des Fernsehens, die damals unter der technischen Führung der Deutschen Reichspost standen, zwischen dem Unternehmen und der Deutschen Reichspost abermals eine Periode nutzbringender Zusammenarbeit. Ohne Überheblichkeit dürfen wir heute rückschauend sagen, daß damals die deutsche Funktechnik in der Übertragung auf nächste wie auf weiteste Entfernungen Spitzenleistungen zeigte.

Der Zusammenbruch, den wir vor nunmehr acht Jahren erleben mußten, zerstörte auch für Telefunken die Grundlagen und zerriß die Zusammenhänge. Sehr bald jedoch ging man bei Telefunken entschlossen ans Werk. In mühevoller und harter Arbeit wurde die technische Entwicklung an den zuvor erreichten Stand angeknüpft.

Wir wissen heute, daß Telefunken wieder auf allen neuzeitlichen Gebieten der drahtlosen Nachrichtentechnik — seien es Weitverkehr oder Funkbrücken und Richtfunkstrecken oder Rundfunk und Fernsehen — erfolgreich tätig ist. Als jüngsten großen Erfolg darf das Unternehmen den gelungenen Aufbau der drahtlosen Fernsehübertragungsstrecke Hamburg-Köln für sich verbuchen, die für die Verbreitung des Fernsehens wichtigste Dienste leisten wird.

So sehen wir am Tage der 50jährigen Wiederkehr der Gründung der Telefunken-Gesellschaft, daß das Unternehmen wie früher wieder in der Spitzengruppe der Welttechnik marschiert. Daß dieser hohe Stand beibehalten und weiter ausgebaut werden möge und daß die Ingenieure und die Arbeiter des Unternehmens in der Zukunft recht viele und dankbare Aufgaben finden mögen, dieses ist heute mein besonderer Wunsch, den ich gleichzeitig im Namen der Deutschen Bundespost ausspreche.

Dr.-Ing. E. h. H. Schubert

DER BUNDESMINISTER DES INNERN

Mehr als 30 Jahre sind verflossen, seitdem die deutsche Polizei die drahtlose Nachrichtentechnik in ihre Dienste gestellt hat. Für die ersten Funkverbindungen der Polizei wurden noch Geräte aus dem ersten Weltkrieg verwendet, jedoch ergab sich bald die Notwendigkeit, die Entwicklungs- und Fertigungsstellen der deutschen Industrie für den Bau von Funkgerät in Anspruch zu nehmen, das den besonderen Erfordernissen der Polizei gerecht wurde.

In zielbewußter und verständnisvoller Zusammenarbeit zwischen den Behörden und der Industrie entstand in wenigen Jahren ein Polizei-Funknetz, das über das ganze Reich gespannt war. Das deutsche Polizei-Funkwesen wurde in Organisation und Technik vorbildlich für andere Länder. Überall war man bemüht, moderne Fernmeldemittel für die vielfältigen polizeilichen Aufgaben, besonders zur Bekämpfung des Verbrechertums, einzusetzen. Erwähnt zu werden verdient, daß auch der Ausbau des internationalen Kriminalfunknetzes wesentlich auf deutsche organisatorische und technische Vorschläge und Arbeiten zurückzuführen ist.

In den Jahren nach dem zweiten Weltkriege konnten weitere erstaunliche Fortschritte der Technik in den Fernmeldedienst der Polizei und anderer Sicherheitsbehörden übernommen werden. Während schnell und exakt arbeitende feste und bewegliche Funkverbindungen die Führung der Bereitschaftspolizei der Länder und des Bundesgrenzschutzes auch im großen Rahmen sichern, fahren Tag und Nacht Funkstreifen der Polizei durch Stadt und Land und sind in Sekundenschnelle auf Ultrakurzwellen telefonisch mit ihren Zentralen verbunden, um am Ort eines Unfalls, einer Gefahr oder eines Verbrechens eingesetzt zu werden. Durch Ultrakurzwellen-Funk werden in gleicher Weise Seefahrzeuge des Bundesgrenzschutzes und der Wasserschutzpolizei in den Küstengewässern und auf den großen Flüssen geführt. Auch für die Aufgaben der Feuerwehren in den großen Städten und auf dem Lande und für den Einsatz von Kräften bei Katastrophen ist heute der Ultrakurzwellen-Sprechfunk ein technisches Hilfsmittel größter Bedeutung geworden.

Schließlich soll ein verwandter Zweig der Funktechnik, die Elektroakustik, in ihrer Bedeutung für die Sicherheitsbehörden nicht vergessen werden. Lautsprecher- und Verstärker-Anlagen geben heute der Polizei ein gutes Mittel in die Hand, überall dort auf Menschenansammlungen einzuwirken, wo die natürliche Stimme nicht mehr ausreicht.

Von 50 Jahren seines Bestehens hat Telefunken mehr als 30 Jahre mit der Polizei aller Dienstzweige einen gemeinsamen Weg durchlaufen. Bei Telefunken sind während dieser langen Zeit auf allen Gebieten der drahtlosen Technik viele Geräte entstanden, die der Polizei wertvollste Hilfe geleistet haben.

Mit meinem herzlichen Dank für die gute Zusammenarbeit in der Vergangenheit und meinen besten Glückwünschen zu ihrem 50jährigen Jubiläum möchte ich der Hoffnung Ausdruck geben, daß Telefunken auch weiterhin die in vielen Jahren erarbeitete Spitzenleistung behaupten und die bisherigen Erfolge im In- und Ausland weiter ausbauen möge.

Dr. Dr. h. c. R. Lehr

DER BUNDESMINISTER FÜR WIRTSCHAFT

Die Berliner Jubiläumsfeier ist mir willkommener Anlaß, derTelefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie meine herzlichsten Glückwünsche zu ihrem 50jährigen Bestehen zu übermitteln.

Ein halbes Jahrhundert Werden und Entwicklung der Firma Telefunken kennzeichnet zugleich das Wachsen der Funktechnik ganz allgemein in dieser Zeitspanne. Die Arbeiten dieser Firma waren auf verschiedenen Gebieten der Funktechnik bahnbrechend und haben zum Teil völlig neue Felder der Technik erschlossen. In ihren Produktionsgebieten ist die Telefunken-Gesellschaft in der Welt führend gewesen und hat in hervorragender Weise dazu beigetragen, den guten Ruf deutscher funktchnischer Erzeugnisse in der Welt zu begründen und zu erhalten.

Aus dem Nichts hat die alte Berliner Firma nach dem Zusammenbruch in unermüdlicher Arbeit sofort mit dem Wiederaufbau begonnen. Sie kann heute mit Stolz darauf hinweisen, daß sie bereits wieder über 8000 Beschäftigte zählt, wovon die Hälfte in Berlin tätig ist.

An ihrem Jubiläumstage wünsche ich der Telefunken-Gesellschaft eine weitere gedeihliche Entwicklung. Möge sie auch in den kommenden Jahrzehnten erfolgreich tätig sein im Interesse der deutschen Wirtschaft und zum Wohle ihres Stammsitzes Berlin.

Prof. Dr. Ludwig Erhard

DER BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR

Die Technik der drahtlosen Nachrichtenübertragung hat dem gesamten Verkehrswesen neue Möglichkeiten erschlossen. Zwei Verkehrsgebiete haben sogar entscheidenden Auftrieb von ihr erhalten: die Schifffahrt und der Luftverkehr. Ohne die elektromagnetischen Wellen wäre ein weltweiter, geregelter Luftverkehr undenkbar und die Schifffahrt in ihrer heutigen hochentwickelten Form unmöglich.

Als zum ersten Male die Zeichen SOS in den Äther gefunkt wurden, war etwas Außerordentliches geschehen: Zum ersten Male in der Geschichte der Seefahrt konnten in Seenot geratene Menschen aus der verlassenem Weite des Weltmeeres über Hunderte von Seemeilen hinweg um Hilfe rufen und Hilfe erwarten. Unzählige Menschenleben hat dieser drahtlose Ruf seitdem gerettet und wird sie auch in Zukunft retten. Aber nicht nur in Augenblicken der Not, sondern auch unter normalen Verhältnissen ist die drahtlose Verbindung der Schiffe untereinander und mit ortsfesten Stationen von unschätzbarem Wert.

Für das neuzeitliche Verkehrsflugzeug ist die Funkausrüstung von nicht geringerer Bedeutung als ein zuverlässiges Triebwerk. Ohne Sende-, Empfangs- und Funkpeilgeräte wäre ein vom Wetter unabhängiger, planmäßiger Luftverkehr niemals möglich geworden. Die Luftfahrt verdankt dem Funkwesen den Übergang von der Schönewetterfliegerei zu einem planmäßigen, wirtschaftlichen Flugbetrieb.

Schon zur Zeit der ersten Zeppelinluftschiffe (1907) wurde durch den Telefunkenkompaß, dem Vorläufer der heutigen Drehfunkfeuer, eine zuverlässige Navigationshilfe geschaffen. Und wenn heute ein Luftpassagier hoch über den Wolken das unbedingte Gefühl der Sicherheit verspürt, so sollte er wissen, daß er diese Sicherheit zu einem sehr erheblichen Teil den Leistungen der Hochfrequenzingenieure zu verdanken hat. Sie haben es ermöglicht, daß der Flugzeugkapitän jederzeit mit erstaunlicher Genauigkeit über die Position seiner Maschine unterrichtet ist und ohne Unterbrechung mit Erdstationen im Nachrichtenaustausch steht.

Aus den zahlreichen Anwendungsgebieten der Funktechnik im Verkehrswesen habe ich nur diese beiden herausgehoben, weil sie am deutlichsten zeigen, wie eine zunächst auf ganz anderen Gebieten einsetzende Entwicklung eine andere Technik, hier die des Verkehrswesens, ganz entscheidend beeinflussen kann.

Telefunken hat an der Entwicklung der drahtlosen Hochfrequenztechnik im Dienste des Verkehrswesens stets einen maßgeblichen Anteil gehabt, und ich freue mich, die Firma Telefunken, ihre leitenden Männer und alle ihre Mitarbeiter zu den Leistungen der verflossenen 50 Jahre beglückwünschen zu können. Möge die Zukunft weitere glückliche Erfolge hinzufügen.

Dr.-Ing. Hans-Christoph Seehoß

DIE DEUTSCHE BUNDESBAHN

Für das Verkehrswesen ist eine schnelle und zuverlässige Nachrichten- und Signalübermittlung unerläßliche Voraussetzung. Als die ersten Schienenstrecken in Deutschland gebaut wurden, war die Telegraphie über Draht das einzige hinreichend schnelle Nachrichtenmittel und blieb es bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts.

Sobald die drahtlose Nachrichtentechnik die bei der Eisenbahn vorliegenden besonderen Betriebsbedingungen ausreichend erfüllen konnte, hat sich die Deutsche Eisenbahn-Verwaltung dieser neuen Technik bedient. Telefunken hat dabei besonders auf dem Gebiete des Rangierfunkwesens früh grundlegende Entwicklungsarbeiten geleistet.

Mit der Einführung ultrakurzer Wellen, leichter tragbarer Geräte und der Richtfunkverbindungen sind der Anwendung der Hochfrequenztechnik bei der Deutschen Bundesbahn neue Möglichkeiten erschlossen, deren Umfang heute noch nicht voll zu übersehen ist. Telefunken wird auch in dieser neuesten Phase der Entwicklung Geräte und Verfahren zur Verfügung stellen und für die Rationalisierung des Eisenbahnbetriebes wertvolle Hilfe leisten können.

Die Erfahrungen eines halben Jahrhunderts werden Telefunken auch in der Zukunft die Voraussetzungen geben, den Anforderungen der Bundesbahn gerecht zu werden.

Ich beglückwünsche die Firma Telefunken zu ihrem 50jährigen Bestehen und hoffe, daß in gemeinsamer Arbeit mit der Deutschen Bundesbahn auch in den kommenden Jahren die technischen Fortschritte erzielt werden, die nicht nur dem Verkehr innerhalb Deutschlands zugute kommen, sondern auch den allgemeinen technischen Fortschritt zu fördern vermögen.

Prof. Dr.-Ing. E. Frohne

DER DEUTSCHE RUNDFUNK

Die in der Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten der Bundesrepublik zusammengeschlossenen Gesellschaften: Bayerischer Rundfunk, Hessischer Rundfunk, Nordwestdeutscher Rundfunk, Radio Bremen, Süddeutscher Rundfunk, Südwestfunk, sowie das Rundfunktechnische Institut, Nürnberg haben mir den Auftrag gegeben, den Glückwunsch des deutschen Rundfunks zum fünfzigjährigen Jubiläum Telefunks auszusprechen.

Der Name Ihrer Firma ist fest verbunden mit jedem Schritt des Rundfunks seit seinem Bestehen. Während der ersten zwanzig Jahre der Geschichte Telefunks galt Ihre Arbeit vorzugsweise der Entwicklung der telegraphischen Nachrichtenübermittlung durch Funk mit inländischen und ausländischen Stationen, mit Schiffen und Flugzeugen. Aber schon 1907 wurden mit der ersten Telephonieübertragung zwischen Nauen und Rheinsberg die technischen Voraussetzungen für den späteren Rundfunk vorbereitet. Während der letzten dreißig Jahre hat dann der Rundfunk im Rahmen Ihrer Arbeit einen breiten Platz eingenommen und ist der populärste Zweig des gesamten Funkwesens geworden. Mit ihm dringt die Funktechnik in jedes Heim ein; auch jeder Nicht-Techniker hat durch ihn eine Beziehung zur Funktechnik erhalten. Das technische Problem ist dabei in der Bewertung durch die Öffentlichkeit gegenüber der übergeordneten kulturellen Bedeutung in den Hintergrund getreten.

Die wichtigsten Abschnitte der Empfänger- und Senderentwicklung wurden von Anfang an durch Lieferungen der Firma Telefunken eingeleitet: Der erste 5-kW-Mittelwellen-Rundfunksender am Funkturm in Berlin, der erste 30-kW-Longwellen-Rundfunksender und später der erste 10-kW-Kurzwellen-Rundfunksender, beide in Königs Wusterhausen bei Berlin, und der erste 100-kW-Mittelwellen-Groß-Rundfunksender in Mühlacker bei Stuttgart; nach dem Kriege der erste 100-kW-Mittelwellen- und Longwellen-Senderneubau, der erste 20-kW-Kurzwellen-Rundfunksender, der erste 10-kW-UKW-Rundfunksender in Europa, der erste 1-kW- und 10-kW-Fernsehsender. Diesen Erstlingen folgte jeweils eine stattliche Zahl weiterer Sender.

Ebenso ist es auf dem Gebiet der Rundfunk-Empfänger gewesen. Die Typen der ersten Rundfunkzeit, der „D-Zug“, zusammengesetzt aus einzelnen Baukästen, und die „Arcolette“ sind noch heute jedem Funktechniker ein Begriff.

In der Nachkriegszeit hatte der Rundfunk auf der Sender- und auf der Empfängerseite viel Zerstörtes wiederherzustellen. Viele der ehemaligen Rundfunksender sind durch die Kriegseinwirkungen vernichtet oder von einer der Besatzungsmächte demontiert worden. Selbst die Wellenunterlagen nach den Vereinbarungen des „Kopenhagener Wellenplanes“ einer Demontage. Die vielen durch die Kriegseinwirkungen zerstörten oder durch Besatzungsmächte beschlagnahmten neuzeitlichen Empfangsgeräte wurden ersetzt, auch an die Stelle der übriggebliebenen überalterten Empfänger sind inzwischen zum größten Teil neue getreten.

Seit einigen Monaten beginnt ein neuer Zweig des Rundfunks, das Fernsehen, sich kräftig zu regen und bietet der Öffentlichkeit eine neue Art der Unterhaltung, Belehrung und Information. Möge Telefunken auch bei dieser zukünftigen Entwicklung seine 50jährige Tradition fortsetzen. Der deutsche Rundfunk gratuliert zum Jubiläum, er dankt für die bisherige Arbeit und wünscht für die zukünftige Arbeit das Beste.

Prof. Dr.-Ing. Werner Nestel,
Technischer Direktor des Nordwestdeutschen Rundfunks, Hamburg

DEUTSCHE BUNDEKASSE

Die Deutsche Bundeskasse ist ein öffentlich-rechtliches Unternehmen, das die Aufgaben der Verwaltung der Bundesmittel wahrnimmt. Sie ist als Bundesanstalt des öffentlichen Rechts eingerichtet und untersteht der Aufsicht des Bundespräsidenten.

Die Bundeskasse ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung.

Die Bundeskasse ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung.

Die Bundeskasse ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung.

Die Bundeskasse ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung.

Die Bundeskasse ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung. Sie ist für die Verwaltung der Bundesmittel zuständig und führt die Einnahmen und Ausgaben der Bundesregierung.



Dr.-Ing. H. Heyne. Vorsitzender des Vorstandes der Telefunken GmbH.

Geleitwort

50 Jahre Telefunken-Geschichte sind gleichzeitig 50 Jahre Geschichte der deutschen drahtlosen Nachrichtentechnik und eine entscheidende Zeitspanne der Hochfrequenztechnik der Welt überhaupt.

Ein solcher Zeitraum von 50 Jahren bildet im Leben einer Firma einen Abschnitt, bei dessen Vollendung die Beteiligten nicht nur dazu berechtigt, sondern auch verpflichtet sind, Rechenschaft über den Ablauf des Firmengeschehens zu geben, den erreichten Stand kritisch zu beurteilen und die Aufgaben und Ziele für die Zukunft zu betrachten. Die vorliegende Festschrift soll diesem Zwecke dienen. Sie ist gleichzeitig die 100. Ausgabe der „Telefunken-Zeitung“.

Der Schreiber dieser Zeilen möchte sich unter Hinweis darauf, daß er erst vor nicht allzu langer Zeit die Leitung der Fa. Telefunken übernahm, versagen, eingehendere Ausführungen über die Geschichte der Firma zu machen. Er ist der Auffassung, daß es hierzu Berufenere gibt, die auf eine längere Zugehörigkeit zur Firma und Verbundenheit mit deren Arbeitsgebieten zurückblicken dürfen. Die Beiträge dieser Männer in dieser Festschrift geben ein lebendiges Bild über die Breite der von der Telefunken-Gesellschaft bearbeiteten Aufgaben. Die diesen Berichten vorangesetzte Chronik gibt Aufschluß über die markantesten Daten der Entwicklung.

Mit der Gründung der Gesellschaft im Jahre 1903 erhielt die damals noch im Experimentierstadium lebende deutsche drahtlose Nachrichtentechnik eine gute Basis. In der neuen Gesellschaft wurden die Interessen von Siemens (Prof. Braun) auf diesem Gebiet und diejenigen der AEG (Prof. Slaby) vereinigt. Im Rahmen des jungen Unternehmens entwickelte sich die deutsche drahtlose Nachrichtentechnik in schnell aufsteigender Linie. Zuerst waren es Funken- und Maschinensender sowie Fritter und Kontaktdetektoren, die der neuen Technik ihr Gepräge gaben. Bald revolutionierte die Elektronen-Röhre die Technik von Grund auf. Bereits zur Zeit des ersten Weltkrieges war ein Stand erreicht, der eine sehr beachtliche Fabrikation zur Folge hatte.

Das Ende des ersten Weltkrieges führte zu einem erheblichen Einbruch in der wirtschaftlichen Entwicklung Telefunksens. Erst der bald aufkommende Hörrundfunk leitete eine neue entscheidende Wirtschaftsepoche in der Hochfrequenztechnik ein.

Außer in die Nachrichtentechnik im allgemeinen und den Hörrundfunk im besonderen drang die Hochfrequenz noch in viele andere Gebiete der Technik und des Verkehrs ein. Navigation, Funkmeßtechnik, Fernmessung und Fernsteuerung sind die markantesten dieser Techniken. Neben dem Hörrundfunk entwickelte sich später der Fernsehfunk. Auf allen diesen Gebieten leisteten Telefunken-Ingenieure und -Wissenschaftler Pionierarbeit und trugen Entscheidendes zum Fortschritt der Technik bei.

Viele Leistungen auf dem Arbeitsgebiet Telefunksens sind in der Zwischenzeit Allgemeingut der Menschheit geworden. Das Zusammenleben der Menschen und das Leben jedes einzelnen wird durch diese Leistungen in ständig steigendem Maße beeinflußt.

Der Wiederaufbau der Arbeitsstätten nach dem zweiten Weltkrieg stellte Telefunken vor eine besonders schwierige Aufgabe. Alle Produktionsstätten und Produktionsmittel waren bis auf einen kaum nennenswerten Bruchteil verloren. Viele wertvolle Fachkräfte waren über die ganze Welt verstreut. Es kostete ungeheure Anstrengungen, wieder Fuß zu fassen und nach diesen schweren Verlusten die Firma am Leben zu erhalten. Durch den zähen Aufbauwillen der Telefunken-Mannschaft entstand aber sehr bald ein neues Unternehmen, das wieder technische Leistungen vollbrachte, die des Namens Telefunken würdig waren.

Die Leistungen des Telefunken-Unternehmens liegen aber nicht nur auf technischem und technisch-wissenschaftlichem Gebiet. Die Entwicklung der drahtlosen Nachrichtentechnik und insbesondere des Weltweitverkehrs zu seiner heutigen Höhe setzte neben den technischen Erfolgen ein ausgezeichnetes Zusammenspiel aller Interessenten der ganzen Welt voraus. Durch wichtige Vereinbarungen und Zusammenschlüsse zwischen den verschiedenen Firmen und Ländern der Erde mußte erst die Basis, auf der sich der heute weltumfassende Nachrichten- und Rundfunkverkehr entwickeln konnte, geschaffen und immer mehr und mehr ausgebaut werden.

Die Zusammenarbeit der führenden Weltfirmen auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik — ursprünglich aus dieser Notwendigkeit einer internationalen Abstimmung und Verkehrsdisziplin auf dem Gebiet des drahtlosen Nachrichtenwesens geboren — wuchs sich zu einer echten Freundschaft zwischen diesen Firmen aus. Durch wichtige Verträge zwischen diesen Partnern wurde eine Ordnung der Technik geschaffen, die sich segensreich auf die sehr stürmische technische Entwicklung in der ganzen Welt auswirkte.

Durch die beiden Weltkriege wurde dieses System der internationalen Zusammenarbeit leider jedesmal empfindlich gestört. Aber so, wie es nach dem ersten Weltkrieg gelang, die internationale Zusammenarbeit auf neuer Basis wieder aufzubauen, so konnte Telefunken auch nach dem zweiten Weltkrieg durch ein neues Vertragssystem dazu beitragen, das durch diesen unsinnigen Krieg zerstörte Vertrauen zu Deutschland in der Welt wieder aufzurichten und zu festigen.

Wenn wir von vielen Gebieten auf dem weiten Feld der Elektrotechnik heute sagen dürfen, daß sie sich bezüglich der technischen Entwicklungsmöglichkeiten mehr oder weniger stark asymptotisch der Sättigungsgrenze nähern, so können wir dies zweifelsohne von dem Gebiet der drahtlosen Nachrichtentechnik noch nicht sagen. Wohl scheint hier der eine oder andere Zweig sich der technischen Vollendung zu nähern; ein wesentlicher Teil dieser Technik ist aber noch im Jünglingsalter und noch voll in der Entwicklung begriffen. Wohl sicher werden Natur und Wissenschaft uns noch Mittel in die Hände geben, mit denen heute noch nicht erkennbare Aufgaben in der Zukunft gelöst werden können.

Wir haben den aufrichtigen und starken Wunsch, daß unsere Arbeit und der Fortschritt dieser Technik vor allem der friedlichen Entwicklung der Menschheit diene und dem Gemeinwohl gute Dienste leiste. Mögen uns trotz der Unruhe, in der zu leben unsere Generation gezwungen ist, die inneren und äußeren Voraussetzungen gegeben werden, daß das Wort eines der größten deutschen Industriepioniere des vorigen Jahrhunderts auch für die Arbeit Telefunksens Leitmotiv sein kann:

„Der Zweck der Arbeit soll das Gemeinwohl sein,
dann bringt Arbeit Segen, dann ist Arbeit Gebet.“

Die Belegschaft

Als im Jahre 1903 die Telefunken-Gesellschaft gegründet wurde, bestand die Belegschaft aus einer kleinen Anzahl von Entwicklungs-Ingenieuren, Technikern, Vertriebs- und Verwaltungskaufleuten, Facharbeitern und Hilfspersonal. In diesem kleinen Kreis kam schon nach wenigen Jahren eine gute Zusammenarbeit zwischen Vorstand und Belegschaft zustande.

Der Beginn des ersten Weltkrieges 1914 brachte erstmalig für Telefunken einen erheblichen Wandel mit sich. Wegen der Einberufung eines Teiles der Stammbeflegschaft zum Wehrdienst und der Ausführung größerer Aufträge für die Wehrmacht mußte zusätzlich neues Personal eingesetzt werden. Das Kriegsende verursachte dann durch die Beschäftigung von Kriegsbeschädigten und die Wiedereinstellung zahlreicher ehemaliger Telefunken-Angehöriger eine erneute Umwandlung der Telefunken-Belegschaft. Die auftauchenden Personalfragen konnten in Zusammenarbeit zwischen dem auf Grund des Betriebsrätegesetzes gebildeten Arbeiter- und Angestelltenrates und dem Vorstand für beide Teile zufriedenstellend geregelt werden. Die Inflationszeit und die Durchführung von Reparationsaufträgen brachte bis Ende 1923 vorübergehend eine weitere Zunahme der Belegschaft, wodurch die Betriebsvertretung vor größere Aufgaben gestellt wurde. Einrichtung von Kantinen, zusätzliche Verpflegung (Konsum-Verkaufsstellen) waren das äußere Zeichen für das Wirken der Betriebsvertretung.

In den Jahren 1924—1933 ging infolge der allgemeinen Wirtschaftskrise die Belegschaftszahl erheblich zurück, was nur dadurch etwas gemildert wurde, daß durch Einführung des Rundfunks und der von den Stammfirmen aufgenommenen Fabrikation von Rundfunkgeräten und Röhren freiwerdende Arbeitskräfte für dieses Gebiet übernommen werden konnten. Hier zeigte sich erstmalig, daß sich durch gute Zusammenarbeit zwischen Vorstand und Betriebsvertretung im Interesse der Firma und der Belegschaft die größten Härten vermeiden ließen. Das gute Einvernehmen zwischen Leitung und Belegschaft kam besonders im Jahre 1928 zum Ausdruck, als die Firma ihr 25jähriges Bestehen feierte und die Leistungen der Belegschaft u. a. durch Gründung einer Versorgungseinrichtung anerkannte.

In den dreißiger Jahren verursachte der Aufschwung des Rundfunks und anderer Anwendungsgebiete der Telefunken-Erzeugnisse durch Ausführung von Behördenaufträgen erneut eine umfangreiche Zunahme unseres



Das während des Krieges zerstörte frühere Verwaltungsgebäude Berlin, Hallesches Ufer



Das Telefunken-Werk Berlin-Zehlendorf



Das ehemalige Laboratoriumsgebäude Berlin, Tempelhofer Ufer. Zur Zeit ist in ihm nur die Lichtbildstelle von Telefunken untergebracht.

Personalbestandes. In dieser Zeit wurden auch die Grundlagen für die Einführung der „Freiwilligen sozialen Leistungen“ der Firma festgelegt.

Mit dem unglücklichen Ausgang des zweiten Weltkrieges schienen all die geleisteten Arbeiten für die Firma und ihre Mitarbeiter zerschlagen zu sein. Trotz 100%iger Demontage der Telefunkenbetriebe in Berlin, den Verlusten in den östlichen deutschen Gebieten und trotz umfangreicher Bombenschäden in Berlin und Westdeutschland ging die alte Telefunken-Belegschaft mit unverwütllichem Optimismus an den Wiederaufbau der Firma Telefunken. Die Belegschaften in Berlin und Westdeutschland haben mit ihren Betriebsräten, ganz besonders in der Zeit bis zur Währungsreform, unter den schwierigsten Umständen und unter Verzicht auf alle persönlichen Vorteile außerordentlich zum Wiederaufbau der Firma beigetragen. Der Abschluß einer Betriebsvereinbarung (1946) und der Ausbau der „Freiwilligen sozialen Leistungen“ sowie die Verbesserung der Versorgungseinrichtung für die Belegschaft waren die Anerkennung dieser Leistungen durch den Vorstand.

Der mit Einverständnis der Geschäftsleitung gebildete Interzonen-Ausschuß (Betriebsvertretung für die Berliner und westdeutschen Betriebe von Telefunken) bemüht sich, ganz besonders in Zeiten allgemeiner Wirtschaftskrisen in verständnisvoller Zusammenarbeit mit der Geschäftsleitung die Interessen der Belegschaft zu vertreten. Das neue Betriebsverfassungsgesetz gibt ihr eine neue Grundlage für diese Aufgabe.

Im Namen der Belegschaft wünschen und hoffen wir, daß unsere Firma Telefunken, nachdem 50 wechselvolle, aber erfolgreiche Jahre vergangen sind, in gemeinsamer Zusammenarbeit noch viele weitere Jahre dem Gemeinwohl dienen kann und allen Mitarbeitern eine gesicherte Zukunft und auch unseren Pensionären einen ruhigen Lebensabend ermöglichen wird.

Der Vorsitzende der Betriebsräte von Telefunken

Karl Exner



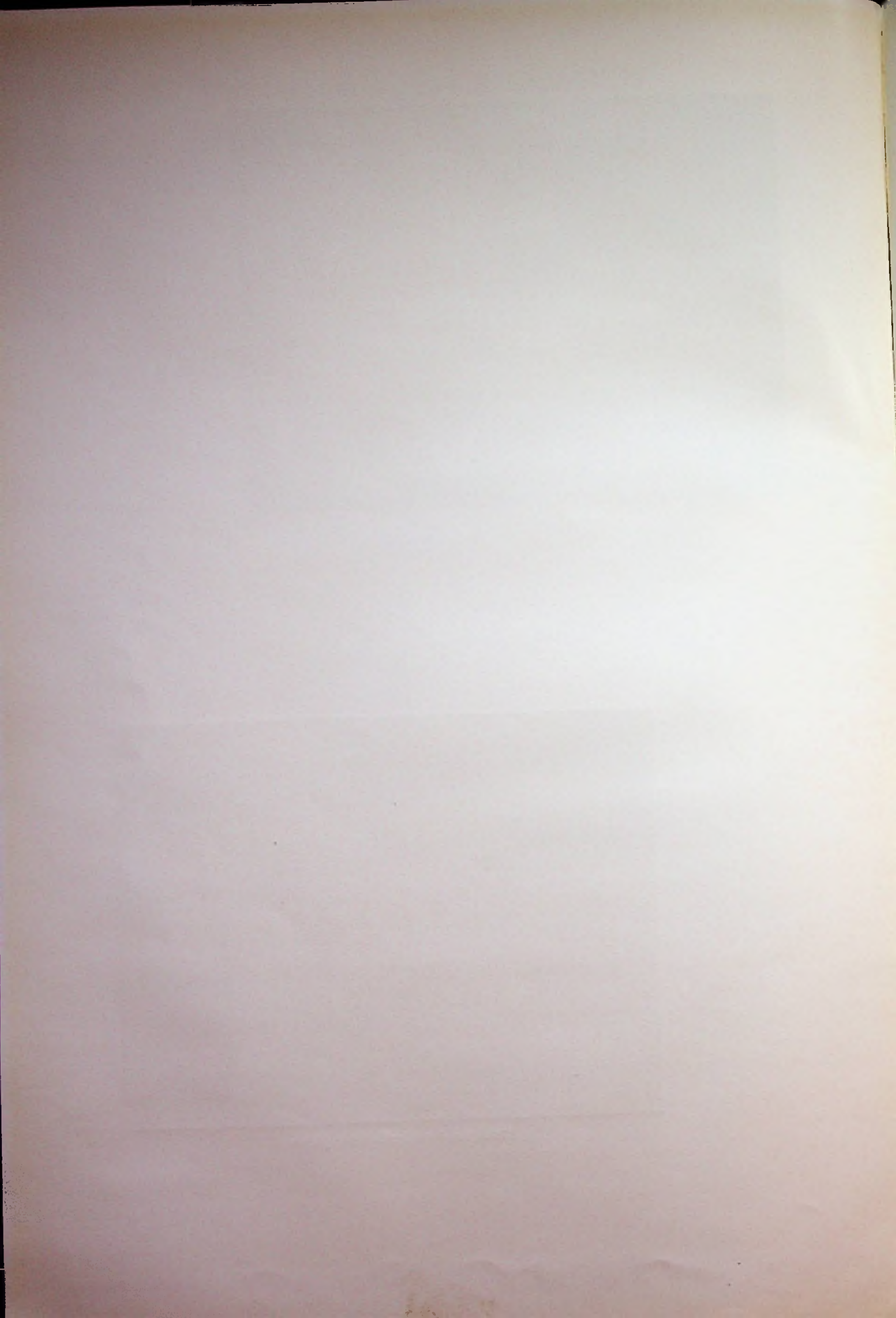
Das Röhrenwerk Ulm.



Das Werk Berlin Sickingenstraße



Telefunken-Haus Berlin Mehringdamm



Telefunken-Chronik

- 1897:** Die im Juni von Prof. *Slaby* unter Teilnahme des Grafen *Arco* zwischen der Technischen Hochschule Charlottenburg und der Chemischen Fabrik von *Beringer* am Salzufer über 0,5 km hergestellte funktelegraphische Verbindung bildete die Grundlage für das in Anlehnung an die AEG entwickelte System *Slaby-Arco*. Versuche zwischen Pfaueninsel, Sakrower Heilandskirche und Matrosenstation in Potsdam über 1,6 bzw. 3 km. Im Oktober betrug die Reichweite bereits 21 km (Ballone der Heeres-Luftschiffer-Abteilung als Antennenträger).
- 1898:** Professor *Braun* macht in Straßburg (Elsaß) Versuche mit Funktelegraphie. Anmeldung des Braunschens Patentbesitzes auf den geschlossenen Senderschwingungskreis.
- 1899:** Funkverbindung zwischen Cuxhaven und Feuerschiff „Elbe I“ (Professor *Braun*). Spulenwellenmesser. Graf *Arco* erzielt bei der Kaiserlichen Marine eine Reichweite von 48 km.
- 1900:** Erste fahrbare Heeres-Funkstellen. Gleichzeitige Aufnahme von zwei Funktelegrammen mit einer Antenne (*Slaby*).
- 1901:** Gründung der „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Professor *Braun*, S & H“ in Berlin. *Brauns* Empfänger und Schwungrad-Schaltung. Gegengewicht statt Erdung. Funkverbindung nach dem System *Slaby-Arco* zwischen Cuxhaven und dem Schiff „Deutschland“ über 150 km.
- 1902:** Erster Drehkondensator. Elektrolytische Zelle von *Schloemilch*.
- 1903:** Gründung der „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., System Telefunken“ in Berlin (1923 umbenannt in „Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H.“) durch AEG und S & H: Zusammenlegung ihrer funktelegraphischen Interessen; Vereinigung der Systeme *Slaby-Arco* (AEG) und Prof. *Braun* (S & H).
- 1904:** Einführung der losen Empfängerkopplung und des Zwischenkreis-Empfängers, fahrbare Telefunken-Feldstationen im Herero-Feldzug und Kriegsschiff-Stationen im russisch-japanischen Krieg, Telefunken-Sender mit Reichweite bis 200 km.
- 1905:** Reichspost bestellt Küstenfunkstelle Norddeich. Eigene Küstenfunkstelle Montevideo. Übergang vom Schreib- zum Hörempfang. Reichweite von Telefunken-Sendern bereits 1500 km.
- 1906:** Kristalldetektor nach Prof. *Braun*. Baubeginn der Telefunken-Versuchsstation Nauen. Telephonieversuche mit eigenen Lichtbogensendern (Entfernung 40 km). Löschfunkensender nach Prof. *Wien*.
- 1907:** Baubeginn des deutschen Küstenfunknetzes.
- 1908:** Übernahme des Funkbetriebes auf deutschen Fahrgastdampfern durch Telefunken.
- 1911:** Gründung der „Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. (DEBEG)“ in Berlin. Für den deutschen Seefunkverkehr, Verstärkung des Löschfunkensenders Nauen auf 80 bis 100 kW Antennenleistung, gleichzeitig Errichtung einer Schirmantenne an 200 m hohem Turm. Telefunken-Stationen in Amerika, Niederländisch-Indien, Nordafrika. Bau der ersten Luftschiffstation durch Telefunken auf Z. II. — Erfindung des Hochfrequenzverstärkers (v. *Bronck*).
- 1912:** Unmittelbare Verbindung über den australischen Kontinent (4000 km) mit Telefunken-Geräten. Telefunken-Funkstellen auf Flugzeugen. Vorführung der ersten Telefunken-Hochfrequenzmaschine in London.
- 1913:** Entwicklung von Hochvakuumröhren bei Telefunken. Beginn der Erfindung der Rückkopplung (*Meißner*), die zur Erzeugung kontinuierlicher Schwingungen (Rückkopplungs-Empfänger und Röhrensender) führte. Erste Funkverbindung zwischen Nordamerika (*Sayville*) (Löschfunkensender) und Deutschland (*Nauen*) (11-kW-Hochfrequenzmaschinensender) über 6000 km mit Empfangsverstärkung durch *Lieben*-Röhren. Funktelephonieübertragung über 600 km mit diesem Maschinensender. Baubeginn der beiden großen Stationen mit je 100-kW-Leistung in Togo und Deutsch-Südwestafrika sowie von vier Großfunkstellen in den deutschen Südseekolonien. Bau einer 100-kW-Station in Funabashi (Japan). Inbetriebnahme der südamerikanischen transkontinentalen Funkverbindung Para—Lima—Callao (3300 km).
- 1914:** Telefunken-200-kW Hochfrequenzmaschinensender in Nauen. Einführung der Hochvakuumröhre.
- 1915:** Vorführung der ersten Röhrensender für Funktelephonie (Telefunken). Serienbau von Telefunken-Stationen für die Mittelmächte. Telefunken-100-kW-Hochfrequenz-Maschinensender in *Sayville* und erste 500-kVA-Hochfrequenzmaschinen in Nauen.
- 1916:** Heeres-Groß-Stationen von Königs Wusterhausen, Pola und Deutsch-Altenburg (Österreich) und Osmanié (Türkei). Erster Peilempfänger. Gerät zum selbsttätigen Notrufempfang für Schiffe (Autoalarmgerät).

- 1917:** Aufnahme tonloser Telegraphie mit rückgekoppeltem Empfänger.
- 1918:** Rahmenempfangsanlage mit Hochfrequenzverstärkung in Gletow. Empfang von Nauen in Neuseeland über 18000 km. Fertigung von Senderöhren mit 10 und 500 Watt Ausgangsleistung. Gründung der „Drahtlosen Übersee-Verkehrs AG“ (Transradio).
- 1919:** Hochfrequenztelegraphie und -telephonie längs Leitungen für den Post- und Elektrizitätswerks-Nachrichtenverkehr. Wassergekühlte Hochleistungs-Senderöhre (*Rukop*). Einführung von Schnelltelegraphie und Typendruckern im drahtlosen Überseeverkehr durch Telefunken.
- 1920:** 400-kW-Maschinensender in Nauen. Baubeginn der 400-kW-Groß-Station „Monte-Grande“ (Argentinien). Lieferung von 10-kW-Röhrensendern nach der Tschechoslowakei und Ungarn. Abschluß von Patent-Austauschverträgen mit Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd. und Société Française Radio-électrique.
- 1921:** Telefunken-400-kW-Maschinensender für Malabar (Java). Peilgeräte für die See- und Luftnavigation mit Drehrahmen. Patent-Austausch-Abkommen mit Radio Corporation of America.
- 1922:** Erster Schiffsröhrensender auf D. „Cap Polonio“. Presserundspruch aus Königs Wusterhausen.
- 1923:** Freigabe des deutschen Rundfunks. Erster deutscher Rundfunksender in Berlin. Reihenfertigung der ersten Rundfunkröhren und Rundfunkempfänger. Bau der Telefunken-Großfunkstelle in Kotwijk (Holland).
- 1924:** Beginn des regelmäßigen transozeanischen Kurzwellen-Verkehrs über Nauen-Gatow. Telefunken-Bildfunkversuche (System Prof. *Karolus*). Fernsehversuche von Prof. *Karolus* (Mitarbeiter von Telefunken) mit Nipkowscheiben und Kerrzellen (Helligkeitssteuerung). Reihenfertigung von wassergekühlten Röhren.
- 1925:** Umstellung von Königs Wusterhausen und Norddeich auf Röhrensender. Ausrüstung deutscher und ausländischer Flughäfen mit Funkanlagen. Neutrodyne-Empfänger. Telefunken-Rundfunksender mit Telephonieleistung bis 3 kW.
- 1926:** Funkbildübertragung nach Brasilien. Funksprechverkehr im Rangierdienst der Deutschen Reichsbahn mit Telefunken-Geräten. Telefunken-Funkfeuer an deutschen Küsten. Ultrakurzwellen zur Fernsehübertragung vorgeschlagen. Erfindung des Bremsgitters bei Telefunken. Netzgespeiste Rundfunkempfänger.
- 1927:** Telefunken-Großfunkstelle bei Rom (400 kW) und Madrid (150 kW). Versuchsweise Funksprechübertragung nach Argentinien, Brasilien und Mexiko. Tannenbaum-Richtantenne für Sender und Empfänger. Quarzsteuerung von Sendern, Bildfunkverkehr Berlin—Wien. Neuer Deutschlandsender in Zeesen, Rundfunkempfänger mit Schirmgitterröhre.
- 1928:** Jubiläum: 25 Jahre Telefunken. Einführung des Funk-Telephonie-Verkehrs zwischen Deutschland und Argentinien. Telefunken zeigt auf der Funkausstellung in Berlin zusammen mit Prof. *Karolus* eine vervollkommnete Fernseheinrichtung mit Spiegelradabtastung (Diapositiv und Spielfilmausschnitte). *Mechau*-Projektor für Fernsehfilm-Übertragung. Indirekt geheizte Empfängerröhren, Senderöhren mit Thoriumkathode.
- 1929:** Funksprechverkehr zwischen Deutschland und Siam bzw. Java. Erster Kurzwellen-Rundfunksender in Zeesen. UKW-Rundfunk-Übertragung. Bildfunk-Gegenverkehr Berlin—Buenos Aires. Öffentliche Vorführung der Übertragung von Personenbildern mittels Spiegelradabtasters (*Karolus*-Telefunken). Weltfahrt des Luftschiffes „Graf Zeppelin“ mit Telefunken-Sende-Empfangs- und Peilgeräten. Rundfunkempfänger mit eingebautem Lautsprecher.
- 1930:** Funksprechverkehr zwischen Deutschland und Brasilien bzw. Japan. 60-kW-Rundfunksender. Telefunken-Kurzwellensender für China. Bildfunkübertragung Nauen—Nanking. Erste Kurzwellenübertragung von Fernsehbildern zwischen Nauen und Gletow durch Telefunken. Vorführung des von Telefunken gebauten quartzesteuerten 2-kW-UKW-Senders (6 m) für Bild- und Tonübertragung. Vorschlag des Zeilensprungverfahrens in Verbindung mit *Braunscher* Röhre. Bau der Transradio-Großempfangsstelle Beelitz. Polizei-Kurzwellenfunknetz für Ungarn, UKW im Eisenbahnrangierdienst. Wassergekühlte Senderöhre mit 300 kW.
- 1931:** Großfunkempfangsstelle Berlin-Zehlendorf für den Europadienst der Deutschen Reichspost mit Telefunken-Richtantenne und Spezial-Empfängern. Beginn der Versuche mit Dezimeterwellen. Rundfunkempfänger mit Schwundausgleich und mit eingebautem Plattenspieler. Empfänger-Skalen mit festen Stationsnamen. Telefunken richtet eine eigene elektroakustische Abteilung (*Ela*) ein. Telefunken-Heimfernseh-Empfänger (Bild- und Tonwiedergabe) mit gasgefüllter *Braunscher* Röhre auf der Funkausstellung in Berlin.
- 1932:** Fernseh-Versuchsübertragungen der Deutschen Reichspost mit dem von Telefunken gelieferten UKW-Sender in Berlin (90 Bildzeilen). Telefunken-Großsender in Ungarn, China und Venezuela. Kurzwellenfunksprechanlage auf D. „Bremen“. Telefunken-Hochfrequenzkabel. Überlagerungsempfänger mit Einknopfbedienung. Erfindung der Hexode. Gründung der „Telefunken-Platte G. m. b. H.“ in Berlin.

1933: 100-kW-Groß-Rundfunksender Berlin und Wien. 50-kW-Kurzwellensender Nauen. Funktechnische Ausrüstung der Flugstützpunkte „Schwabenland“ und „Westfalen“ im Südatlantik durch Telefunken. Entwicklung von Zielfluggeräten und Blindlandanlagen. Rundfunkempfänger mit Kurzwellenteil. Telefunken-Fernsehempfänger FE 1 mit *Braunscher* Hochvakuumröhre. Übergang auf 180 Bildzeilen bei 25 Bildwechseln/sec. Größte Lautsprecheranlage der Welt auf dem Tempelhofer Feld in Berlin.

1934: Einführung der Anoden-B-Modulation mit hohem Wirkungsgrad. Regelmäßige Fernseh-Sendungen der DRP mit dem von Telefunken in Berlin-Witzleben errichteten 14-kW-UKW-Sender. Telefunken-Fernsehempfänger FE 3 für Fernseh-Stuben. Einführung des Autoalarmgerätes in der See-Schifffahrt. Erste Hexode-Triode-Kleinröhren mit Preßglasteller und Glaslotverbindung. Schirmgittersenderöhren und Sendepentoden. Erster Autosuper. Erste echofreie Großlautsprecheranlage mit Telefunken-Pilzlautsprechern. Dynamischer Lautsprecher mit Nawimembran.

1935: Großfunkstelle Rehmate für den deutschen Übersee-Pressedienst. Kurzwellen-Rundfunksender mit 40 kW Trägerleistung. Gleichwellenbetrieb deutscher Großrundfunksender mit Quarzsteuerung und niederfrequentem Phasenvergleich. Telefunken führt auf der Funkausstellung in Berlin lichtstarke und dank Anwendung des Zeilensprungverfahrens flimmerfreie Fernsehhempfangsbilder mit *Braunscher* Röhre und mit dem Großbildempfänger (Wabentafel) nach Prof. Karolus vor. Linsenkranzabtaster (*Mechau*, Telefunken) und Kathodenstrahl-Bildfängerröhre. Fernsehreportagen mit dem fahrbaren Telefunken-UKW-Sender. Rundfunk-Empfänger mit Bandbreitenregelung und Abstimmanzeige.

1936: Einseitenbandsender und -empfänger für den transozeanischen Überseefunksprechverkehr. Lieferung der ersten Richtverbindungsstrecke mit frequenzmodulierten Dezimeterwellen, Hartglasröhren für Olympia-Kurzwellensender mit 50 kW Trägerleistung. Elektroakustische Großanlage für die Olympischen Spiele in Berlin mit einer Gesamtsprechleistung von 11,5 kW. Telefunken-Fernsehempfänger FE 3 (35 cm Schirmdurchmesser, Induktivitätsabstimmung). Bewährung der Telefunken-Fernsehaufnahme-Kamera und eines Telefunken-Projektions-Fernsehempfängers mit *Braunscher* Röhre (Bildgröße 1 × 1,2 m) während der Wettkämpfe. Von Telefunken entwickelte Fernseh-Studio-Einrichtung (Bühnen-, Freilicht- und Filmabtastung) und Telefunken-Fernsehempfänger FE 5 (375 Bildzeilen und Zeilensprung) auf der Berliner Funkausstellung.

1937: Grundsteinlegung zum Telefunken-Werk in Berlin-Zehlendorf. Fahrbarer Rundfunksender für 60 kW. Großrundfunksender für Schweden und Bulgarien. 50-kW-Kurzwellensender in der Vatikanstadt. Belieferung zahlreicher Luftverkehrs-Gesellschaften in Europa und Übersee mit Telefunken-Boden- und Bordfunkstellen. Erste Rückstrahlgeräte für Dezimeterwellen zur Entfernungsmessung und räumlichen Peilung. Umstellung der Telefunken-Fernsehgeräte auf 441 Bildzeilen mit Zeilensprung. Telefunken zeigt die ersten Fernseh-Empfangsanlage für Gemeinschaftsempfang mehrerer Teilnehmer. Kathodenstrahlabtaster zur Sendung eines Redner-Großbildes. Gegensehanlage mit Linsenkranzabtastung. Telefunken-Fernsehaufnahme-Kamera mit Speicherbildfängerröhre. Repräsentative Telefunken-Schau auf der Pariser Weltausstellung (4 Grand Prix, 1 Ehren-diplom, 1 Goldmedaille für Telefunken, 2 weitere Grand Prix für die Telefunkenplatte).

1938: Auftrag der DRP auf zehn 100-kW-Rundfunksender mit Zentralbedienung. 50-kW-Kurzwellensender für Brasilien, Iran und Siam. Telefunken-Heimfernsehempfänger FE 6 (Standgerät für 441 Bildzeilen), dessen lichtstarkes Bild über einen eingebauten Spiegel von 40 × 50 cm betrachtet wurde. Telefunken-Mikrophone mit Kugelcharakteristik. Boden- und Flachlautsprecher. Elektroakustische Ruf- und Warnanlagen. Lautsprecherwagen. Rundfunkempfänger mit Drucktastenabstimmung.

1939: Neuer 500-kW-Deutschlandsender in Herzberg. 100-kW-Mittelwellen-Rundfunksender mit Richtstrahleinrichtung in Osterloog. 20-kW-Mittelwellensender für Afghanistan. Funksprechanlage für die Bodensee-Schifffahrt. Neuer Telefunken-UKW-Fernsehsender (441 Zeilen) in Berlin. Maßgebliche Mitarbeit von Telefunken an der Entwicklung des deutschen Einheits-Fernsehempfängers (FE 7), für den Telefunken die erste viereckige Bildröhre der Welt baute. Fernsehtheater mit Telefunken-Projektionsempfänger.

1939—1945 Große Kurzwellensender mit 200-kW-Oberstrichleistung. Metallkeramik-Röhren. Sperrröhren (Nulloden) zum Schutz von Empfängern, die mit einem Sender an derselben Antenne arbeiten. Peilrahmen mit Masse-Eisenkernen. Mehrkanal-Richtverbindungsstrecken im dm-Wellenbereich. Funkmeßgeräte zu Ortungszwecken. Entwicklung der Impulstechnik, der Ultrakurzwellen Drehfunkfeuer und Fernlenkanlagen. Lautsprecher-Kommandoanlagen im Gegensprech- und Wechselsprechbetrieb über Fernleitungen. Einrichtungen zur induktiven und kapazitiven Hochfrequenzerwärmung (Industriegeneratoren). Fernsehähnliche Verfahren zur Übertragung von Bildern mit 2000 Zeilen und einer Geschwindigkeit von 1000 Zeilen. Telefunken geht 1941 in den Alleinbesitz der AEG über.

1945: Bisherige Fabrikationsstätten zerstört, demontiert oder beschlagnahmt. Beginn des Wiederaufbaues in Berlin und in Westdeutschland. Telefunken beteiligt sich an den Vorarbeiten für einen Standard-Super der westdeutschen Funkindustrie. Die Berliner Betriebe beginnen wieder mit der Fertigung von Röhren und Sendern.

1946: Bau des neuen Deutschlandsenders Königs Wusterhausen mit 100-kW-Antennenleistung und eines 5-kW-Rundfunksenders. Errichtung der Rundfunk-Geräte-Fabrik in Hannover sowie Herstellung von Rundfunkempfängern in Berlin und Dachau. Röhrenfertigung wird zusätzlich in Ulm aufgenommen. Bau der Studioanlage für Radio Saarbrücken.

1947: Bau und Lieferung leistungsstarker Telefunken-Nachrichtensender für Pressedienste sowie von vier Rundfunksendern mit Leistungen bis zu 20 kW. Lieferung der ersten Telefunken-Tonfilmanlagen.

1948: Ausrüstung der Fahrzeuge der Berliner Polizei mit UKW-Funksprechanlagen. Lieferung von fünf Rundfunksendern bis zu 100 kW und von zwei 60-kW-Telegraphiesendern für Nachrichtendienste. Telefunken bringt die sockellosen Pico-Röhren auf den Markt. Einführung der Strahlergruppentechnik auf dem Gebiete der Elektroakustik.

1949: 100-kW-Telefunken-Rundfunksender für RIAS Berlin, 20-kW-Rundfunksender für RIAS Hof und 20-kW-Rundfunksender Etzorn. Auslieferung des ersten UKW-Rundfunksenders. Zusammenfassung der Telefunken-Rundfunk-Entwicklung in Hannover. Im Gerätewerk Hannover wird die Fließbandfertigung aufgenommen. Die Berliner Rundfunk-Empfänger-Fabrikation wird in das AEG-Gebäude Schwedenstraße verlegt. Rundfunkempfänger mit UKW-Teil. Serienmäßige Herstellung von Telefunken-Tonsäulen und Tonstrahlern. Erstellung einer UKW-Richtverbindungsstrecke für Programmübertragung bei RIAS Berlin.

1950: Lieferung von vier 10-kW-UKW-Rundfunksendern mit neuentwickelten luftgekühlten Hochleistungsrohren. Ausbau des deutschen UKW-Sendernetzes durch Lieferung von 12 UKW-Rundfunksendern bis zu 3 kW Leistung. 60-kW-Telegraphie-Nachrichtensender für Pressedienste. Lieferung und Inbetriebnahme eines Einseitenband-Kurzwellensenders mit 40 kW Spitzenleistung für die Deutsche Bundespost. Lieferung von UKW-Funksprechanlagen an Polizeibehörden, Bundeszoll und Grenzschutz sowie Feuerwehren vieler Städte des Bundesgebietes und an Elektrizitäts- und Industrierwerke. Tragbares Funksprechgerät „Teleport“. Lieferung von UKW-Sendern und -Empfängern für trägerfrequente Vielkanaltelephonie Berlin—Bundesrepublik. Lautsprecheranlagen für die Lateran-Basilika im Auftrag des Vatikans.

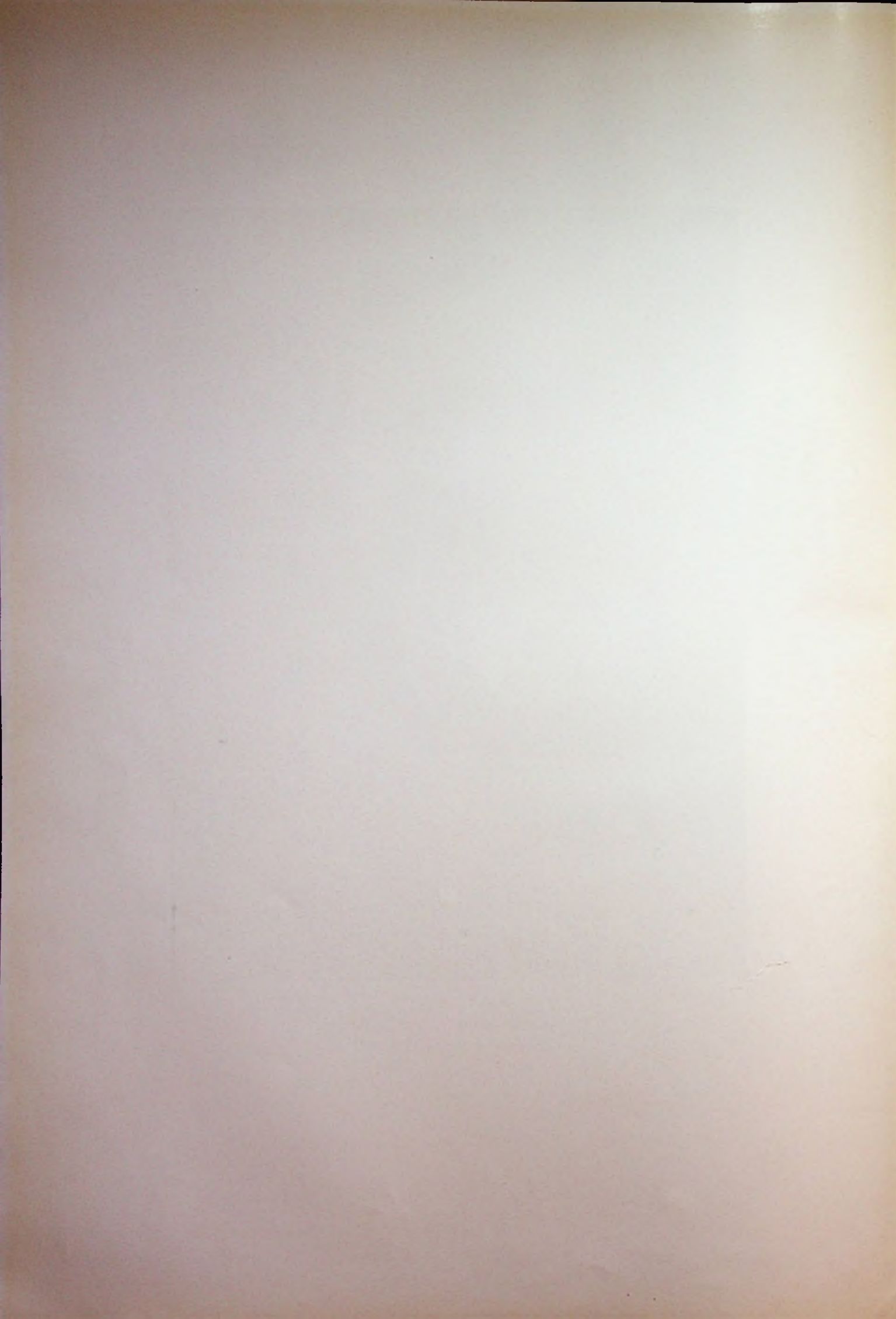
Erweiterung des Gerätewerkes Hannover durch Neubau einer großen Fabrikhalle mit modernsten Fließ- und Transportbändern. Telefunken gründet mit The Decca Record Co. Ltd., London, die Teldec-Schallplatten-Gesellschaft in Hamburg.

1951: Telefunken errichtet die ersten UKW-Rundfunksender in Schweden und Finnland. Bau der deutschen Decca-Kette für das Decca-Navigator-System mit 4 Sendestationen durch Telefunken. Baubeginn der ersten deutschen Fernseh-Richtverbindung von Hamburg nach Köln mit neun Relais-Stationen. Telefunken führt auf der Industrieausstellung in Berlin zum ersten Male nach dem Kriege wieder Fernsendeder und Fernsehempfänger sowie Fernseh-Bildröhren nach dem neusten Stand der Entwicklung vor. Brasilien und Belgien geben zwei Kurzwellenrundfunksender von 50 kW bzw. 20 kW in Auftrag. Einführung des „Autotelephons“ von Telefunken im 160-MHz-Band mit Wahlanruf der Fahrzeuge durch die Berliner Senatspost für den Publikumsverkehr. Entwicklung eines neuartigen Funksprechgerätes „Montavox“ für den Untertage-Bergbau. Weiterer Ausbau des deutschen UKW-Sendernetzes durch Lieferung von 15 Telefunken-UKW-Rundfunksendern, davon drei mit 10-kW-Leistung. Telefunken liefert als erste deutsche Firma Autosuper mit Drucktastenabstimmung. Schwerpunktbildung bei Telefunken in Berlin, Hannover und Ulm.

1952: UKW-Sprechfunk mit Telefunkengeräten über 120 km auf der Ostsee zwischen dem Fährschiff „Danmark“ und einer Landstation. Telefunken rüstet das neue Sendezentrum des Hessischen Rundfunks auf dem Hohen Meißner mit einem 20-kW-Mittelwellensender und einem 10-kW-UKW-Rundfunksender aus. Der erste 10-kW-Telefunken-Fernsendeder Langenberg geht mit der zugehörigen Dezimeter-Richtverbindungsstrecke in Betrieb, ebenso zwei 50-kW-Langwellensender und vier 20-kW-Kurzwellensender für den Überseeverkehr der Bundespost. Entwicklung neuer Großbildröhren und Fernsehempfänger. Lieferung eines 20-kW-Kurzwellensenders mit Antennenanlage für den NWDR in Osterloog. Ein 200-kW-Mittelwellen-Rundfunksender mit Parallelschaltung auf einen vorhandenen 100-kW-Sender. Großempfänger für transozeanischen UKW-Verkehr für Telegraphie und Einseitenbandtelephonie. Der Bayerische Rundfunk übernimmt einen 20-kW-Telefunken-Mittelwellensender. Lieferung von Lautsprecheranlagen für die XV. Olympischen Spiele in Helsinki.



Professor Dr. phil. Ferdinand Braun
Gestorben 20. April 1918



Die Zeit des Funkensenders

Von J. Zenneck

Wie ein „Märchen aus uralten Zeiten“ mutet heute der einfache Sender von *Marconi* (Bild 1) an. Diejenigen, die dafür nur ein Lächeln haben, dürfen aber wohl darauf hingewiesen werden, daß mit diesem Sender *Marconi* die Möglichkeit eines drahtlosen Nachrichtennittels unter Benutzung von elektromagnetischen Wellen gezeigt hat. Und diejenigen, die schon etwas von dem Gebiet verstehen und finden, daß der einfache *Marconi*-Sender von Bild 1 nichts anderes sei als eine Abart des schon vorher von *Hertz* benutzten Dipols, verkennen das Verdienst des Erfinders: *Hertz* hat zuerst elektromagnetische Wellen hergestellt, *Marconi* hat daraus ein technisches Nachrichtennittel entwickelt.

In unserem Lande haben sich an der Ausbildung der drahtlosen Telegraphie zwei Gruppen beteiligt: die *Braun-Siemens*- und die *Slaby-Arco*-Gruppe, die letztere in Verbindung mit der AEG. Nach anfänglichen Patent- und anderen Streitigkeiten kam es im Jahre 1903 am 27. Mai zu einer Fusion der beiden. Das Produkt dieser Verbindung war „Telefunken“.

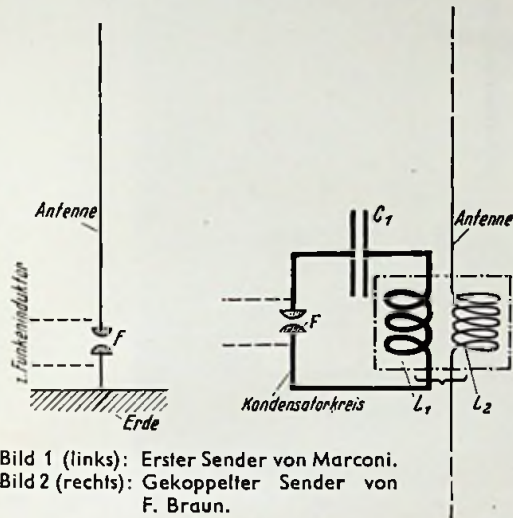


Bild 1 (links): Erster Sender von Marconi.
Bild 2 (rechts): Gekoppelter Sender von F. Braun.

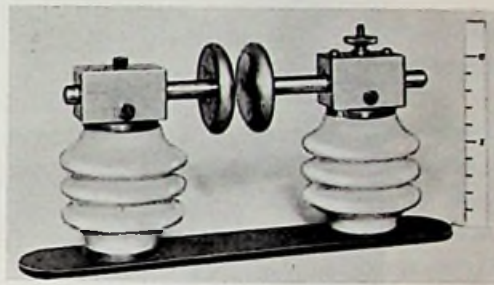


Bild 3: Knallfunkenstrecke.

Eingebracht wurde in diese Ehe von der *Braun-Siemens*-Seite der *Braunsche* gekoppelte Sender (Bild 2) nach DRP Nr. 111578 vom 14. Oktober 1898, bestehend aus 1. einem Primärsystem, einem Kondensatorkreis mit Funkenstrecke (Bild 3), aber ohne merkliche Strahlung, 2. einem Sekundärsystem, der Antenne, mit Strahlung, aber ohne Funkenstrecke. Im Primärsystem sollen die Schwingungen nach dem Vorgang von *Feddersen* erzeugt, sie sollen durch Induktion auf das Sekundärsystem, die Antenne, übertragen und von dieser als Wellen ausgestrahlt werden.

Sender

Was man von dieser Schaltung auf alle Fälle erwartete, war die Möglichkeit, Wellen größerer Energie herzustellen als mit dem einfachen Sender nach Bild 1. Die Energie, die man bei diesem Sender der Antenne z. B. durch Ladung mit einem Funkeninduktor zuführen konnte, war proportional der Antennenkapazität und dem Quadrat der wirksamen Spannung zwischen Antenne und Erde. Da die Kapazität der Antennen zumal im Anfang sehr gering war, mußte man mit der Spannung sehr hoch hinaufgehen, wenn man große Energie bekommen wollte. Das bedingte eine lange Funkenstrecke und damit, wie man annahm, eine starke Dämpfung der Schwingungen.

Beim gekoppelten Sender (Bild 2) konnte die Kapazität des Kondensatorkreises sehr groß gemacht werden. Dadurch war es möglich, schon bei mäßigen Spannungen und entsprechend geringen Isolationschwierigkeiten die zugeführte Energie beträchtlich zu steigern.

Was der Physiker am gekoppelten Sender schätzte, waren die verhältnismäßig klar definierten Verhältnisse. Beim einfachen *Marconi*-Sender war ihm nicht ganz wohl, weil man nicht sicher wußte, mit welchen Vorgängen man es zu tun hatte. Weit verbreitet war anfangs die Auffassung, daß Schwingungen sehr geringer Wellenlänge etwa wie beim *Righi*-Sender an der Funkenstrecke erzeugt werden, an der Antenne hochwandern und dabei in den Raum ausgestrahlt werden. Auf Grund dieser Auffassung sah man in dem *Braunschen* Sender ein Mittel, um im Gegensatz zum einfachen *Marconi*-Sender, bei dem man sehr kurze Wellen vermutete, mit viel längeren Wellen zu arbeiten.

Ein Vorteil, den man tatsächlich mit dem gekoppelten Sender erreichte und der unter den damaligen Verhältnissen viel wichtiger war, als man heute denkt, waren die viel geringeren Isolationschwierigkeiten. Beim gekoppelten Sender bekommt nur der Primärkreis, der leicht zu isolieren ist, statische Ladung z. B. durch

einen Funkeninduktor. Die Antenne erhält Hochfrequenzspannung, und zwar nur während der kurzen Zeit des Ablaufs einer Schwingung. Der Energieverlust bei mangelhafter Isolation ist also nur gering. Beim einfachen Sender führte damals die Isolation der Antenne, z. B. auf einem regen- oder seewassertriefenden Schiff, zu ganz großen Schwierigkeiten, die beim gekoppelten Sender beinahe wegfallen.

Daß der Braunsche Sender dem einfachen Marconi-Sender in jeder Beziehung überlegen war, wurde im Anschluß an die Versuche auf der Straßburger Universität (Bild 4) durch praktische Versuche an und auf der Nordsee im Sommer 1899 von M. Cantor, dem 1. Assistenten von Braun, im Herbst 1899 und im Jahre 1900 von mir außer Zweifel gestellt. Telefunken hat den Braunschen Sender in allen Arten von Stationen bis 1907 benutzt. Braun hat zusammen mit Marconi den Nobel-Preis erhalten.



Bild 4: Laboratorium der Universität Straßburg. Von links nach rechts: J. Zenneck, F. Braun und M. Cantor.

Nicht ganz gehalten hat der Braunsche Sender das, was man von ihm bezüglich der Resonanzschärfe bei der Wirkung auf den Resonanzkreis des Empfängers erwartete. Der Fehler lag nicht daran, daß der Sender nicht genügend leistete, sondern daran, daß man die Vorgänge in ihm nicht richtig auffaßte und sich deshalb zu viel von ihm versprach. Bei einem einfachen Sender ist es richtig, daß die Resonanzschärfe durch seine Dämpfung bestimmt ist. Beim Braunschen Sender handelt es sich aber um ein gekoppeltes System. Es ist nicht so, daß die Schwingungen des Primärkreises, wie es auf S. 153 dargestellt ist, nur auf das Sekundärsystem (die Antenne) übertragen werden, wie das beabsichtigt war, sondern die Antenne induziert auch auf den Primärkreis zurück. Die Folge sind zwei sogenannte Kopplungsschwingungen mit verschiedenen, aber in beiden Systemen gleichen Frequenzen, die auch dann, wenn die Eigenfrequenzen der beiden Systeme dieselben sind, in diesen entstehen. Ist die Kopplung verhältnismäßig lose, wie es beim Braunschen Sender stets der Fall war, so sind die Frequenzen der beiden Kopplungsschwingungen nicht sehr verschieden, und die Schwingung in beiden Systemen bekommt den Charakter einer Schwebung (Bild 5). Bei der Wirkung auf

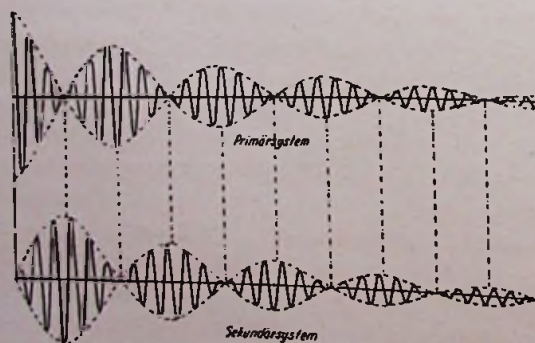


Bild 5: Verlauf der Schwingungen beim gekoppelten Sender.

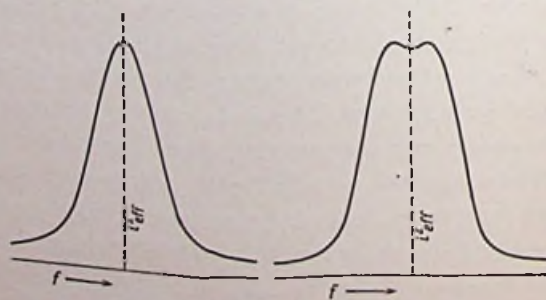


Bild 6 (links): Resonanzkurve eines einfachen Systems.
Bild 7 (rechts): Resonanzkurve zweier gekoppelter Kreise.

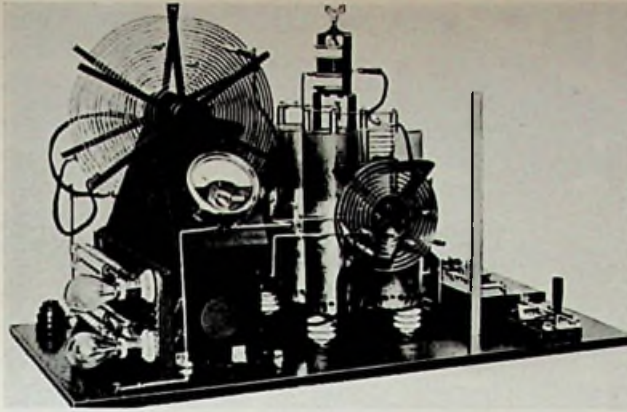
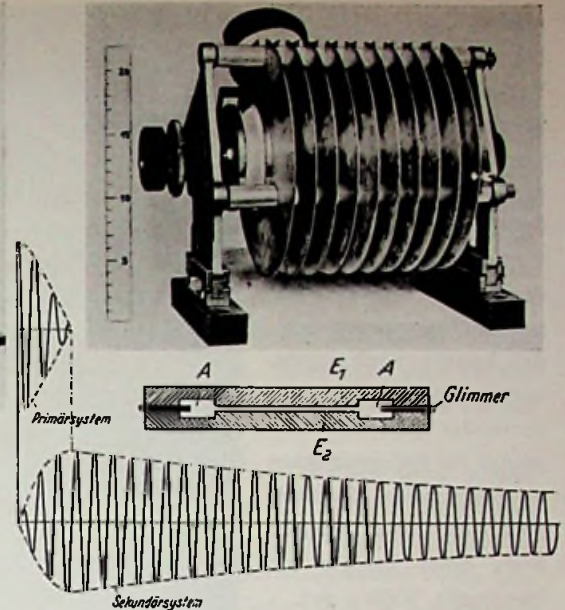


Bild 8 (rechts unten): Verlauf der Schwingungen beim Löschkunksender.

Bild 9 (links): Transportabler Löschkunksender.

Bild 10 (rechtsMitte): Querschnitt durch eine Löschkunksenstrecke.

Bild 11 (rechts oben): Löschkunksenstrecke.



einen Resonanzkreis hat die Resonanzkurve nicht wie bei einem einfachen System die Form von Bild 6, sondern die von Bild 7: die Resonanzschärfe ist also infolge des Vorhandenseins der beiden Kopplungsschwingungen geringer, als ihrer Dämpfung entspricht.

Diesen Mangel hat eine Anordnung beseitigt, über die Professor Max Wien in der Naturforscher-Versammlung 1906 in Stuttgart vorgetragen und die den Namen „Löschkunksen-Sender“ erhalten hat. Nach Bild 5 erreicht die Amplitude bei einem gekoppelten Sender im Primärsystem nach einem Viertel einer Schwebung ein Minimum, im Sekundärsystem ein Maximum. Bei einer gewöhnlichen Funkenstrecke, auf die sich Bild 5 bezieht, und die in einem *Braunschen* Sender tatsächlich gebraucht wurde, zündet der Strom im Primärkreis nach Überschreiten des Minimums wieder. Man kann aber durch Wahl einer geeigneten Funkenstrecke, einer „Löschkunksenstrecke“, erreichen — darin besteht eben die Erfindung von Wien —, daß sie nicht wieder einsetzt. Das Primärsystem wird dann durch das Löschen der Funkenstrecke ausgeschaltet und das Sekundärsystem schwingt mit der ihm eigenen Dämpfung weiter, ohne von dem Primärsystem beeinflusst zu werden (Bild 8). Die Schaltung eines solchen „Löschkunksensenders“ (Bild 9) ist also genau dieselbe wie bei einem *Braunschen* Sender, der ganze Unterschied liegt in der Funkenstrecke. Telefunken hat die Methode in vorzüglicher Weise durch Einführung einer Serien-Funkenstrecke (Bild 10) ausgebildet, deren einzelne kreisförmige Elemente im Schnitt die in Bild 11 erkennbare Form besitzen. Sie hat den Zweck, die Entionisierung möglichst zu unterstützen. Die Kühlrippen (kreisförmige Kupferplatten von größerem Durchmesser zwischen je zwei Elementen) verhindern, daß die Platten überhitzt werden und gegebenenfalls Elektronen emittieren. Der geringe Abstand zwischen den Platten bedingt eine große Feldstärke zwischen ihnen. Dadurch werden auf die Ionen erhebliche Kräfte ausgeübt, und infolge des kurzen Weges sind sie schnell an den Elektroden ausgeschieden. Der Wasserstoff, den man zwischen den Platten durchleitet, sorgt für möglichst große Ionenbeweglichkeit.

Der Wirkungsgrad des Löschkunksensenders ist viel höher als der des *Braunschen* Senders. Dazu kommt noch ein weiterer Vorteil, der auf einen Gedanken von R. A. Fessenden zurückgeht. Die *Wiensche* Löschkunksenanordnung gestattet die Verwendung sehr hoher Funkenzahlen, z. B. 500 in der Sekunde. Im Empfänger-telephon entsteht dann ein hoher Ton von der Frequenz der Funkenfolge, z. B. 500 Hz. Er kann vom Funker insbesondere bei atmosphärischen Störungen viel besser gehört werden als das Knacken, das man hört, wenn man im Sender gewöhnliche Funkenstrecken mit geringer Funkenzahl verwendet. Man hatte solchen Sendern den despektierlichen Namen „Knallfunken sender“ gegeben, und es war gelegentlich — natürlich mit Unrecht — behauptet worden, anfänglich sei die Entfernung, auf die man die akustischen Wellen des Funkens hören konnte, größer gewesen als die, in der die elektromagnetischen Wellen des Senders zu empfangen waren. Bei diesen Knallfunkenstrecken war eine hohe Funkenzahl nicht verwendbar. Es entsteht nämlich bei wachsender Funkenzahl eine Art Lichtbogen, der eine Aufladung der Kondensatoren auf hohe Spannung nicht mehr zuläßt. Der Löschkunksender hoher Funkenzahl — man sprach von „tönenden Funken“ oder allgemein „Tonsendern“ — hatte ein sprunghaftes Ansteigen der drahtlosen Stationen zur Folge, und noch am Anfang des ersten Weltkrieges 1914 war der Sender in Sayville (Long Island), der amerika-

nischen Gegenstation von Nauen (Bild 12), die den Verkehr mit Deutschland vermittelte, ein Löschfunksender. Diese Senderart blieb wegen ihrer Robustheit und wegen des Vorzugs, daß ihre Sendung von jeder Art von Empfängern aufgenommen werden konnte, noch lange, nachdem man schon Röhrensender hatte, für Hilfs-sender auf Rettungsbooten vorgeschrieben. Sie stellt zweifellos die höchste Stufe eines Senders für gedämpfte Wellen dar.



Bild 12: 100-kW-Löschfunksender in Nauen (1912).

Empfänger

Das ursprüngliche Gegenstück des einfachen Senders (Bild 1) war der einfache Empfänger (Bild 13), der später, als man im Empfänger die Resonanzeffekte besser ausnutzen wollte, durch einen gekoppelten Empfänger entsprechend dem Braunschen Sender ersetzt wurde (Bild 14).

Der Wellenanzeiger war bis ungefähr 1903 der bekannte Kohärer (Coherer) (Bild 15). Im praktischen Gebrauch war er durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

1. durch sehr unregelmäßige Empfindlichkeit;
2. durch die Notwendigkeit, ihn nach Empfang eines Zeichens durch einen Klopfer für das nächste Zeichen aufnahmefähig zu machen;
3. durch die Möglichkeit, Schreibempfang zu liefern. — Er entsprach in dieser letzten Beziehung den damaligen Wünschen der Post. Sie war nämlich der Ansicht, daß eine „Telegraphie“ nicht ernst zu nehmen sei, wenn sie die Telegramme nicht schwarz auf weiß lieferte.

Die Entwicklung auf dem Gebiet ging in zwei Richtungen, die miteinander im Zusammenhang standen. Anlaß dazu gab die „Launenhaftigkeit“ des Kohärsers. Zwar schwur jeder Drahtlosbeflissene auf die Zuverlässigkeit seines Kohärsers, genau wie jeder Jäger auf die Folgsamkeit seines Dackels schwört, aber tatsächlich hatte wohl jeder unter der Tücke dieses launenhaften Instruments zu leiden. Dabei wurde gelegentlich ganz vergessen, daß der Kohärer eine Empfindlichkeit von ganz anderer Größenordnung als alle vorher bekannten Wellenanzeiger besaß und dadurch eine drahtlose Telegraphie erst ermöglicht hat. Jedenfalls war aber das Bedürfnis nach einem zuverlässigen Wellenanzeiger ganz allgemein.

So hatte schon früh *Marconi* auf Grund von Versuchen von *Rutherford* seinen „magnetic detector“ eingeführt, der manche Ähnlichkeit mit dem *Poulsenschen* Telegraphon, dem Vorgänger des Magnetophons, hatte.

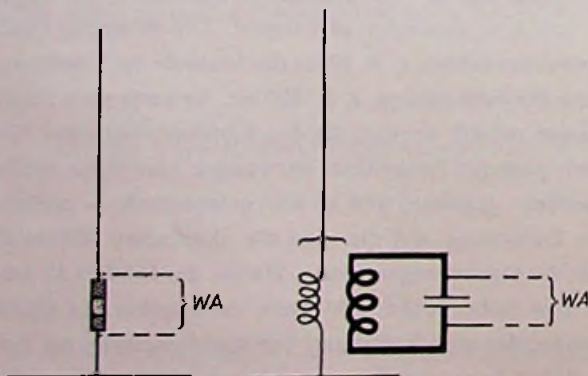


Bild 13 (links): Schema eines einfachen Empfängers mit Kohärer.
Bild 14 (rechts): Schema eines gekoppelten Empfängers.
WA zum Wellenanzeiger.

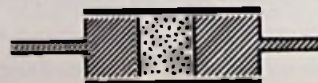


Bild 15: Kohärer.

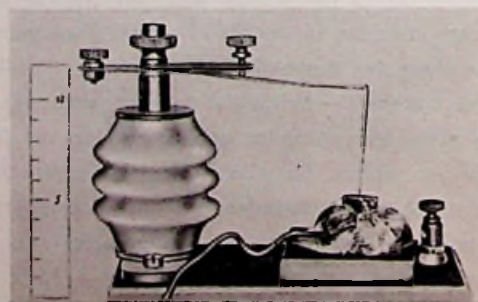


Bild 16: Versuchsausführung eines Detektors.

Es folgten von den verschiedensten Seiten — bei Telefunken z. B. von *Schloemilch* — elektrolytische Detektoren, die darin bestanden, daß in einem Elektrolyten die eine Elektrode (z. B. aus Platin) aus dickem Draht und die andere aus ganz feinem nur mit einer kurzen Spitze eintauchte. Eine solche Anordnung hat eine unsymmetrische Strom-Spannungs-Kennlinie und kann deshalb als Gleichrichter und damit als Detektor dienen. Dasselbe gilt von einer großen Zahl von Kombinationen von Metallen und Kristallen oder Halbleitern und auch von verschiedenen Kristallen gegeneinander, ganz besonders aber von Kristallen, z. B. Bleiglanz oder Pyrit, auf die eine Spitze von Metall als Kontakt gedrückt wird (Bild 16). Daß sich mit manchen Kristallen unsymmetrische Kennlinien erzielen lassen, hatte *F. Braun* schon 1891 gezeigt. Er hat auch später eindringlich auf die Verwendungsmöglichkeit solcher Kristalle als Detektoren hingewiesen. In der praktischen Verwendung für Zwecke der drahtlosen Telegraphie sind ihm aber andere zugekommen. Diese Kristalldetektoren haben ein Jahrzehnt lang das Empfängerfeld vollkommen beherrscht. Sie bildeten eine Art Geheimwissenschaft: jeder Funker schwor auf seinen Detektor und gab ihn niemand anderem nicht einmal zum Ansehen.

Da diese Detektoren im Gegensatz zum Kohärer nach dem Aufhören eines Zeichens von selbst wieder für das nächste aufnahmebereit sind, ermöglichen sie eine telephonische Aufnahme von Telegraphiezeichen, die erst durch sie in allgemeinen Gebrauch kam und sich bis heute gehalten hat. Der Kristalldetektor hat schließlich der Elektronenröhre weichen müssen, ist aber bekanntlich bei den Ultrakurzwellen wieder zurückgekehrt. Inzwischen ging die Entwicklung der Detektoren ganz andere Wege. Schon 1904 hatte *A. Wehnelt* gefunden, daß eine evakuierte Röhre mit zwei Elektroden, von denen die eine kalt, die andere glühend ist, eine vollkommen unsymmetrische Charakteristik besitzt und als Ventil wirkt. *I. A. Fleming* hat 1905 wohl zuerst diese Erscheinung für Empfangszwecke ausgenützt. Sein Detektor, die „Fleming Valve“, ist lange Zeit auf den Stationen der *Marconi*-Gesellschaft benutzt worden. Sie war das, was man später „Diode“ oder „Zweipolröhre“ nannte. Bei all diesen Detektoren rührt die Energie, die dem Telephon zugeführt wird, von den ankommenden Wellen her. Aber schon 1906 wurde die *Lieben-Reiß*-Röhre erfunden, ein Verstärker, bei dem die Energie der ankommenden Wellen nur zur Steuerung des „Anoden-Stromes“ aus einer lokalen Gleichstromquelle dient. Im selben Jahr hat auch *Lee de Forest* seine Elektronenröhre angemeldet, die später als Verstärker die *Lieben-Reiß*-Röhre völlig verdrängte.

Meßinstrumente

Eine der Hauptschwierigkeiten im Anfang der drahtlosen Telegraphie war das Fehlen von Meßinstrumenten. Gewöhnlich maß man mit Funkenstrecken regelbarer Länge, die man zwischen zwei Punkte des Senders legte, um die Spannung zwischen ihnen durch die Schlagweite zu messen. Man würde aber häufig in die größte Verlegenheit gekommen sein, wenn man gefragt worden wäre, welche Spannung man mit dieser Schlagweite eigentlich mißt.

Viel besser war schon die Strommessung mit einem Hitzdraht-Instrument, das keinen Nebenanschluß haben durfte, wie die technischen Hitzdraht-Strommesser, da seine Angaben sonst frequenzabhängig geworden wären. Sie bekamen den sehr ungeeigneten Namen „Wattmeter“ und waren meist trotz einer besonderen Sicherung durchgebrannt. In der Zeit, in der sie noch nicht durchgebrannt waren, konnten sie natürlich eben nur den effektiven Stromwert anzeigen, der keineswegs allein von der Anfangsamplitude des Stroms, sondern auch von der Funkenzahl in der Sekunde und von der Art und Stärke der Dämpfung abhängt. Trotzdem waren es sehr wichtige Instrumente, aus deren Angaben man doch (z. B. bei konstanter Funkenzahl und Dämpfung) wertvolle Schlüsse ziehen konnte. Nicht ganz so wichtig, wie man erwarten sollte, war im Anfang die *Braunsche* Röhre. Sie wurde aber allmählich so weit ausgebildet, daß ihre Lichtstärke auch für die hohen Frequenzen der damaligen drahtlosen Telegraphie ausreichte. Bekanntlich ist sie ein unentbehrliches Hilfsmittel des HF-Physikers geworden, mit dem er in seine Stromkreise unmittelbar hineinsehen kann, wie der Mediziner mit der Röntgenröhre in den Patienten.

Von ganz besonderer Wichtigkeit wurden die Frequenzmesser, damals mit dem Namen „Wellenmesser“ bezeichnet. Sie bestanden in der Regel aus einem Kondensatorkreis mit regelbarer und für jede Einstellung bekannter Frequenz, auf den man die zu untersuchende Schwingung in extrem loser Koppelung induzieren ließ und für jede Einstellung die Angabe des in dem Kreis vorhandenen oder mit ihm gekoppelten Strommessers ablas. Derjenige, den ich einführte, hatte feste, wenn auch auswechselbare Kondensatoren und veränderliche Induktivität; der daraus abgeleitete und viel bequemere von *Franke* und *Doenitz* hatte einen regelbaren „Drehkondensator“ und feste, wenn auch auswechselbare Induktivität.

Daß diese für das Gebiet der drahtlosen Telegraphie entwickelten Meßinstrumente weit über dieses Gebiet hinaus Anwendung gefunden haben, ist bekannt.

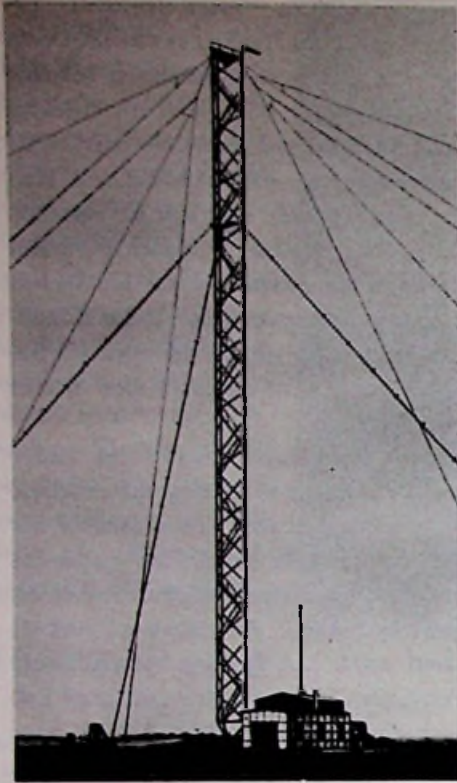


Bild 17: Station Nauen 1906.

Antennen

Die ersten Antennen waren einfach ein vertikaler Draht, an dessen Fuß ein Strombauch, an dessen Spitze sich ein Stromminimum befand und dessen Eigenwellenlänge zwangsläufig ungefähr das Vierfache der Antennenhöhe, d. h. bei der noch handlichen Höhe von 30 m ungefähr 120 m war. Man arbeitete also in dem Frequenzgebiet der „Kurzwellen“, wie man sie später nannte. Daran änderte sich nicht viel, als man den einfachen Draht durch ganz oder teilweise parallelgeschaltete Drähte, d. h. durch eine Art von Reuse ersetzte. Die unerwartete Folge davon war, daß die Kapitäne der Schiffe, die mit einer solchen Antenne beglückt wurden, darin eine Verunzierung ihres Schiffes sahen und sie, wie z. B. der Kapitän auf unserem Versuchsschiff, dem Bäderdampfer „Silvana“, mit Namen belegten, die ich nicht zitieren möchte, da diese, obwohl ursprünglich platt, doch auch für nicht platt Sprechende verständlich sein würden.

Die Erkenntnis, daß die Feldstärke der Wellen eine Antenne in einer gegen die Wellenlänge großen Entfernung dem Mittelwert des Stroms im vertikalen Teil der Antenne proportional ist, führte dazu, diesen Strommittelwert durch Kapazitäten an der Spitze bei vorgegebener Antennenhöhe zu verstärken. So entstanden die „Schirm-“ und „Dachantennen“ (Bild 17). Das hatte zur Folge, daß der Strom an allen Stellen des vertikalen Teils nahezu denselben Wert und bei demselben Strom am Fuß-

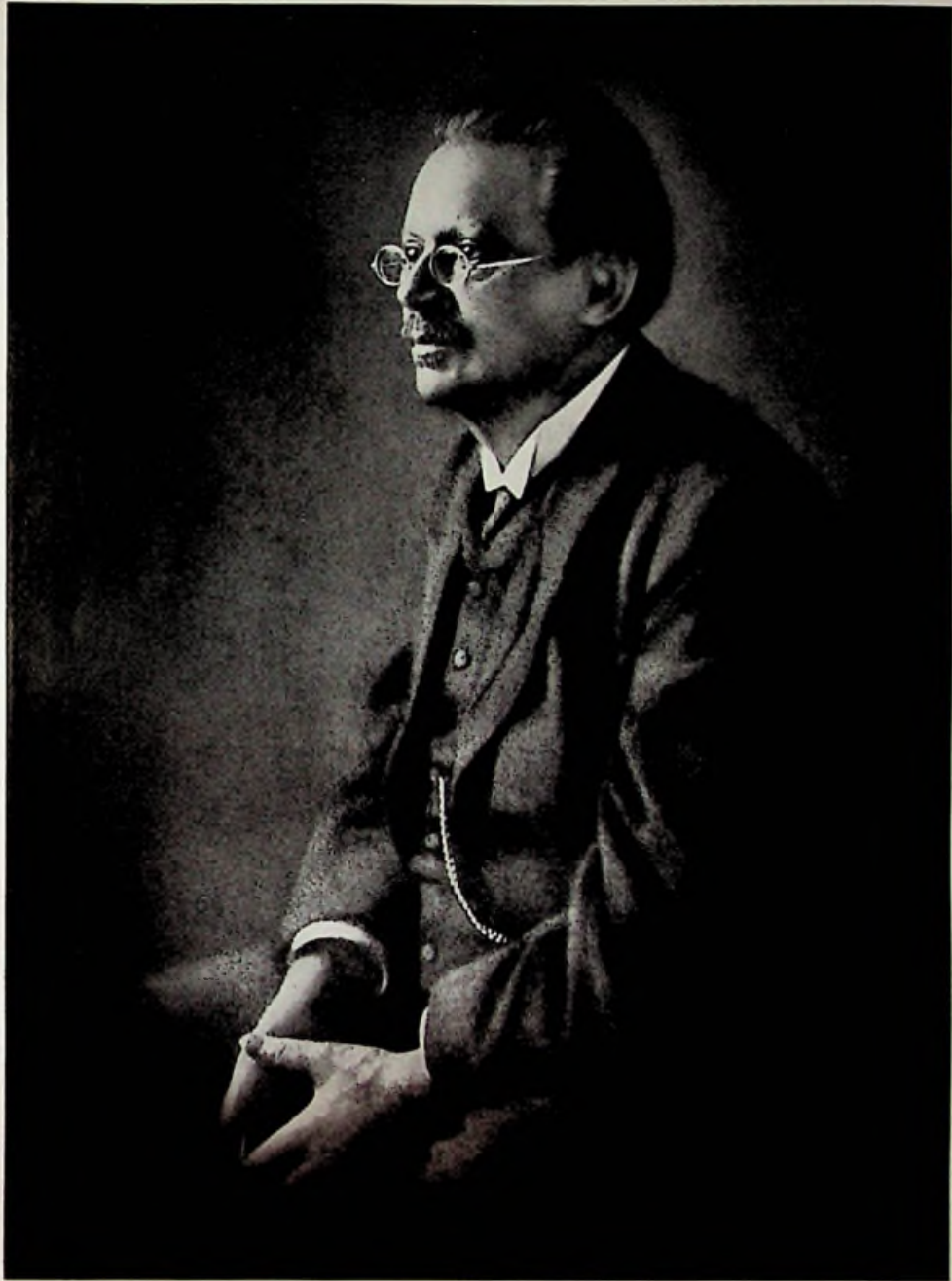
punkt der Antenne einen sehr viel größeren Mittelwert erhielt als bei einem einfachen vertikalen Draht und daß man allmählich in das Gebiet immer größerer Wellenlängen geriet, tatsächlich bis etwa 20000 m (Frequenz $1,5 \cdot 10^4$), und damit schon in das Gebiet von Tesla-Versuche kam. Die Langwellenstation von Nauen bei Berlin hatte eine Art Dachantenne, deren Eigenwellenlänge rund 5000 m betrug.

Diese Erhöhung der Wellenlänge und die damit verbundene Erniedrigung der Frequenz waren — wie die Versuche zeigten — im Gegensatz zu der ursprünglichen Anschauung über die Ausbreitung der Wellen nur günstig, solange man im Gebiet der „Oberflächenwellen“, wie man es später nannte, arbeitete. Das traf damals immer zu. Aus theoretischen Überlegungen war auch der Grund für dieses Verhalten klar geworden: je größer die Wellenlänge ist, um so geringer ist die Absorption der Wellen bei ihrer Fortpflanzung längs der Erdoberfläche und um so größer die Intensität, die sie in einer bestimmten Entfernung besitzen. Bei der drahtlosen Telegraphie kommt es ja nicht darauf an, was der Sender aussendet, sondern darauf, was beim Empfänger ankommt.

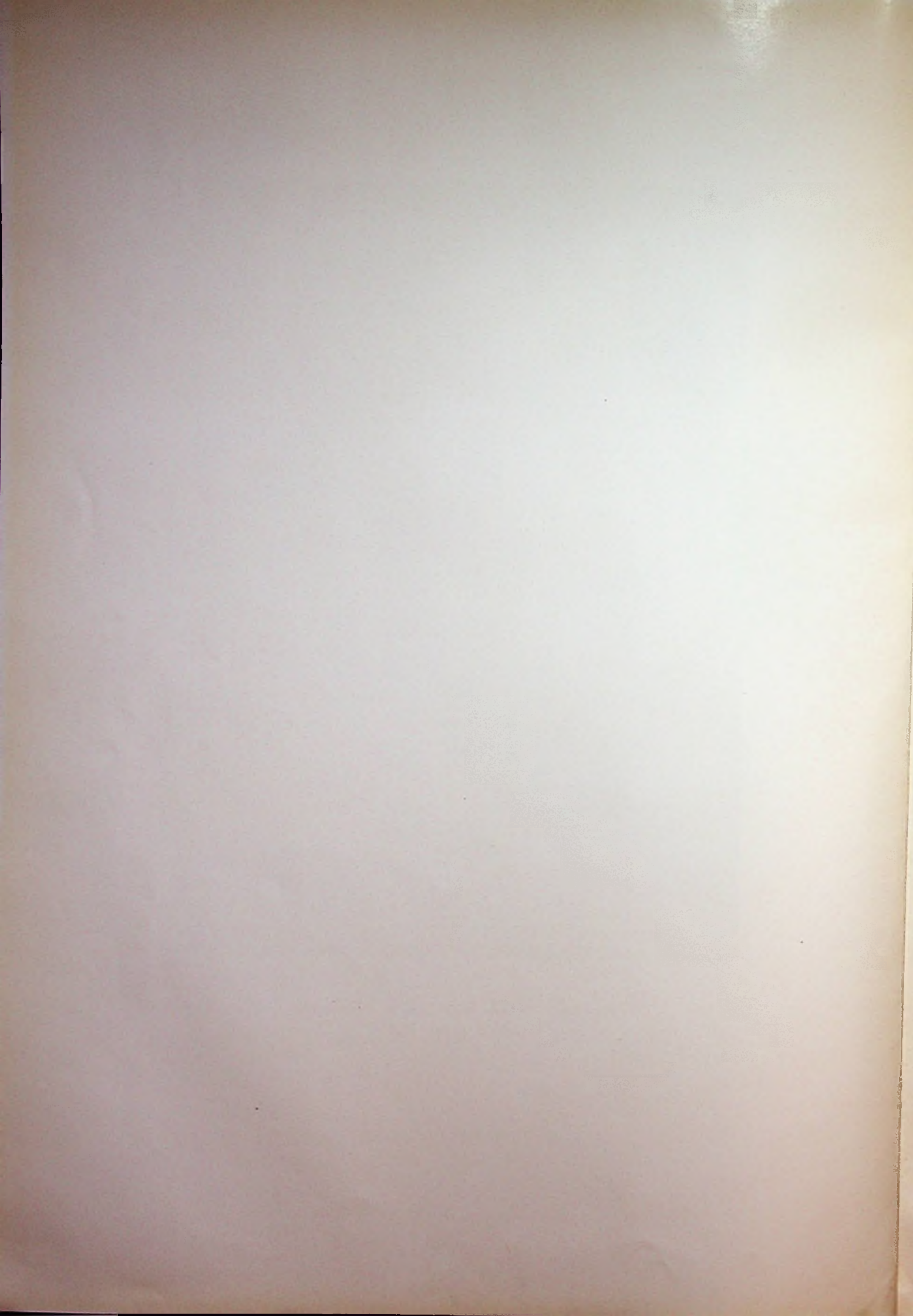
Antennen mit Richtwirkung wurden schon im Funkenzeitalter angegeben und es waren auch schon Versuche mit ihnen gemacht worden. Ihre Richtwirkung war aber schon wegen der im Verhältnis zur Antennendimension großen Wellenlängen, die man damals verwandte, so bescheiden, daß sie keine Bedeutung für gerichtetes Senden erlangten. Wohl aber ist damals schon die Rahmenantenne entwickelt worden, die sehr rasch die normale Empfangsantenne und das normale Peiler-Gerät wurde. Daß man mit ihr die Feldstärke der ankommenden Wellen in absolutem Maß messen konnte, hat F. Braun schon im Jahre 1906 in Straßburg an den Wellen der Eiffelturm-Station in Paris gezeigt.

Man neigt dazu, auf das Funkenzeitalter mit einem gewissen Mitleid zurückzusehen. Mitleid mit den Praktikern, die sich damals mit Funkenstrecken und den hohen Spannungen der Funkensender und im Empfänger mit Kohärer und Kristalldetektor herumzuschlagen hatten, und Mitleid mit den Theoretikern, denen die Dämpfung ihre Gleichungen komplizierte.

Aber es war auch die interessante romantische Zeit der drahtlosen Telegraphie, in der man besonders im Empfänger aus der ganzen Physik alles zusammenholte und ausprobierte, was dem neuen Nachrichtennittel dienen konnte. Es war außerdem die Zeit, in der man in das gelobte Land der ungedämpften Schwingungen nicht nur mit Sehnsucht hineinsah, sondern sich auch anschickte, es auf den verschiedensten Wegen zu betreten.



Professor Dr. phil. Dr.-Ing. E. h. Adolf Slaby
Gestorben 6. April 1913



Die Zeit der Maschinensender

Von A. Meißner

Vom heutigen Standpunkt aus betrachtet bedeutet die Entwicklung der Maschinensender, die in Deutschland 1911 begann, aber auch in anderen Ländern als damals aussichtsreichster Weg erkannt worden war, einen Seitenzweig der Hochfrequenztechnik, der nach etwa einem Jahrzehnt üppigen Wachstums verdorrte und jetzt völlig abgestorben ist. Trotzdem lohnt es sich, die technischen Ereignisse jener Zeit in Erinnerung zu behalten, denn sie lehren, wie schwierig es ist, eine Entwicklung vorausschauend zu überblicken, da immer damit gerechnet werden muß, daß neue physikalische Erkenntnisse unerwartet entgegenreten.

Voraussetzungen

Will man die Entwicklungsrichtung jener Jahre vor dem ersten Weltkrieg verstehen, so muß man sich vergegenwärtigen, daß damals von dem, was wir heute Ionosphäre nennen, und von den Ausbreitungseigenschaften kurzer Wellen nicht das geringste bekannt war. Zwar hatten schon 1902 A. E. Kennelly und O. Heaviside vermutet, daß eine derartige ionisierte Schicht in großer Höhe bestehen könne. Daß sie aber eine derartige Reflexionswirkung auf die kurzen Wellen ausüben werde, war in keiner Weise vorauszusehen. Deshalb mußte sich die Entwicklung auf die wohlfundierten Ergebnisse der damals vorliegenden Messungen stützen, für die J. Zenneck schon 1906 die auch heute noch gültige Erklärung gegeben hatte: bei ihrer Ausbreitung längs der Erdoberfläche werden die elektromagnetischen Wellen um so weniger vom Erdboden absorbiert, je länger sie sind.

Vom Ausbreitungsstandpunkt aus verdienten also recht lange Wellen den Vorzug. Allerdings mußte man, um die langen Wellen wirkungsvoll abstrahlen und empfangen zu können, Antennentürme bauen, deren Höhe mit der Wellenlänge mindestens annähernd vergleichbar sein mußte.

Die Kosten derartiger Turmbauten waren zwar erheblich, mußten aber in Kauf genommen werden, wenn man den Vorteil gewinnen wollte, Reichweiten von Tausenden von Kilometern zu verwirklichen. Die Freude über die Möglichkeit, überhaupt drahtlose Verbindungen herstellen zu können — über den Kanal, von Schiff zu Schiff und von Schiff zur Küste —, war bald der Erkenntnis gewichen, daß eine kaufmännischen Erfolg versprechende Auswertung dieser jungen Technik nur möglich sei, wenn es gelänge, die Entfernungen zwischen den Kontinenten zu überbrücken und mit den Kabelgesellschaften in Wettbewerb zu treten. Für Deutschland war insbesondere eine unstörbare Verbindung mit seinen Kolonien von größter Bedeutung.

Die Hochfrequenzmaschine erschien damals als der einzige und beste Weg zur Vergrößerung der Reichweite; denn die Reichweite war bedingt durch eine Leistungssteigerung des Senders. Sie war etwa der Wurzel aus der Leistung proportional, und größere Leistungen als 100 kW waren mit Funkensendern nicht mehr zu verwirklichen. Es gab nur einen Ausweg: lange Wellen, hohe Maste und Hochfrequenzmaschinen. Die Unmöglichkeit, lange Wellen mit Sprachfrequenzen modulieren zu können, spielte damals im Zeitalter handgetasteter Morsezeichen noch keine Rolle.

Hochfrequenzmaschinen

E. F. W. Alexanderson war der erste, der sich an das Problem einer großen Hochfrequenzmaschine heranwagte. Er konstruierte eine Maschine, welche die Antenne direkt mit 50 000 Hz speiste ($\lambda = 6$ km). Die Kühnheit, erstmalig Eisen in der Hochfrequenz verwendet zu haben, die feine Unterteilung von Rotor und Stator, die hohe Drehzahl und der kleine Luftspalt verdienen auch heute noch unsere Bewunderung. R. Goldschmidt hatte den Gedanken, zunächst eine niedrigere Frequenz (10 000 Hz) zu erzeugen und diese in der Maschine selbst durch abgestimmte Kreise zu vervielfachen.

Wir bei Telefunken vertraten den Standpunkt, daß auch dieser Weg besonders bei hohen Leistungen wegen der Verluste und der hohen Erwärmung der Maschine unzweckmäßig sei, und suchten andere Wege. Wir fanden einen Hinweis in einer älteren Arbeit von Jolly. Jolly hatte für die Zwecke der Starkstromtechnik eine Verdoppelung von 50 Hz mit Hilfe gleichstromgesättigter Transformatoren vorgeschlagen, und so versuchten wir es und begannen mit 500 Hz als Grundfrequenz und anschließender Vervielfachung, und es zeigte sich, daß die Resonanzeffekte und der Eisenverbrauch bei höherer Frequenz günstiger wurden. Diese Arbeiten waren, wie so oft in der Technik, durch einen äußeren Zwang beschleunigt worden. Kaiser Wilhelm II. hatte

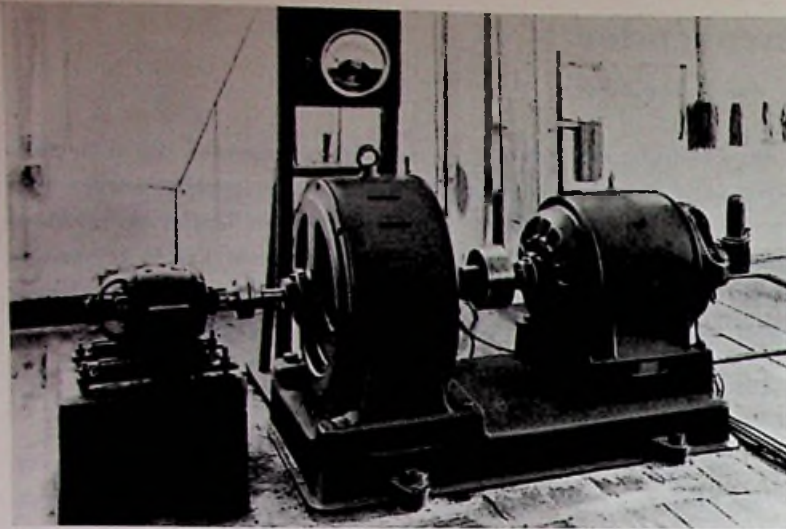


Bild 1: Hochfrequenzmaschine aus dem Jahre 1912.

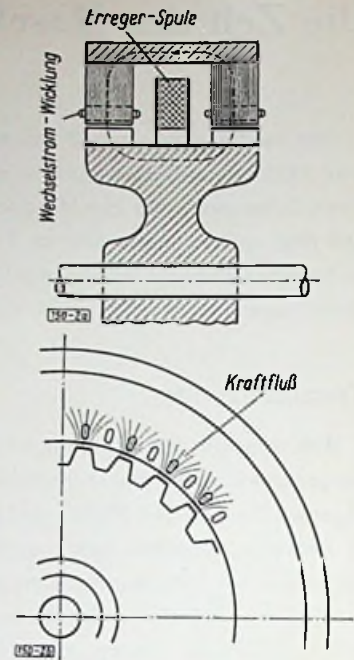


Bild 2 (rechts): Prinzip der Hochfrequenzmaschine
a) Längsschnitt. b) Querschnitt.

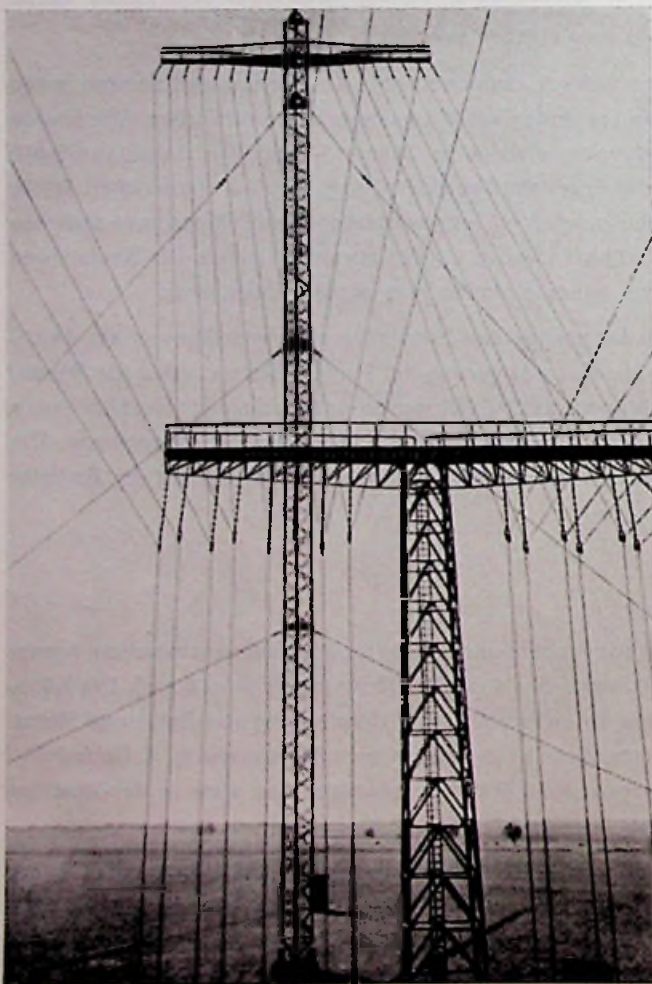


Bild 3: Zuführung zur „kleinen“ Fächerantenne in Nauen, die von dem im Bilde sichtbaren Mast zu 250 m hohen Masten gespannt war (s. Bild 4). An dem kleinen Mast im Vordergrund werden die Zuführungsseile über Rollen gespannt.

gegenüber Geheimrat Rathenau, dem damaligen Generaldirektor der AEG, bei einem Treffen im Tiergarten geäußert: Durch die neue Maschine von Goldschmidt habe er sich etwas Schönes entgehen lassen. Rathenaus großzügige Antwort war: In ein paar Monaten würde er etwas viel Besseres haben.

Dieses Gespräch war das Signal für Graf Arco, das Maschinenproblem mit größter Energie in Angriff zu nehmen. Alles andere wurde zurückgestellt. Die besten Kräfte wurden eingesetzt: W. Dornig, L. Kühn und H. Neumann. Ausgehend von einer AEG-Maschine mit verhältnismäßig niedriger Frequenz (6000 bis 10000 Hz), einem robusten, noch einfachen Generator (Bild 1), wurde durch zwei zum Teil wechselstrom-, zum Teil gleichstromgesättigte, für die Maschinenfrequenz gegengeschaltete Transformatoren der Primärstrom durch die Eisen-sättigung derart verzerrt, daß man über einen abgestimmten Kreis die zwei-, drei- oder fünffache Frequenz entnehmen konnte. Oft kam eine Verdoppelung zweimal hintereinander zur Anwendung.

1912 führte Graf Arco auf der Londoner Internationalen Funkkonferenz seine Telefunken-Hochfrequenzmaschine zum erstenmal öffentlich vor. Die Leistung betrug 2 kW, die Wellenlänge 2 bis 3 km. Die erste Maschine in Nauen arbeitete schon mit einer Leistung von 100 kW in der Antenne. Das Prinzip ist aus Bild 2a und b zu ersehen.

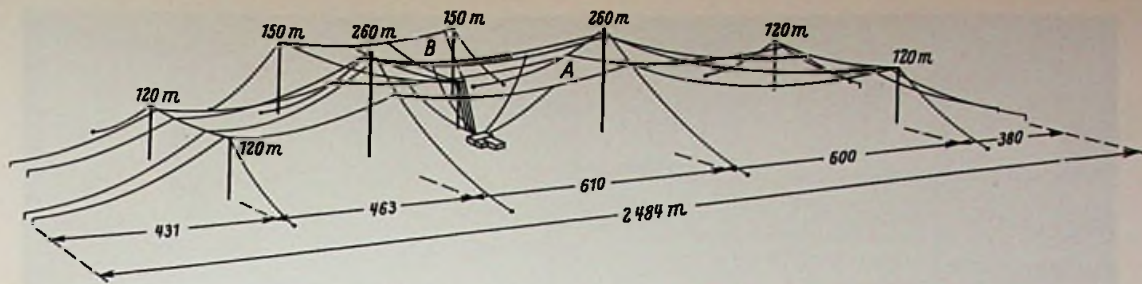


Bild 4: Antennenanlage Nauen, Stand 1916 bis 1919.

Nauen und das Weltfunknetz bis zum Ende des ersten Weltkrieges

In Nauen (westlich von Berlin) waren bereits 1911 die vorhandenen 100-m-Türme erhöht worden. Später kamen 2 Türme von 260 m Höhe hinzu, Bild 3, das nur einen Ausschnitt dieser Anlage zeigt, soll diese Dimensionen veranschaulichen. Im endgültigen Ausbau bedeckte die Antennen-Anlage für den späteren 400-kW-Sender eine Fläche von $2 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ (Bild 4). 1917 wurde der Grundstein zu einem neuen Stationsgebäude gelegt, das 1920 vollendet wurde (Bild 5).

Der Erfolg blieb nicht aus. 1912 wurde Nauen über eine Entfernung von 5200 km in Kamina (Togo) empfangen, wo ein Jahr vorher eine große Empfangsantenne errichtet worden war. Im Verkehr mit Afrika waren allerdings die kürzeren, mit tönenden Funken erzeugten Wellen vorteilhafter, da sie weniger durch atmosphärische Störungen beeinträchtigt waren. In der Ost-Westrichtung, im Verkehr mit Nordamerika (Sayville bei New York) erwies sich aber der Maschinensender weit überlegen.

Die große Bewährungsprobe für Nauen kam 1914, als mit dem Ausbruch des Krieges alle Kabelverbindungen unterbrochen wurden und die Kolonien und die zahlreichen, auf großer Fahrt befindlichen Schiffe nicht mehr erreicht werden konnten. Durch den sofort in verstärktem Maße einsetzenden Funkverkehr wurden wichtige Nachrichten rechtzeitig durchgegeben und viele Schiffe zunächst in Sicherheit gebracht.

Die Kolonialstationen hatte Telefunken der Initiative Bredows zu verdanken. Dieser, der spätere Staatssekretär und Rundfunkkommissar des Reichspostministeriums, hatte bereits 1905 einen Plan für ein Weltfunknetz vorgelegt, der damals zwar abgelehnt wurde, immerhin aber den Erfolg hatte, daß 1906 die erste Versuchsstation in Nauen errichtet werden konnte. Nachdem Bredow 1908 die gesamte wirtschaftliche Leitung Telefunken übernommen und eine großzügige Auslandsorganisation aufgebaut hatte, begann Telefunken, mit Hilfe einer Anzahl neugegründeter Betriebsunternehmungen weiter in die internationale Organisation der Nachrichtenverbindungen hineinzuwachsen. Von 1909 bis 1918 entstanden in Australien, Nordamerika, Kolumbien, Spanien, Belgien, China und vor allem in den deutschen Kolonien Anlagen für den drahtlosen Nachrichtenverkehr, die bei Kriegsende allerdings verloren gingen.

Welche Bedeutung z. B. die Station Sayville — in den zu Beginn des Krieges noch neutralen Vereinigten Staaten — für Deutschland hatte, erkennt man am besten daran, daß 1915 versucht wurde, die Station auf Grund eines Patentprozesses zu schließen. Damals fuhren der 65jährige F. Braun und J. Zenneck trotz der



Bild 5: Betriebsgebäude Nauen, Stand 1924. Im Vordergrund eine Zuleitungsverkürzung für Kurzwellen-Richtantennen.

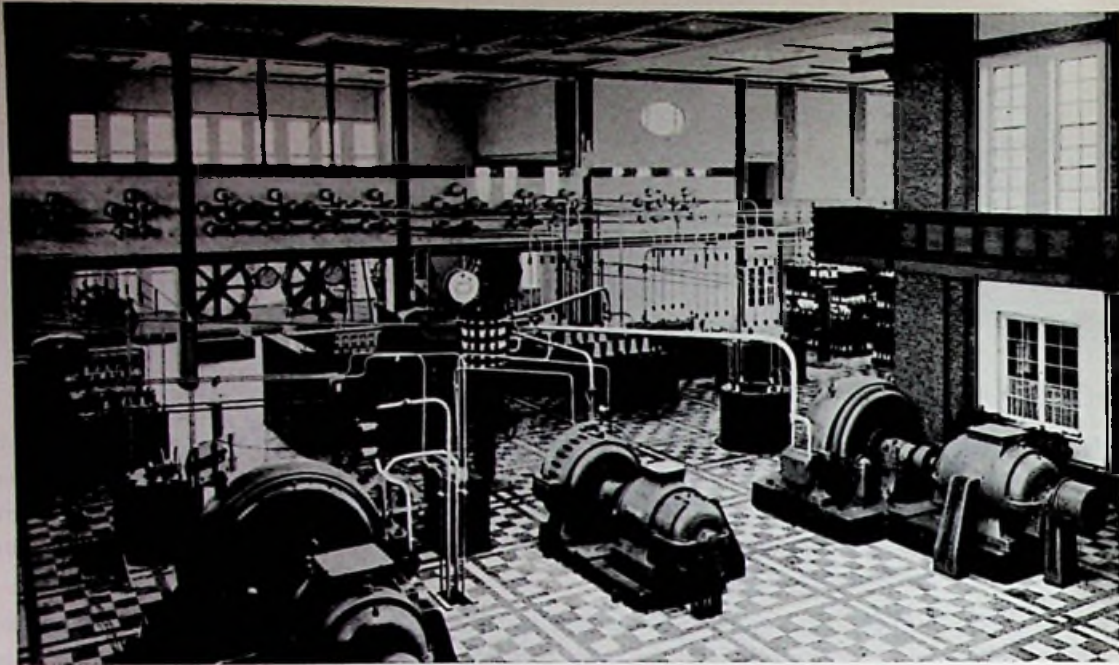


Bild 6: Maschinensaal Nauen, Stand 1922

Blockade nach USA. Braun erkrankte bald nach der Ankunft schwer, aber Zenneck konnte durch sachkundiges und energisches Auftreten in den Patentprozessen die Beschlagnahme der Station Sayville verhindern, bis auch die Vereinigten Staaten in den Weltkrieg eintraten.

In der Heimat blieben damals die Anlagen der drahtlosen Telegraphie im wesentlichen erhalten. 1916 war die Antennenleistung in Nauen auf 250 kW gesteigert worden, 1925 stieg sie auf 400 kW. Bild 6 gibt einen Eindruck von der Größe der Anlagen. Im Vordergrund stehen drei AEG-Hochfrequenzmaschinen, die unmittelbar durch je einen Drehstrommotor angetrieben werden. Bei dieser Art des Antriebes machen sich allerdings die durch Netzbelastungsschwankungen bedingten Drehzahländerungen als Schwankungen der Tonhöhe beim Empfang bemerkbar.

In der Empfangstechnik hatte sich nämlich seit 1913 ein grundlegender Wandel vollzogen: man war zum „Überlagerungsempfang“ übergegangen.

Überlagerungsempfang

Während bei tönenden Funken mit einem einfachen Detektor der Ton der Funkenfolge im Kopfhörer deutlich vernehmbar wird, bleibt beim Empfang eines ungedämpften Telegraphiesenders mit einem Detektor alles still. Nur am Anfang und Ende eines jeden Morsezeichens hört man ein leises Knacken. Man half sich zunächst so, daß man den im Detektor beim Empfang eines Senders entstehenden Gleichstrom durch einen Unterbrecher zerhackte und dadurch ein im Telephon hörbares Wechselstromgeräusch erzeugte. Aber bei atmosphärischen Störungen war es fast unmöglich, die Zeichen herauszuhören.

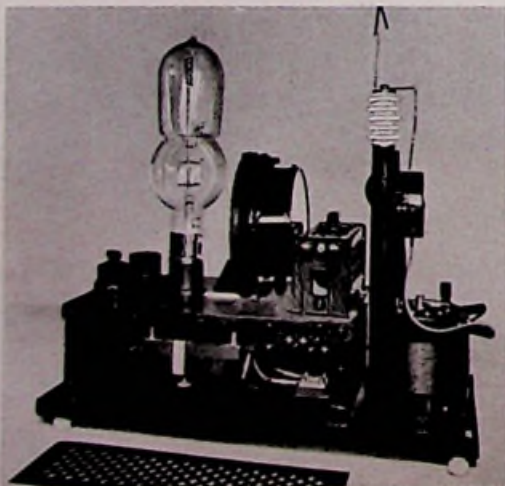


Bild 7: Erster „Überlagerer“ für Empfang (April 1913, DRP 291 604)

Der Maschinensender war fertig, wir hatten aber kein Empfangsverfahren. In diesen Nöten fanden wir ein vergilbtes, vergessenes Patent von R. A. Fessenden aus dem Jahre 1905. Es sollten Interferenztöne erzeugt werden in einem Telephon, das aus zwei dicht aneinanderliegenden Flachspulen bestand. Durch die eine ging der Empfangsstrom, durch die andere der Strom aus einem in der Frequenz etwas abweichenden Hilfsgenerator. Die mechanische Wechselwirkung zwischen den auf Membranen befestigten Spulen sollte einen Interferenzton geben. Für uns war es damals eine Erleuchtung, als wir auf den Gedanken kamen, das Interferenzverfahren dadurch technisch brauchbar zu machen, daß wir die

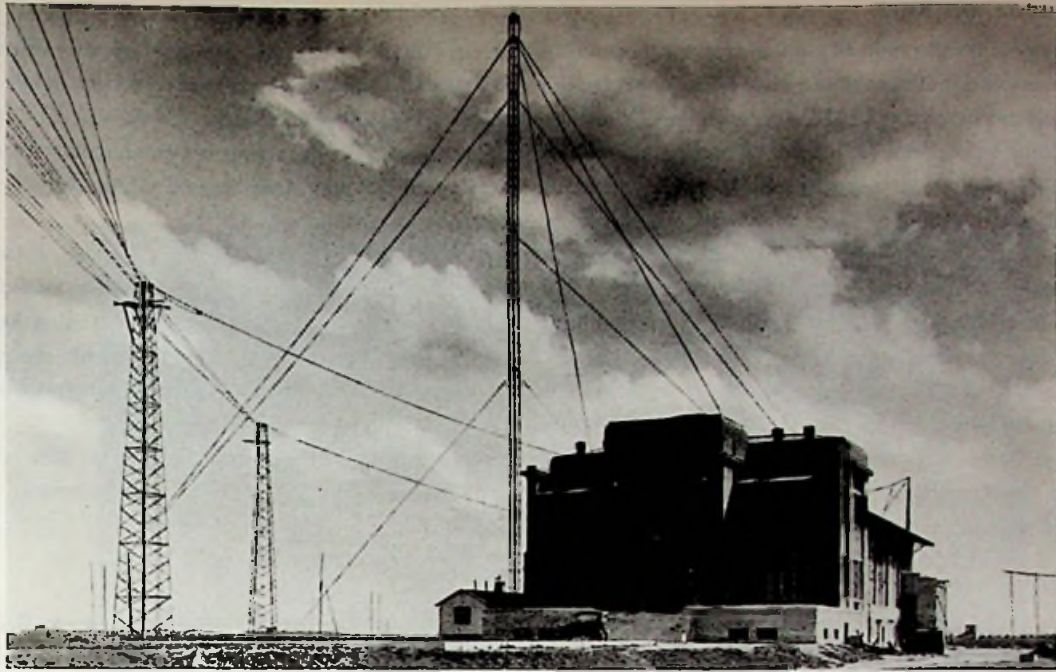


Bild 8: Die Telefunken-Großstation Monte Grande bei Buenos Aires, Argentinien (1923)

beiden Schwingungen in einem Stromkreis mischten und sie mit einem Detektor gleichrichteten. So hatten wir die Interferenztöne in einem normalen Telephon. Aber unser lokaler Generator bestand in einer großen 10-kW-Maschine in mehr als 50 m Entfernung vom Empfänger. Die Interferenztöne waren für uns märchenhaft, besonders bei atmosphärischen Störungen. Aber sie schwankten mit der Drehzahl der Maschine.

Wir mußten hier eine neue technische Lösung finden. Wir fanden sie: den Überlagerer, die Liebenröhre mit Rückkopplung, den beliebig in der Frequenz einstellbaren kleinen Röhrengenerator. Er wurde jedem Empfänger zugesetzt (Bild 7). Interferenzempfang war jetzt die allgemeine Lösung.

So wurde damals der Röhrensender in seinem ersten Entstehen der Retter des Maschinensenders. Später wurde der Maschinensender durch den in der Leistung gewachsenen Röhrensender verdrängt.

Das einzige, was nach der Einführung des Überlagerungsempfanges noch störte, waren Frequenzschwankungen der Maschine. Sie zu beseitigen, war jetzt die vordringlichste Aufgabe.

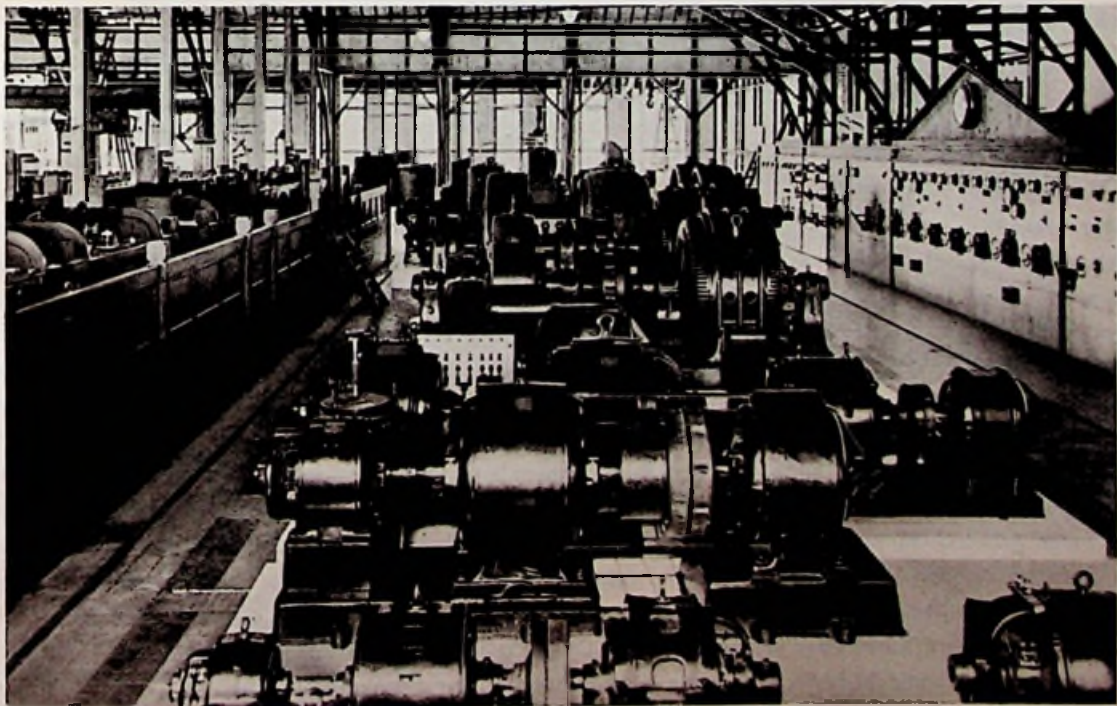


Bild 9: Maschinsaal der Großstation Malabar auf Java, Niederländisch Indien (1922)

Frequenzkonstanz

Zuerst begnügte man sich mit einfachem Lastausgleich beim Tasten, so daß die Drehzahl bei der Belastung nicht absank. Später entstand eine Fülle verschiedener Zentrifugal- und Resonanzkreisregler. Bei einer Ausführung aus dem Jahre 1921 wurden unter Zwischenschaltung von Elektronenröhren, der damals als Riegger-Schaltung bekannten Urform unserer heutigen Diskriminatoren, 12 bis 24 schwere Preßluftrelais betätigt, die in den Rotor des Asynchronmotors Ausgleichswiderstände einschalteten. Man erreichte eine für die Aufgaben des damaligen Betriebes völlig ausreichende Frequenzkonstanz von $2 \cdot 10^{-4}$.

Bei den neueren Anlagen, die nach dem ersten Weltkrieg für Italien und Japan gebaut wurden, entschloß man sich, vom direkten Drehstromantrieb zum Gleichstromantrieb überzugehen. Es war hierfür freilich ein besonderer Drehstrom-Gleichstrom-Umformer nötig, aber die Leistung der Hochfrequenzmaschine konnte voll ausgenutzt werden, und ein kleines Relais in der Erregung der Gleichstrommaschine besorgte die ganze Regelung. Man konnte jetzt die Sendefrequenz innerhalb eines größeren Bereiches ohne Schwierigkeiten genau einstellen.

Beim Tasten verstimmte man durch ein System vom gesättigten Drosseln den Maschinenkreis bzw. durch kleine Verstimmungs-drosseln direkt die Antenne und konnte so bis auf 200 Worte/min. kommen. Zum Tasten wurden weniger als 3 kW Steuerleistung benötigt.

Maschinensender nach dem ersten Weltkrieg

Etwa 1925 wurde der Maschinensender zu seiner höchsten Vollendung gebracht. Unter Leitung von O. Böhm hatte ein großer Stab von Ingenieuren intensiv weitergearbeitet und alles verbessert und verfeinert. Als Kondensatoren benutzte man „Dubilier“-Kondensatoren (Glimmerkondensatoren in Öl), deren Verluste verschwindend klein waren. Das Kupferband der Spulen verschwand und wurde durch Litze ersetzt (19 000 Einzeldrähte auf 200 mm²). Die Verluste in den Schwingkreisen konnten so von 0,3% auf 0,07% erniedrigt werden. Das Gewicht des Eisens, das für die Entstehung der Verluste von besonderer Bedeutung war, konnte bei Frequenzverdreifung auf $\frac{1}{10}$, bei Vervierfachung durch Übergang von der zweistufigen zur einstufigen Anordnung auf $\frac{1}{20}$ des früher benötigten verringert werden. Mehr als 90% der Maschinenleistung wurden der Antenne zugeführt.

Nach 1919 entstanden bedeutende Projekte. Gemeinsam mit den drei anderen großen Weltfirmen der Funktechnik (RCA, Marconi und CsF) sollte über die ganze Erde ein Nachrichtennetz, auf Maschinensendern beruhend, gespannt werden. In enger freundschaftlicher Zusammenarbeit wurden Entwicklungen und Projekte gemeinsam bearbeitet. Telefunken baute eine Senderanlage in Argentinien (Bild 8). Es entstand ein Großsender in Brasilien und außerdem Anlagen von Telefunken-Maschinensendern in Japan, Italien, auf Java (Bild 9) und in Holland.

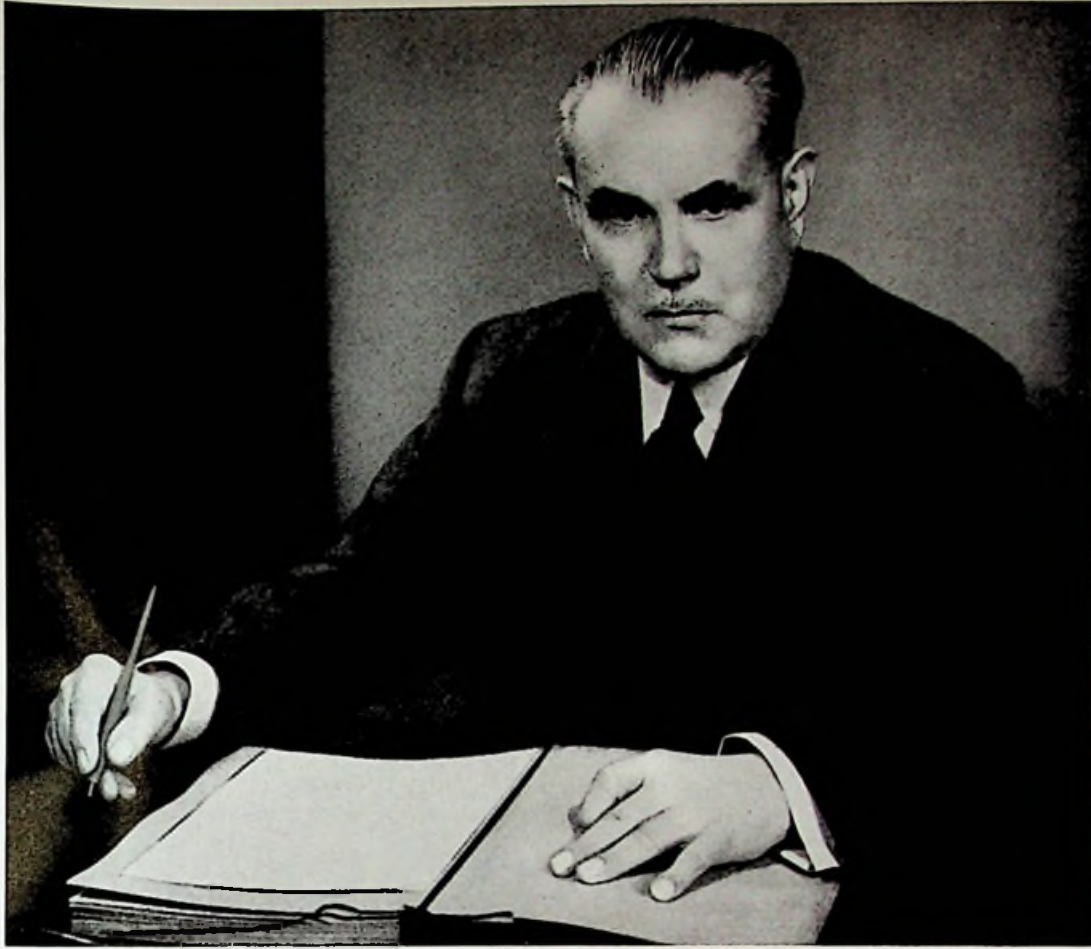
Für die Maschinensenderanlage auf Java baute de Groot eine „Bergantenne“. Das Stationsgebäude stand am Eingang eines engen Tales. Über das Tal wurden zwischen den seitlichen steilen Bergrücken Seile gespannt, an denen parallel zum Tal die langen Antennendrähte hingen.

Einen Mangel zeigte gleich der erste Maschinensender. Die durch die gesättigten Eisendrosseln stark verzerrte Primärspannung erregte stoßartig die auf ein Vielfaches der Maschinenfrequenz, nämlich die Sendefrequenz, abgestimmten Sekundärkreise. Infolgedessen war die Schwingung in den Sekundärkreisen und in der Antenne nicht ungedämpft, sondern klang zwischen den einzelnen Stößen der Primärspannung etwas ab. Außerdem entstand in den Sekundärkreisen nicht nur das gewollte Vielfache der Maschinenfrequenz, sondern auch andere ungewollte. Die Folgen dieser Stoßerregung sind Nebenwellen und Oberwellen, die zwar eine viel geringere Leistung haben als die Grundwelle (nur etwa den 10^4 Teil), infolge der großen Leistung eines Maschinensenders aber trotzdem den Betrieb benachbarter Empfänger stören können. Durch besondere Zwischen- und Ableitkreise verringert man ihre Ausstrahlung. Die 1918 von K. W. Wagner bei Telefunken entwickelten Kettenleiter dienten dem gleichen Zweck. Später, als die praktisch verlustlosen Dubilier-Kondensatoren zur Verfügung standen, verwendete man einen doppelten Zwischenkreis.

Mitte der zwanziger Jahre hatte man den Maschinensender zu seiner höchsten Blüte entwickelt. Aber inzwischen war das besondere Verhalten der Kurzwellen entdeckt worden, die selbst bei kleinen Leistungen und unter Anwendung kleiner Antennen die größten Entfernungen überbrückten. Für diejenigen, die an der Entwicklung der Hochfrequenzmaschine aufopferungsvoll gearbeitet hatten, war es eine große Enttäuschung, daß in dem Augenblick, in dem sie ihr Werk zur höchsten Vollendung geführt hatten, nicht mehr Langwellen, sondern Kurzwellen verlangt wurden. Die Fortschritte der Röhrentechnik, um die sich vor allem H. Rukop verdient gemacht hatte, gaben die Voraussetzungen zur Erzeugung kurzer und kürzester Wellen. Die Kurzwellensender erreichten mit kleinen Mitteln mehr als die großen Maschinenanlagen für lange Wellen.



Dr. phil. h. c. Georg Graf von Arco
Gestorben 5. Mai 1940



Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. H. Rukop.

Röhren, Rundfunk und kurze Wellen

Von H. Rukop, K. Steimel und H. Rothe

Röhren, Rundfunk und kurze Wellen — in diesen drei Begriffen sieht heute die breite Öffentlichkeit das Arbeitsgebiet Telefunks ausgedrückt. Der Name „Telefunken“ ist für jedermann aufs engste mit dem Rundfunk verknüpft. Telefunken-Rundfunkempfänger genießen Weltruf durch ihre Qualität und Zuverlässigkeit, Telefunken-Rundfunksender wurden in großer Zahl weit über die Erde hin errichtet, und die Telefunken-Röhren ermöglichten alle diese Wunderwerke der Technik. Dem fachlich Interessierten ist darüber hinaus auch der Anteil unseres Unternehmens an der Kurzwellentechnik bekannt. Er weiß, daß Telefunken von jeher eine der führenden Weltfirmen im drahtlosen Nachrichtenverkehr war. Vielen ist bekannt, daß bereits vor 25 Jahren mit Telefunken-Kurzwellen-Weitverkehrsanlagen drahtlose Telefongespräche zwischen Deutschland und Südamerika geführt wurden. Richtfunkverbindung, Navigation, Peilung, Funkmeßverfahren, Fernsteuerung und Fernsehen sind in den letzten Jahrzehnten neue Arbeitsgebiete der Hoch- und Höchstfrequenztechnik geworden, deren Bedeutung und Umfang ständig wachsen und die völlig auf die Elektronenröhre angewiesen sind. Trotzdem bilden — auf das Arbeitsvolumen unseres Unternehmens bezogen — Röhren, Rundfunk und kurze Wellen vorläufig noch den Hauptanteil.

Von der Lieben-Röhre zur Hochvakuumröhre

Sieht man von der Frühperiode (bis 1914) ab, so findet man die Arbeit Telefunks überall auf das engste mit den Elektronenröhren verknüpft. Deren Fortschritte bildeten sehr häufig die Basis und die Voraussetzung für die Fortschritte auf den anderen Arbeitsgebieten. Die Geschichte der Elektronenröhre ist deshalb ein besonders wichtiges Kapitel in der Geschichte Telefunks. In vorliegendem Aufsatz soll neben einer Darstellung der Röhrenentwicklung selbst ihre Wechselwirkung mit der Rundfunk- und Kurzwellentechnik behandelt werden. Ihr Zusammenhang mit den schon genannten Spezialgebieten (Navigation, Funkmeß, Fernsehen u. ä.) wird in anschließenden Aufsätzen geschildert.

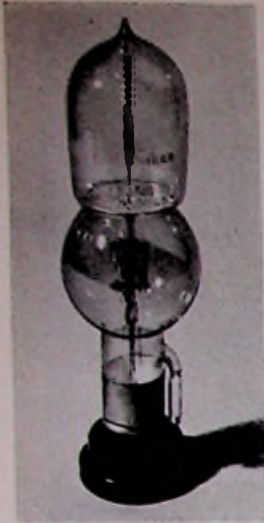


Bild 1: Lieben-Reiß-Röhre (1910). Photo Deutsches Museum München.

Die Technik der drahtlosen Telegraphie durchlief zunächst einige heute ziemlich primitiv anmutende Stufen. Auf der Senderseite waren dies: Knallfunken, Lichtbogengenerator (*Poulsenlampe*), tönende Löschfunken, dann die Hochfrequenzmaschinen verschiedener Systeme (*Goldschmidt, Epstein-Graf Arco, Alexanderson*), auf der Empfängerseite: Fritter mit Morseschreiber, Kontaktdetektor mit Telefon und bei Empfang ungedämpfter Signale: Ticker, Schleifer und Tonrad.

Die Röhre hat ungefähr ein Jahrzehnt gebraucht, um in der drahtlosen Technik merklichen Einfluß zu gewinnen. Ihre erste Andeutung war der *Fleming-Detektor* im Jahre 1905, welcher auf der einseitigen Glühkathodenemission (*Edison-Effekt*) beruhte. Die grundlegenden Erfindungen für die heutigen Elektronenröhren waren die gesteuerte Glühkathodenverstärkerröhre von *R. v. Lieben* (1906), der Audion-Detektor von *Lee de Forest* (1907) und die gittergesteuerte Verstärkerröhre von *R. v. Lieben, E. Reisz* und *S. Strauß* (1910) (Bild 1).

Die Firmen AEG, Felten-Guilleaume, S. & H. und Telefunken erwarben die *Lieben-Patente* und gründeten das *Lieben-Konsortium* mit einem gemeinsamen Laboratorium zur Weiterbearbeitung dieser Materie. Dessen erste normalisierte Verstärkerröhre — die „*Lieben-Röhre*“ — hatte eine Glühkathode, Quecksilberdampf-füllung, Steuergitter und Anode und war für damalige Zeiten ein erstaun-

licher Fortschritt der Nachrichtentechnik. Mit dieser arbeitend, schufen Telefunken-Ingenieure grundlegende Erfindungen auf dem Röhrenschaltungsgebiete. *O. v. Bronk* erfand im Jahre 1911 die Hochfrequenzverstärkung (Bild 2), *W. Schloemilch* und *O. v. Bronk* 1913 die Reflexschaltung. Im gleichen Jahr haben *A. Meißner* die Empfangs- und Verstärkungssteigerung durch Rückkopplung und *Graf v. Arco* bereits die Zwischenfrequenzüberlagerung erfunden. Für die Schwingungserzeugung — einerseits zur Empfangsüberlagerung ungedämpfter Signale, andererseits zum Senden selbst — waren die Erfindungen der Rückkopplung von *S. Strauß* (1912) und *A. Meißner* (1913) fundamental. Auf der Senderseite konnte man die Bedeutung des Röhreneinsatzes zuerst einmal im Bau verhältnismäßig kleiner und leichter Geräte erblicken, andererseits aber in der Möglichkeit des Telefoniesendens. Als ein entscheidender Vorteil erwies sich später die Möglichkeit, mit Röhren Sender von wesentlich höherer Frequenzkonstanz als bisher zu bauen.

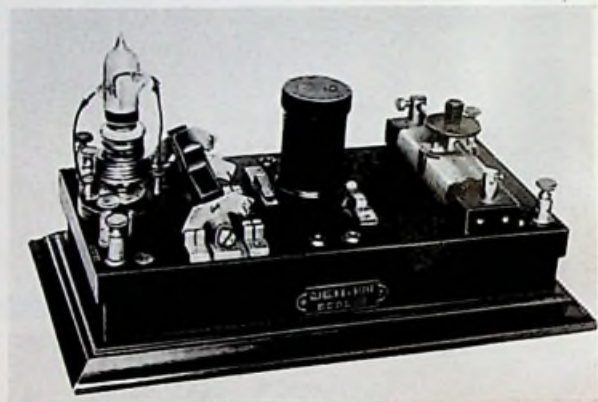


Bild 2: Hochfrequenzverstärker (O. v. Bronk, 1911).

Die Quecksilberdampf-röhre hatte ihre Verdienste als Schrittmacher der neuen Technik. Es zeigte sich jedoch bald, daß von ihr die erforderliche Zuverlässigkeit nicht zu erwarten war, auch nicht — wie lange vermutet — größere Leistungen für Sendezwecke. Telefunken begann daher kurzentschlossen im Mai 1914 eine eigene Hochvakuum-Röhrenentwicklung, deren Leiter *H. Rukop* wurde. Die Entwickler sahen sich in ihrer Neigung zum Hochvakuum durch die ersten Veröffentlichungen über Hochvakuumglühkathoden von *J. Langmuir* und *S. Dushman* in den Jahren 1913—1915 sehr bestärkt. Der spätere Erfolg bewies die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges.

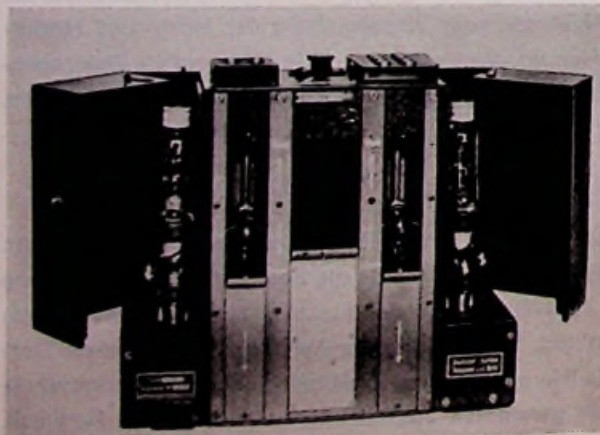


Bild 3: Zweistufiger Niederfrequenzverstärker (1914).

Röhren für Empfänger und Sender

Die ursprünglich kleine Röhrenmannschaft bei Telefunken (5 Mann) entwickelte zuerst eine Empfangsverstärkerröhre EVN 94 und einen zweistufigen Niederfrequenzverstärker EV 89 (Bild 3) für bewegliche Stationen (Mitte 1914) und begann auch sehr bald mit der Senderröhrenentwicklung. Schon 1915 brachte sie Senderöhren mit einigen Watt Nutzleistung heraus. Eine kleine Fabrikation entstand im Hause Tempelhofer Ufer, und bereits nach zweijähri-

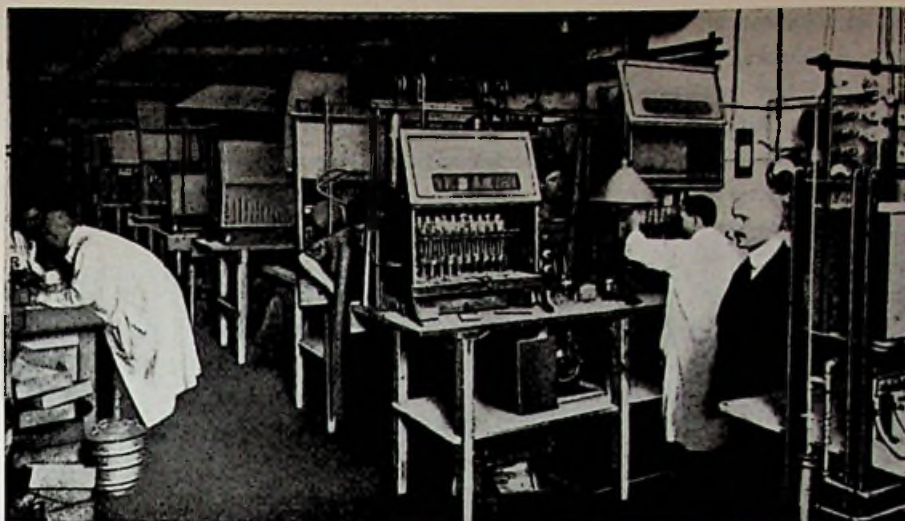


Bild 4: Röhrenfabrik Friedrichstraße (1917 — 1920)

ger Tätigkeit wurde es notwendig, die später sehr bekanntgewordene Röhrenfabrik Berlin, Friedrichstraße 235, einzurichten (Bild 4). Hier gelang es, die Produktion bis auf mehr als 1000 Empfängerröhren und über 100 Senderöhren pro Tag zu steigern. Unter den Senderöhren war die RS 15 mit 1,5 kW Nutzleistung die stärkste normalisierte Type während des ersten Weltkrieges und unseres Wissens damals der Weltrekord (Bild 5). In der Röhrenfabrik Friedrichstraße wurden auch die ersten Muster für Wasserkühlröhren (5 kW Nutzleistung) gebaut (1918) (Bild 6). An der Entwicklung und Fabrikation in den ersten Kriegsjahren waren neben H. Rukop vor allem beteiligt: K. W. Hausser †, A. Bardehle, W. Schloemilch †, Isolde Ganswindt-Hausser †, Gerlind Ganswindt, W. Kossel, O. Reinkober †, G. Wiedmann, O. Dölle †, T. Cobi und die beiden Glasbläsermeister A. Kühne † und K. Froberg †, wirkliche Meister ihres Faches.

Bald nach Beginn war die Röhrenentwicklung durch den ausbrechenden ersten Weltkrieg stark beeinflusst worden. Die Bearbeiter hatten damals alle Hände voll zu tun, die in der Praxis erforderlichen Typen zu schaffen und deren Fabrikation in genügender Stückzahl sicherzustellen. Es blieb ihnen wenig Möglichkeit für grundlegende wissenschaftliche Untersuchungen. Die nachfolgende Periode der Empfängerröhrenentwicklung von etwa 1920—1930 war daher weitgehend damit ausgefüllt, offene Fragen zu klären und die Grundlagen der Röhrentechnik durch systematische Versuche weiter auszubauen. Der zunächst wichtigste Teil dieser Arbeit spielte auf technologischem, insbesondere aber auf dem Kathodengebiet eine große Rolle. Schon 1915 entdeckte man die erhöhte Thorium-Emission. Sie konnte aber damals nicht ausgenutzt werden, weil sie in der ersten Zeit schlecht reproduzierbar war und die grundlegende Klärung noch fehlte. Gestützt auf inzwischen bekanntgewordene Arbeiten der General Electric Comp. wurde die stromsparende Thorium-Wolframkathode systematisch entwickelt und bildete dann einige Jahre lang die am meisten benutzte Kathodenart. Ungefähr zur gleichen Zeit begannen die Arbeiten, die Oxydkathode (Wehnelt-Kathode) auf den Stand zu bringen, der ihre Einführung in die Großserienproduktion erlaubte. Zahlreiche

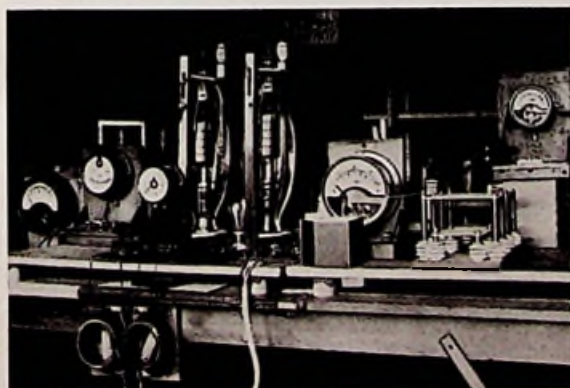
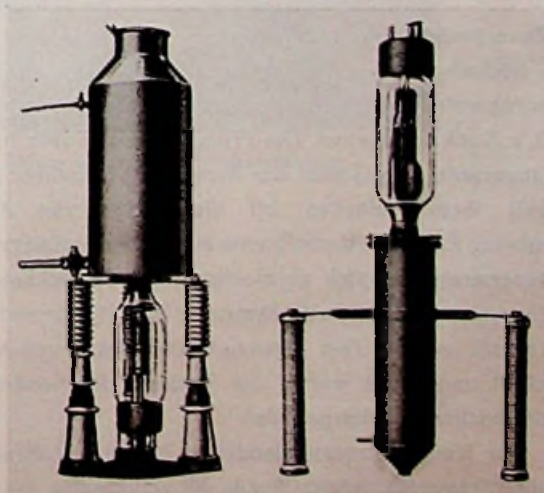


Bild 5: Einer der ersten KW-Sender (POX später AGA).

Bild 6 (rechts): Wassergekühlte Senderöhren, links mit Siedekühlung (1918), rechts mit Durchflußkühlung (1920).



Typen mit gleichstromgeheizten oxydbedeckten Fadenkathoden ergaben sich daraus. Aber auch schon im Jahre 1923 stellte Telefunken eine Versuchsserie von Röhren mit indirekt geheizten Barium-Oxydkathoden her, um die sich *H. Simon* verdient gemacht hat. Für den Fortschritt der Radiotechnik wurden sie von entscheidender Bedeutung, denn sie ermöglichten den Bau bequemer und billiger Empfänger mit Wechselstromheizung und machten die bis dahin üblichen, sehr lästigen Heizakkumulatoren überflüssig. Als eine Abart der Barium-Oxydfadenkathode wurde die Barium-Aufdampfkathode einige Jahre später eingeführt, die bei Batterieröhren, Endröhren und Gleichrichtern noch bis in die Mitte der 30er Jahre eine merkliche Rolle gespielt hat.

In der Zwischenzeit hatte sich auf organisatorischem Gebiet in der Telefunken-Röhrenentwicklung und -fertigung eine erhebliche Umwandlung vollzogen. Als nach dem ersten Weltkrieg das Wehrmachtsgeschäft aufhörte, aber ein Ersatz, den einige Jahre später der ansteigende Rundfunk bot, noch nicht klar zu erkennen war, wurde die Röhrenfabrik Friedrichstraße im Jahre 1920 geschlossen. Die Weiterarbeit wurde auf dem Gebiet der Empfängerröhren und Senderöhren mit Glaskolben dem Werk Osram A in Berlin, Sickingenstraße, und für das Wasserkühl-Senderöhrengbiet dem Wernerwerk S. & H. übertragen, welches diese Arbeiten zusammen mit denen für medizinische Röhren betrieb. An beiden Stellen richtete aber Telefunken Laboratorien und Prüffelder ein.

Röhren für Rundfunk und kurze Wellen

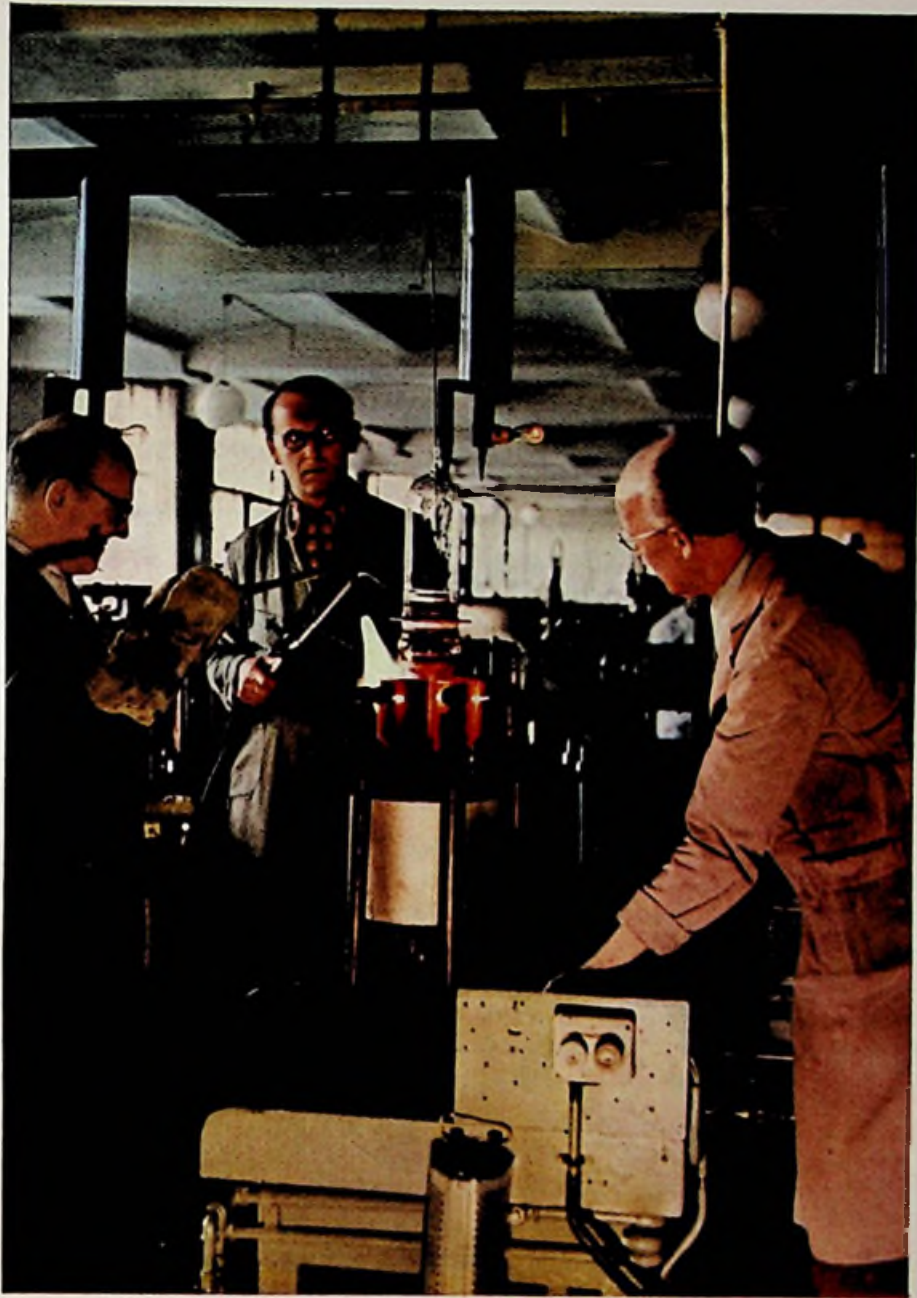
Auf dem Gebiet der Glaskolbensenderöhren hielt man zunächst noch an dem technologischen Stand fest, der Ende des Krieges erreicht worden war. Die Wolframkathode beherrschte noch längere Zeit das Feld, aber bereits in der zweiten Hälfte der 20er Jahre begann man auch mit der Entwicklung von Senderöhren mit Thorium-Wolframkathode. Telefunken war in diesen Arbeiten führend und brachte als erste Firma Senderöhren mit Thoriumkathoden heraus, die hohe Spannungen aushielten und lange Lebensdauer hatten. Es war sogar möglich, durch den kleineren Heizleistungsbedarf der Thoriumkathoden den Röhren eine solche Emissionsreserve zu geben, daß ihre Lebensdauer wesentlich besser wurde als die der vergleichbaren Röhren mit Wolframkathode.

Einen besonderen Impuls zu einer fortschrittlichen Typenentwicklung auf dem Gebiet der Glassenderöhren gab das Aufkommen der Kurzwellentechnik. Sendeamateure hatten entdeckt, daß das Band zwischen 15 und 100 m Wellenlänge unerwartete Reichweite zeigt (mehrmals um die Erde, wie sich später herausstellte). Dabei war der Leistungsbedarf unvergleichlich viel kleiner als bei den bisher für transozeanischen Verkehr benutzten Langwellensendern. Telefunken setzte daher sofort eine sehr intensive Entwicklung an, den genannten Kurzwellenbereich technisch zu erschließen und für den Nachrichtenweitverkehr und später auch für den Rundfunk nutzbar zu machen. Die Senderöhren für dieses Band brauchten infolge der hohen Blindströme Spezialdimensionierungen, die zu Hartglaskolben mit Molybdändurchschmelzungen und zu koaxialen Anordnungen mit kleinen Kapazitäten im System und kleinen Induktivitäten der Zuleitungen führten (RS 207).

So wie die zufällige Entdeckung der großen Reichweiten der Kurzwellen einen starken Impuls für die Senderöhrenentwicklung abgegeben hatte, so hat umgekehrt bereits zu Anfang der 20er Jahre die Senderöhre die gesamte Sendertechnik entscheidend beeinflusst. Die ersten Röhrensender waren selbsterregte. Dieser Weg schien durch die grundlegenden Erfindungen von *S. Strauß* und *A. Meißner* vorgezeichnet und durch die Analogie zum Poulsensender auch sehr naheliegend. Es schien auch der Weg kleinsten Aufwandes zu sein. Unbefriedigend blieb jedoch diese Senderart in bezug auf Frequenzkonstanz sowie Qualität und Zuverlässigkeit der Modulation.

Rückschauend und mit unseren heutigen Kenntnissen gerüstet ist es fast unverständlich, daß man nicht von vornherein fremdgesteuerte Sender baute. Das Prinzip der Hochfrequenzverstärkung hatte doch bereits 1911 *O. v. Bronk* angegeben. Die Probleme lagen aber hier auf der Senderseite viel schwieriger als auf der Empfängerseite. Die Gefahr der Erregung parasitärer Schwingungen ist bei den Senderöhren sehr viel größer, weil ihre Steilheiten oft die Größe von A/V erreichen, verglichen mit mA/V bei Empfängeröhren. Es mußte deshalb eine eigene Neutralisierungstechnik erarbeitet werden, um überhaupt den Fremdsteuersender möglich zu machen. Die Entwicklung des Fremdsteuersenders ist die Leistung eines unserer führenden Ingenieure *W. Kummerer* († 1941) der im festen Glauben an die Notwendigkeit und den Erfolg dieser Technik mit der ihm eigenen Gründlichkeit und Ausdauer dieses Problems löste. Zu einer eigenen Wissenschaft und Kunst wurde die Technik der Senderneutralisierung durch Kummerers engsten Mitarbeiter *W. Buschbeck* weitergebildet.

Der fremdgesteuerte Sender in höchster Vollendung ist der vielstufige quarzgesteuerte. Erst durch seine hohe Frequenzkonstanz wurde die vollständige Ausnutzung des Radiospektrums möglich, was für die weitere



Harzlöten von Senderöhren-Anoden im Röhrenwerk Berlin Sickingenstraße

Entwicklung der drahtlosen Nachrichtentechnik von größter Bedeutung wurde. Von entscheidendem Einfluß wurde der Fremdsteuersender später für die Entwicklung der Kurzwellentechnik. Nur mit ihm ist es möglich, bei Antennen und Leitungsdimensionen, die mit der Wellenlänge vergleichbar sind, eindeutige Verhältnisse zu schaffen.

Auch das Modulationsproblem bekam durch den Fremdsteuersender ein neues Gesicht. Die vorzügliche Modulierbarkeit des Fremdsteuersenders bot die Möglichkeit, neben dem Telegrafiebetrieb auch den Telefoniebetrieb im drahtlosen Weitverkehr einzuführen. Diese stetige und vor allen Dingen auch klirrfaktorarme Modulierbarkeit war das Fundament, auf dem sich der Rundfunk überhaupt erst entwickeln konnte. Viele Untersuchungen über die beste und wirtschaftlichste Modulationsart wurden in jener Zeit durchgeführt. Telefunken entschied sich nach eingehenden Messungen bei Großsendern für die Anodenspannungsmodulation der Endstufe. In einem Niederfrequenzverstärker gewaltigen Ausmaßes wird die Sprach- oder Musikdarbietung etwa bis zur Nennleistung des Senders verstärkt und zwecks Modulation der Sender-Endstufe zugefügt. Telefunken-Ingenieure, insbesondere auch der langjährige Leiter der Senderentwicklung W. Kummerer, erreichten in diesen Entwicklungen Weltspitzenleistungen. Bereits Ende der 20er Jahre wurde zur Erzielung größter Klirrfaktorfreiheit die Gegenkopplung im Großsenderbetrieb eingeführt. Sie war so angelegt, daß sie sämtliche Verzerrungsquellen erfaßte: sie arbeitete von einem an die Antenne angekoppelten linearen Gleichrichter zurück auf eine der ersten Stufen des Niederfrequenzverstärkers.

Der aufkommende Rundfunk gab durch seinen Bedarf an großen Leistungen wieder einen starken Anstoß zur Weiterentwicklung der Wasserkühlröhre, die in Gemeinschaftsarbeit mit dem S. & H.-Röhrenlaboratorium (K. W. Hausser und S. Ganswindt) durchgeführt wurde. Zwei der dort geschaffenen Typen (RS 300 mit 300 kW Strichleistung und RS 301 mit 400 kW Modulationsspitzenleistung) zeigen höchst bemerkenswerte technische Einzelheiten, nämlich halbindirekt geheizte koaxiale Tantal- (zeitweise Niobium-) Rohrkathoden mit Außenfederung über Wellrohre.

Pentoden, Hexoden, Mischung und Schwundausgleich

Das kräftige Aufblühen und stetige Wachsen des Rundfunks gab auch der Empfängerröhrenentwicklung neue entscheidende Impulse. In den 20er Jahren hatte — wie bereits erwähnt — der Hauptteil der Laboratoriumsarbeit auf technologische Grundlagen und geeignete Kathodenformen hingeeht. Auf dem Gebiet der Systementwicklung hielt man sich zunächst zurück, ja man hegte sogar lange Zeit das Ideal, möglichst mit einer „Einheitstypen“ für den gesamten Empfänger durchzukommen. Dabei lagen die Ansätze für mancherlei Systementwicklungen zu verschiedenen Funktionszwecken schon ziemlich weit zurück. Bereits 1915 hatten J. Langmuir und unabhängig davon W. Schottky die Raumladungsgitterröhre erfunden, die es gestattete, mit kleinster Anodenspannung (schon mit 6 Volt) zu arbeiten. Etwa 1920 wurde eine solche Röhre von Telefunken vorübergehend in Fabrikation genommen, aber sie erwies sich in der Folgezeit als entbehrlich. Größere Bedeutung erlangte die Erfindung der Schirmgitterröhre durch W. Schottky (1915), die später durch Kombination mit dem Bremsgitter — erfunden 1926 von G. Jobst — zur Pentode erweitert wurde. Die erste Hochfrequenzverstärkerpentode von Telefunken war die RENS 1819. Sie und ihre Nachfolgerinnen wurden ein entscheidendes Element in allen Hoch- und Zwischenfrequenzstufen der Empfänger.

Die Arbeit Telefunkens auf dem Empfängergebiet war in den ersten 20er Jahren hauptsächlich auf den Bau von Empfängern für den Nachrichtenweitverkehr gerichtet. Es entstanden die ersten Großempfänger für den transozeanischen Nachrichtendienst, die in ihrer Vielseitigkeit zu den beachtlichsten Leistungen der Nachrichtentechnik überhaupt gehören. In diese Zeit fällt auch eine Ingenieurleistung auf dem Empfängergebiet, die heute jedem Laien zu einer Selbstverständlichkeit geworden ist, nämlich die Einknopfabstimmung des Zwischenfrequenzempfängers, die bereits 1924 von W. Runge bei Telefunken angegeben wurde.

Mit der fortschreitenden Ausbreitung und Gütesteigerung des Rundfunks trat in Deutschland zu Beginn der 30er Jahre der Zwischenfrequenzempfänger (meist „Super“ genannt) immer mehr in den Vordergrund. Er bot in seinem Prinzip die besten Voraussetzungen für einen Empfänger hoher Qualität und war späterhin, als der Kurzwellenrundfunk an Bedeutung gewann, entschieden überlegen. Dieser Erfolg war vor allem auf die Entwicklung geeigneter Mischröhren zurückzuführen. Während in den ersten Jahren die Mischung mit irgendwelchen zufällig vorhandenen Röhren, wie Schirmgitterröhren und Raumladegitterröhren, vor-

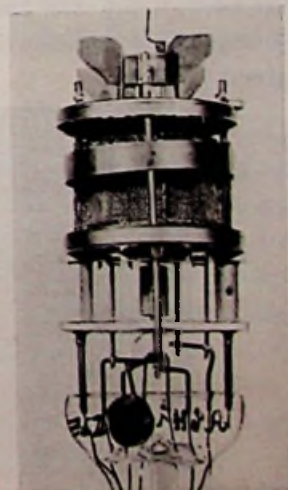


Bild 7: Mischhexode ACH 1.

genommen wurde, was mancherlei Schwierigkeiten brachte, begann im Jahre 1932 bei Telefunken eine systematische Spezial-Mischröhrenentwicklung (K. Steimel). Als erste dieser Röhren erschien im Rundfunkprogramm 1933 die Mischhexode RENS 1224. Die Weiterentwicklung des Zwischenfrequenzempfängers zum vorstufenlosen Empfänger (Mischröhre als Eingangsstufe) führte im darauffolgenden Jahr zur Entwicklung der Schwund-Triode-Hexode ACH 1 (Bild 7). Parallel zur Trioden-Hexoden-Entwicklung kam von Amerika die Entwicklung der Pentagrid-Converteröhre, die auch in Europa in Form der Oktode eingeführt wurde. In mehrjährigem Wettbewerb erwies sich die Triode-Hexode als qualitativ überlegen, während die Pentagridröhre und ihre verschiedenen Nachfolgerinnen sich als etwas leichter fabrizierbar zeigten. Entsprechend den verschiedenen Tendenzen der Rundfunkmärkte beherrschte die erste Röhrenart sehr bald den europäischen Markt, während die zweite in Amerika überwiegend angewandt wurde.

Dem Spezial-Mischröhrenprogramm lag insofern eine neuartige Tendenz zugrunde, als dadurch die Arbeit für den Apparateentwickler vermindert, die Sicherheit und Gleichmäßigkeit der Gerätefertigung gefördert und insbesondere der Bau des Supers so erleichtert werden sollte, daß er auch von kleinen, mit geringerem Entwicklungsaufwand arbeitenden Apparatebaufirmen auf den Markt gebracht werden könnte. Dieses Prinzip erwies sich, obwohl es den Röhrenbau erschwerte und verteuerte, als sehr fruchtbar und wurde allmählich verbreitert. So entstanden die Dioden, die Kombinationsröhren mit Dioden und die Regelröhren. Parallel hiermit ging die Entwicklung verschiedener Kathodenarten für bestimmte Anwendungszwecke, und zwar der indirekt geheizten 4-Volt-Kathoden (A-Serie) für Wechselstrom, der B- und C-Serien für Gleich- oder Wechselstrom (Allstrom) sowie der E-Serie (6,3 Volt), ursprünglich für Autoempfänger gedacht, aber ebensogut für Wechselstrom (Bild 8 a . . . d) verwendbar.

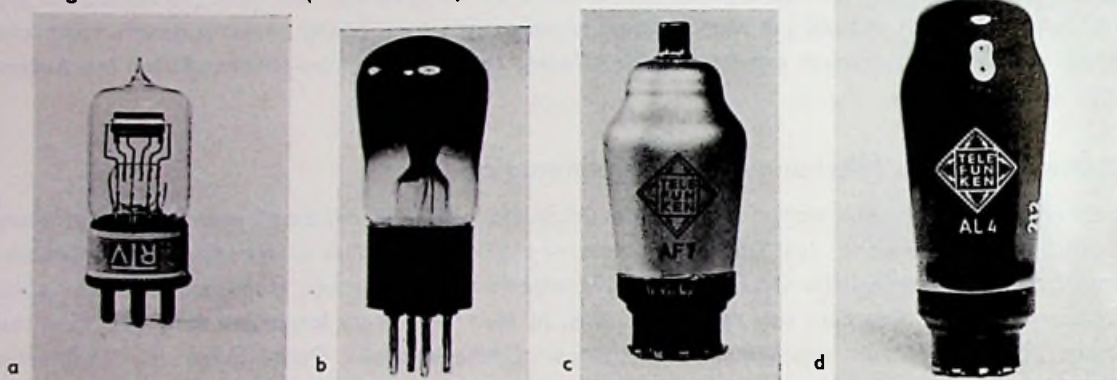


Bild 8: Empfänger und Verstärkerröhren. a) RE 11 (1923), b) RE 144 (1927), c) AF 7 (1935), d) AL 4 (1936).

Gleichzeitig mit den erwähnten Entwicklungsreihen liefen einige technologische Neuerungen, wie z. B. die Bifilarkathode, durch die die indirekt geheizte Röhre erheblich verbessert werden konnte. Ihr Hauptzweck ist die Vermeidung des Heizbrumms und der Störgeräusche, die durch eine zu hohe Temperatur des Heizfadens ausgelöst werden können. Eine andere wichtige Telefunken-Entwicklung dieser Zeit, die auch in der heutigen Röhrentechnik ihre Bedeutung bewahrt hat, war die Einführung der Profilkathode. Es war lange Zeit ein Problem, die günstigste Gitterform zu finden. Bei der bis dahin allein üblichen Rundkathode brachten die Gitterstege erhebliche Störungen des elektrischen Feldes. Profilkathoden zur Verbesserung des letzteren bewährten sich fabrikatorisch nicht. Die Profilkathode jedoch gestattete, dem Gitter die aus fertigungstechnischen Gründen günstigste Form zu geben. Sie hat sich sowohl bei Endröhren als auch bei vielen kleinen Senderöhren durchgesetzt (Bild 9).



Bild 9: Verschiedene Kathoden. Von links nach rechts: Nickelbandkathode, Rundkathode Bifilarbrenner (Kehrwende, der AF 7), Rundkathode mit Bifilarbrenner (Doppelkehrwendel einer Pico-Röhre), Profilkathode einer Pico-Röhre, zwei Profilkathoden von Endröhren.

Durch Schaffung der vorgenannten Röhrenserien mit ihren dem Bedürfnis des Apparatebauers angepaßten Typen erzielte die Telefunken-Röhrenentwicklung eine gewisse Ruhezeit, die mit intensivster Forschungs- und Vorentwicklungsarbeit ausgefüllt war. Ihre Arbeiten waren zum Teil auf die Ergründung der inneren Röhreneigenschaften (Kennlinienform, Stromverteilung, Rauschen, Laufzeiteffekte, insbesondere Eingangsdämpfung) und zum Teil auf die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Röhre und Schaltung (Mehrdeutigkeit, Frequenzverwerfung, Hochfrequenzverzerrung, Diodengleichrichtung, Endröhrenprobleme) gerichtet. An diesen Forschungsarbeiten waren vornehmlich beteiligt: *H. Rothe, W. Kleen, K. Wilhelm, E. Kettel, J. E. Scheel*. Die Arbeiten fanden zum größten Teil ihren Niederschlag in Aufsätzen der „Telefunken-Röhre“, die damals zu einem angesehenen wissenschaftlichen Fachblatt wurde. Viele dieser Arbeiten bildeten auch die Grundlage zu dem späteren Sammelwerk von *H. Rothe* und *W. Kleen* über „Elektronenröhren“.

Die harmonische Röhrenserie

Gestützt auf diese Vorarbeiten, brachte die Telefunken-Röhrenentwicklung unter Leitung von *K. Steimel* im Jahre 1937 die „harmonische Röhrenserie“ heraus. Sie enthielt eine vollzählige Typenauswahl, die allen Wünschen gerecht wurde. Die Regeleigenschaften waren bestens abgestimmt, und in den Hochfrequenz- und Mischstufen waren die elektronischen Störeffekte — wie Eingangsdämpfung und Frequenzverwerfung — in hohem Maße reduziert. Daneben verkörperte die Serie bei sämtlichen Typen folgerichtig den Grundsatz, alle Zuführungen auf einer Seite anzuordnen. Bis zu diesem Zeitpunkt hatten die Hochfrequenz- und Mischröhren zwecks Verkleinerung der Gitter-Anodenkapazität den Anoden- oder den Gitteranschluß am oberen Kolbenende, eine für den Empfängerbau unbequeme Form. Die Einführung der einseitigen Bauweise wurde damals durch gleichzeitigen Übergang auf den Stahlkolben bei allen Hochfrequenzröhren sehr erleichtert. Die einendige Bauweise hat sich in der Röhrentechnik aller Erdteile außerordentlich schnell durchgesetzt. Bereits ein halbes Jahr später erschienen amerikanische Röhren unter dem später sehr verbreiteten Schlagwort „single ended-tubes“. In den Stahlröhren der harmonischen Serie war noch ein weiteres Konstruktionsprinzip verwirklicht, das bald allgemeine Verbreitung fand, nämlich das „freitragende“ Elektrodensystem, bei dem die Isolierbrücken, die die Gitter und die Kathode halten, selbst von der Anode getragen werden.

In den anschließenden Jahren war die Telefunken-Röhrenentwicklung unter anderem damit beschäftigt, weitere Voraussetzungen zur Verbesserung und Verbilligung der Rundfunkapparatetechnik zu schaffen. Die nächsten Schritte in dieser Richtung waren die V- und U-Allstromröhren mit besonders kleinem Heizstrombedarf. Die V-Röhren (50 m A-Heizung) waren hauptsächlich für den Volksempfänger bestimmt, während die U-Röhren (100 m A-Heizung) in den normalen Allstromgeräten angewandt wurden. In diese Zeit fällt auch die Entwicklung der Kombinationsröhre (Triode + Endpentode), die erstmalig als VCL 11 für den deutschen Kleinempfänger gebaut wurde. Weitere Planungen, die darauf abzielten, im Jahre 1940 den Bau eines Supers in der Volksempfänger-Preisklasse zu ermöglichen, wurden durch den Ausbruch des zweiten Weltkrieges unterbrochen. Dasselbe Schicksal ereilte auch eine Sonderentwicklung auf dem Gebiete der Endröhren für Kraftverstärker. Hier war eine Röhrentype vorbereitet, die es ermöglichte, mit den üblichen Rundfunkbauelementen einen 75-Watt-Verstärker zu niedrigem Preis herzustellen. Die von uns konsequent durchgeführte Politik der Rundfunkröhrenentwicklung, auch die unausgesprochenen Wünsche des Apparatebauers zu erfüllen, hatte zu vollem Erfolg und insbesondere zu einem Vertrauensverhältnis zwischen Röhren- und Apparatebauern geführt. Sie hat auch trotz enormer Qualitätssteigerung eine erheblich sinkende Preisentwicklung im Apparatebau begünstigt.

Fernseh- und Spezialröhren

Die 30er Jahre waren auch die Entwicklungszeit des Fernseh- und Rundfunks. Für die Mischstufe der Empfänger war eine Spezialentwicklung noch nicht erforderlich, da das Fernsehen sich damals im 7-m-Band abspielte, in dem die Trioden-Hexoden noch gut brauchbar blieben. An Spezialröhren für den Empfänger war in erster Linie eine Breitbandverstärkerröhre für die Zwischenfrequenz erforderlich. Diese Aufgabe wurde von der Röhre EF 14 gelöst. Ebenso wichtige Entwicklungsaufgaben lagen auch in den Spezialröhren für den Ablenkteil und in der Erzeugung der Hochspannung für die Braunsche Röhre aus der Zeilenablenkspannung vor, wofür die Röhre ES 111 eine besonders interessante Lösung bildete.

Auch auf der Bildröhrenseite wurden schon damals entscheidende Entwicklungen durchgeführt. So wurde von Telefunken-Ingenieuren bereits im Jahre 1939 die Rechteckbildröhre geschaffen. Sie war wesentlich mitbestimmend für den geplanten deutschen Fernseh-Einheitsempfänger FE 1.

Zu Beginn der 30er Jahre begann Telefunken wieder eine eigene Röhrenentwicklung für das Nicht-Rundfunkgebiet. Neben dem Weitverkehr wurden auch transportable Geräte verschiedenster Art in immer größerer



Bild 10: Die Pentode RV 12 P 2000.

bekanntgewordenen Röhre RV-12-P-2000 die gestellten Anforderungen erfüllt seien (Bild 10). Die „Einheitstypen“ blieb aber ein frommer Wunsch, denn daneben wurden doch wieder Röhren für besondere Zwecke verlangt.

In einigen Punkten wirkte sich die Spezialröhrenentwicklung doch sehr positiv aus. Sie veranlaßte in erheblichem Umfang neue technologische Maßnahmen. Die Systeme und Röhrenkolben waren meist merklich kleiner als bei den entsprechenden Rundfunkröhren. Dabei wurden zahlreiche sockellose Röhren (wie heute auch im Rundfunk üblich) geschaf-



Bild 11: Erste Senderöhre in Einendausführung (LS 50).

fen. Eine besondere Rolle spielte — allerdings erst anfangs der 40er Jahre — die Entwicklung einer Kolbennormenreihe, die zwar keineswegs billig war, aber dafür wirklich schwierigste Forderungen gut erfüllte, die man an Röhren für Sondergeräte zu stellen pflegt.

Die gleichen Gründe, die zu der Spezialempfängerröhrenentwicklung geführt hatten, beeinflussten auch die Senderöhrenentwicklung in nicht geringem Maße. Es entstand ein erhebliches Interesse an kleineren und mittleren Typen. Die kleinen Senderöhren konnten in ihrer Technik den Spezialempfängerröhren ähnlich gebaut werden. Für mittlere Leistungen (über 20 Watt) wurde die Pentodenentwicklung bis zu Meterwellen vorwärtsgetrieben. Ein wesentlicher Schritt zur Verbesserung der Kurzwellen-Eigenschaften war die Benutzung einer zweiten Bremsgitterausführung am oberen Kolbenende neben der Anode, wie etwa bei der 800-Watt-Pentode RS 384. Gegen Ende der 30er Jahre wurde die LS 50 (Bild 11) eingeführt, die erste Senderöhre mittlerer Größe (50 Watt) in Einendausführung. Ein weiterer technologischer Fortschritt war die Einführung der Oxydkathode in Außenanodenröhren wie bei der RV 900 (Bild 12).

Die Entwicklung der Wasserkühlröhren war, was den Rundfunk- und Langwellen-

Zahl verlangt. Navigation, Nachrichtenverkehr mit Flugzeugen und Sondergeräte der Wehrmacht erforderten eine den Spezialbedürfnissen angepaßte Röhrenentwicklung, denn hier waren Typen erwünscht, die weniger dem Wandel der Zeit unterworfen waren als die damaligen Rundfunkempfängerröhren. Man glaubte auch, den alten Traum nach der „Einheitstypen“ realisieren zu können. Hinzu kamen noch Sonderwünsche bezüglich der mechanischen Ausführung, wie schnellste Auswechslung und Unempfindlichkeit gegen Stöße. Eine Zeitlang schien es, als ob mit der in sehr großen Stückzahlen gebauten, weit

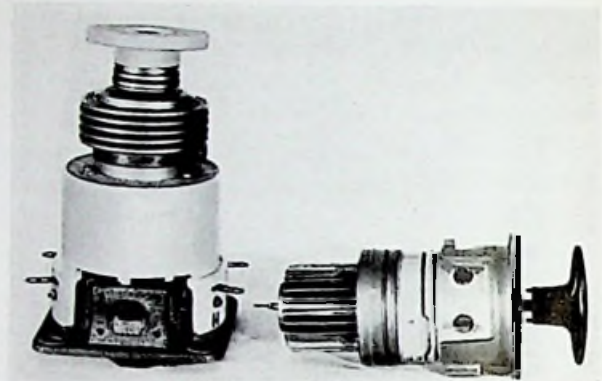


Bild 12: Außenanoden-Röhre mit Oxydkathode (RV 900).



Bild 13: Großleistungsrohr für das Kurzwellengebiet (RS 257).

bereich betrifft, in den 30er Jahren hauptsächlich auf die Verbilligung des Sendebetriebs abgestellt. Eine besondere Bedeutung erlangte die Type RS 366, die für die Bestückung fast aller deutschen und auch vieler ausländischen Rundfunksender benutzt wurde. Nebenher wurde u. a. die Entwicklung von Wasserkühlröhren mit Trägerleistung bis zu 500 kW betrieben. Sie kam aber nicht zu einem Abschluß, da das Interesse des Kunden wieder nachließ.

In dieser Zeit entstand auch der Bedarf an Großleistungsröhren für das Kurzwellengebiet. Hierfür wurde im Osram-Werk A die Röhre RS 257 (Bild 13) entwickelt und für transozeanische Kurzwellensender (Rundfunksender für die Olympischen Spiele in Berlin 1936) in größeren Stückzahlen gebaut. Eine besonders interessante Kurzwellensenderöhre, die allerdings erst anfangs der 40er Jahre fertig wurde, war die RS 564. Sie war die erste Großleistungsröhre mit Thorium-Wolframkathode, hatte eine Trägerleistung von rund 100 kW bei 100%iger Modulierbarkeit und arbeitete mit der bei Thoriumkathoden damals unwahrscheinlich hohen Anodengleichspannung von 12 000 Volt. Ihre Zuleitungen waren koaxial.

Der mit der RS 564 bestückte Kurzwellensender „Marius“ war seinerzeit in Anbetracht des kontinuierlichen Abstimmbereiches von 15 bis 90 m Wellenlänge bei schnellstem Wellenwechsel eine Weltbestleistung und wohl auch das Meisterwerk seines Erbauers W. Buschbeck.

Bei Fernsehsendern spielt die trotz der Anwendung von Ultrakurzwellen relativ große Bandbreite eine besondere Rolle. Die für die Senderendstufe zu stellenden Anforderungen konnten durch eine Sonderausführung der Röhre RS 257 mit Thoriumkathode und erhöhter Steilheit erfüllt werden. Daneben waren noch einige Spezialröhren für den Breitbandmodulator erforderlich. Auch an den Entwicklungsarbeiten auf der Studioseite hatte Telefunken in dieser Zeit entscheidenden Anteil. Telefunken-Ikonoskope und -Super-Ikonoskope gestatteten den Bau von für die damalige Zeit hochwertigen Aufnahmeapparaturen. Nachdem mit den von uns gebauten Kameras schon während der Berliner Olympiade (1936) ein öffentlicher Fernsehbetrieb mit Projektionsempfängern in Fernsehstuben eingerichtet worden war, konnten im Jahre 1939 die Heimempfänger in großem Umfange erprobt werden.

Röhren für Dezimeter- und Zentimeterwellen

In den 30er Jahren begannen neben den geschilderten Entwicklungen in größerem Umfang auch solche im Dezimeter- und Zentimeterwellengebiet für Navigation, Richtfunkverbindungen, Radartechnik und Fernsteuerung. Abgesehen von der Magnetfeldröhren- (Magnetron-) Entwicklung, die seit etwa 1935 bei uns lief, bemühten wir uns, auch die normale gittergesteuerte Elektronenröhre für die kürzesten Wellen brauchbar zu machen. Die Probleme waren hier die Kapazitäten und Selbstinduktionen sowie die Laufzeiteffekte. Genauer genommen ist es meist nicht die Kapazität schlechthin, sondern das Verhältnis Steilheit zu Kapazität, das die Eignung einer Röhre für dieses Wellengebiet bestimmt, und das vor allem beachtet werden muß.

Im Kampf gegen die störenden Einflüsse der Elektrodenzuleitungs-Induktivitäten gelangte man zunächst zu flachen Böden mit parallel verzweigten Stiftdurchführungen und dicht am Boden liegenden Systemen, wie sie LD 1, LD 3 und LD 5 aufweisen. Sie hatten Oxydkathoden, wenige Watt Leistung und Grenzwellen bei etwa 20 cm. Ein anderer Weg führte zu Gegentaktröhren mit Schirmgittern, teils auch Bremsgittern, bei denen die Kathoden, die Schirmgitter und die Bremsgitter im Innern kurzgeschlossen waren (LV 4, RS 383 und LS 125 mit 200 Watt Dauerleistung, fremderregt bei $\lambda = 1$ m). Eine weitere Vervollkommnung auf diesem Wege war das Einbringen des Schwingungskreises in den Kolben, das immerhin noch 10% Wellenvariation gestattete und zu einer Type von 100 kW Impulsleistung bei $\lambda = 50$ cm führte (LS 600) (Bild 14). Die letztgenannten Röhren

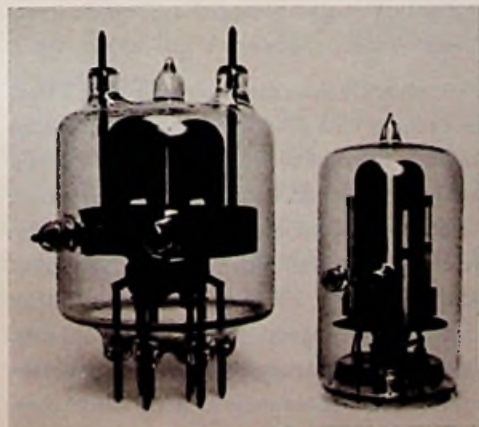


Bild 14: Röhren mit eingebauten Schwingkreisen.

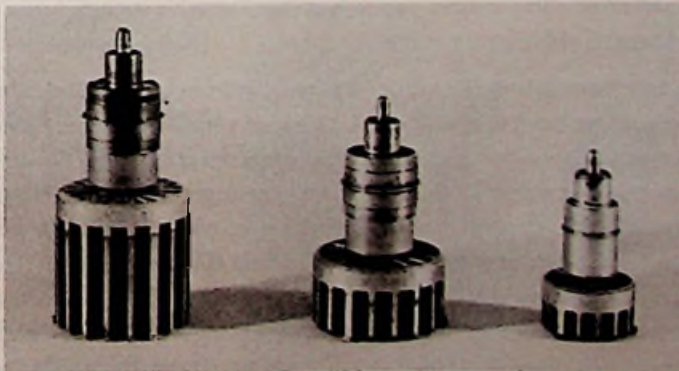


Bild 15: Metallkeramikröhren. Von links nach rechts: LS 500, LD 7, LD 11.

wurden durch *F. Hülster* und *K. Koopmann*† entwickelt. Aus weiteren Versuchen war es zu ersehen, daß ein erheblicher Sprung in der Herabsetzung der Grenzwellenlänge — sagen wir um 1 bis 2 Oktaven — nur durch völlig koaxiale Zuleitungen erzielt werden konnte. Hierfür ergaben sich zwei Wege, die Scheibendurchführung durch Glas und die Metall-Keramiktechnik. In Verfolgung des ersten wurden Kupferscheibendurchführungen in Weichglas sowie auch Kovardurchführungen in Hartglas versucht. Der erste Weg war hauptsächlich für Röhren kleinerer Leistung, der zweite für Röhren größter Leistung gedacht. Es gelang bereits um 1940, nach beiden Methoden sehr brauchbare Dezimeterrohre zu bauen. Die technologischen Schwierigkeiten waren allerdings nicht gering. Die Metall-Keramiktechnik aber, die etwa um 1935 von *H. Pulfrich* begonnen wurde, ermöglichte höhere Genauigkeit im Systemaufbau, insbesondere im Gitter-Kathodenabstand. *G. Tschoepe*† entwickelte nach Auffinden einiger technologischer Kunstgriffe eine Serie von Metall-Keramikröhren. Es gelang, mit den Empfängerröhren LD 10, LD 11, LD 12 auch in das Zentimeterwellengebiet vorzudringen. Die LD 12 arbeitete als selbstschwingender Generator noch bis etwa 7 cm; als fremdgesteuerte Verdopplerröhre lieferte sie eine Leistung von nahezu 1 Watt bei $\lambda = 5$ cm. LD 7 und LD 9 (Bild 15) waren sowohl als Dauerstrichtriode wie auch als Impulsröhren geeignet. In letzterem Falle gaben sie Leistungen von rund 10 kW ab, während ihre Dauerstrichleistungen im Dezimetergebiet bei 200 Watt lagen. LD 9 wurde als Impulsröhre noch bei 9 cm erfolgreich benutzt. In der Praxis arbeiteten die Metall-Keramikröhren hauptsächlich im Gebiete von 20—30 cm.

Die bisher erwähnten Metall-Keramikröhren hatten nahezu ebene, genauer genommen kalottenförmige Elektroden. Es wurden aber auch Röhren mit zylindrischem Systemaufbau entwickelt, die für größere Leistungen bei etwas längeren Wellen mit kontinuierlichem Betrieb geeignet waren. Die erste Type dieser Bauart, die auch in Serienproduktion genommen wurde, war die LS 500. Sie gab bis ungefähr 80 cm Wellenlänge rund 500 Watt Trägerleistung bei kontinuierlichem Betrieb und nahezu 100prozentiger Modulation ab. Eine LS 1000 mit rund der doppelten Leistung lag 1944 in den ersten Entwicklungsmustern vor. Röhren nach diesem Bauprinzip mit noch größeren Leistungen und für kürzere Wellen waren projektiert.

In der Funkmeßtechnik wurden auch Modulatorröhren zur Erzeugung der Impulsanodenspannung für die Generatorröhren benötigt. Dies mußten Röhren mit ungleich höherer Spannungsfestigkeit und hoher Emission sein, jedoch mit sonst normaler Elektrodenform.



Bild 16: Gasentladungsröhre zum Schutze des Empfängers bei Radargeräten (Nullode).

Eine weitere Spezialröhrenentwicklung ergab sich aus Bedürfnissen der Funkmeßtechnik. Dort ist es üblich, Sender und Empfänger an ein und derselben Antenne arbeiten zu lassen. Bei größeren Leistungen sind dann Mittel erforderlich, den Empfänger vor Schädigungen durch den Sendepuls zu schützen. Diese Aufgabe wurde durch die „Nulloden“ erfüllt (Bild 16), Röhren, in denen eine vom Sendepuls veranlaßte kurzzeitige Gasentladung einsetzt, so daß ein schützender Kurzschluß am Empfängereingang entsteht (*W. Stepp*). Die Entwicklung dieser scheinbar so einfachen

Röhren erforderte eingehende physikalische Untersuchungen über die zweckmäßigste Füllung, denn es war notwendig, die „Entelektronisierungszeit“ — d. h. den Zeitraum, in dem sich die freien Elektronen nach Abklingen des Sendepulses an Moleküle anlagern — so kurz wie möglich zu machen. Sie wurden von dem durch seine grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiet der Röhren bei höchsten Frequenzen bekannten *Johannes Müller* durchgeführt.

Magnetfeldröhren

Seit vielen Jahren war es den Röhrenphysikern klar, daß bei aller kürzesten Wellen die gittergesteuerte Röhre wegen der Laufzeiteffekte der Elektronen versagen würde. Es war deshalb eine sehr wichtige Frage, welche Art von Röhren (vorwiegend für Schwingungserzeugung) für cm-Wellen brauchbar wäre. Derartige Röhren konnten nur unter Berücksichtigung oder sogar unter spezifischer Ausnutzung von Laufzeiteffekten arbeiten. Die ältesten grundlegenden Erfindungen auf diesem Gebiete waren die *Barkhausen-Kurzröhre* und das *Magnetron*, letzteres erfunden von *A. Zacek* (1923 einanodig). Telefunken entschloß sich Ende der 20er Jahre zur Bearbeitung von Röhren im Laufzeitgebiet und begann Untersuchungen mit beiden Arten. Die zunächst besonders naheliegende *Barkhausen-Kurzröhre* zeigte aber geringen Wirkungsgrad, so daß man bald zum *Magnetron* überging, anfänglich noch bei Dezimeterwellen. Mit der Verbesserung der gittergesteuerten Röhren zu immer kürzeren Wellen hin wurde aber das Wellengebiet für das *Magnetron* stetig verschoben und war bald im Zentimetergebiet angelangt.

Die Telefunken-Magnetronentwicklung unter *K. Fritz* zielte zunächst auf das durchstimmbare Magnetron kleiner Leistung, wie es den Bedürfnissen des Richtfunks entsprach. Die Type RD 2 Md, welche zwischen 9 und 22 cm durchstimmbar war (Bild 17), fand für verschiedene Zwecke größere Verbreitung. Sie hatte eine technologisch besonders interessante Bauform (*K. Goslar*) mit Segmenten aus massivem Thorium, die wenig Zerstäubung zeigten. Frühzeitig begann auch die Entwicklung von elektrisch durchstimmbaren Impulsmagnetrons, und zwar entsprechend den damaligen Anschauungen, daß austaktischen Gründen alle Sender durchstimmbar sein müßten. Bereits im Jahre 1940 war ein Impulsmagnetron für das Gebiet von 18... 20 cm mit einer Leistung von 8 kW fertig. Da damals das Interesse der Kundschaft an Röhren dieser Art gering war, unterblieben weitere Entwicklungen, obwohl Entwürfe für Röhren mit größeren Leistungen nach dem gleichen Prinzip bereits vorlagen.



Bild 17: Magnetfeldröhren.

Als in der Mitte des zweiten Weltkrieges die Zentimeter-Radargeräte der Alliierten mit festen Wellen bekannt wurden, ließ man auch in Deutschland von der Forderung nach Durchstimmbarkeit ab. In kürzester Zeit wurden deshalb — gestützt auf die bisherigen Magnetronerfahrungen — auch Impulsmagnetrons großer Leistungen im Zentimetergebiet entwickelt. Auch die Technik der Triffröhren (heute meist Klystron genannt) hat Telefunken nach Ankauf des Patents von *O. Heil* in Angriff genommen (1935). Sie erwies sich zunächst als fremdartiger und schwieriger als z. B. die der Magnetfeldröhren. Die leichte Frequenzmodulierbarkeit durch die Reflektorspannung war damals noch nicht aktuell. So kamen nur wenige Jahre später einige Typen von Triffröhren als Überlagerer für cm-Wellen-Empfänger zustande. Entwürfe größerer Röhren waren vorhanden, blieben aber unausgeführt. Neben diesen Spezialentwicklungen waren ebenfalls in den 30er Jahren allgemeiner angelegte Forschungen über Elektronenströmung zur Verstärkung von Zentimeterwellen begonnen worden. Dabei entwickelte insbesondere *M. Geiger* Gedankengänge, die sich mit der heutigen Wanderfeldröhre weitgehend decken. Durch den anwachsenden Tagesbedarf in den Kriegsjahren wurden diese Anläufe aber gebremst.

Nach dem Kriege

Mit Kriegsende brach, wie jede Arbeit bei Telefunken, auch die Röhrenentwicklung jäh ab. Fast alle technischen Hilfsmittel gingen verloren. Naturgemäß wurde, wie nach dem ersten Weltkrieg, wieder eine entscheidende Umstellung des Arbeitsgebietes erforderlich. Gerade die neuartigen Probleme der Hoch- und Höchstfrequenz schienen jetzt für Telefunken verschlossen. Das Nächstliegende war, sich für den Anfang auf Rundfunkaufgaben zu werfen; denn dort war in erster Linie mit dringendem Bedarf zu rechnen.

Bereits während des Wiederaufbaues des Röhrenwerkes Berlin wurde mit der Entwicklung von Röhren begonnen, die den neuen Erfordernissen angepaßt waren. Nach der Vernichtung so vieler Fertigungsmittel hielt man die einfachsten Geräte für angemessen, und zwar zunächst einen Audion-Einkreiser. Solche Geräte lassen sich besonders billig mit einer VCL-ähnlichen Röhre herstellen, die aber — wie aus früheren Untersuchungen bekannt war — eine größere Aussteuerungsfähigkeit haben mußte. Deshalb wurde das Triodensystem durch ein Tetrodensystem ersetzt, so daß als erste Nachkriegsröhre VEL 11 erschien. Im Röhrenwerk Ulm, das keine Fertigungsmittel für Stahlröhren besaß, wurden ersatzweise einige Glasröhrentypen geschaffen, die mit den wichtigsten Typen der harmonischen Stahlröhren austauschbar waren, so daß dort eine vollständige Röhrenserie zur Verfügung stand. Einige weitere Ergänzungstypen setzten Telefunken bald in den Stand, die dringendsten Bedürfnisse der Apparatebauer zu befriedigen.

Die wichtigste Sorge auf dem Empfängergebiet nach dem Kriege bestand aber darin, nach dem jahrelangen kriegsbedingten Stillstand in der Entwicklung Rundfunkröhren in einer neuen Kolbentechnik herauszubringen. Der Zug der Entwicklung ging in Richtung kleinerer Röhren, zumal die amerikanischen Miniaturröhren schon vorlagen. Gestützt auf die reichen Erfahrungen, die die Fertigung der Wehrmachts-Spezialröhren gebracht hatte, war es bald möglich, die Serie der Picoröhren (Bild 18 a, b, c) und später auch die der heutigen sockellosen Kleinröhren herauszubringen.

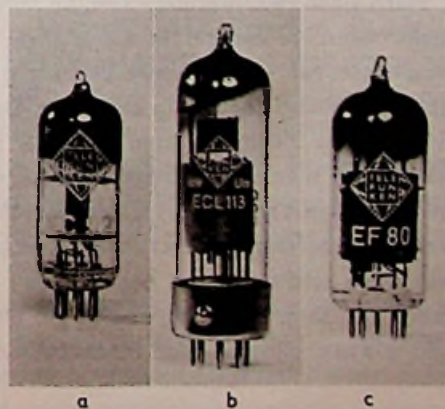


Bild 18: Picoröhren.

Röhren für Ultrakurzwellenrundfunk

Grundlegende Arbeiten, die auch zu einer wesentlichen Umstellung der Technik führten, waren bei den Röhren für Ultrakurzwellenempfänger notwendig. Die für Deutschland sehr ungünstigen Wellenzuteilungspläne zwangen die deutsche Rundfunktechnik, in kürzester Frist das Ultrakurzwellengebiet zu erschließen, um überhaupt wieder einen qualitativ hochwertigen Rundfunk betreiben zu können. Bei Vorversuchen mit den damals zur Verfügung stehenden Röhren zeigte es sich bald, daß die bisherigen Mischröhren (Triode-Hexode) den neuen Anforderungen nicht mehr voll gerecht wurden, während sie bei Lang-, Mittel- und Kurzwellen mit den prozentual großen Durchstimmbereichen von rund 1 : 3 besondere Vorzüge aufwiesen. Im Ultrakurzwellenbereich dagegen ist die relative Breite des Durchstimmbereiches nur rund 10%. Es ist deshalb viel leichter möglich, mit einfachen additiven Mischschaltungen zu arbeiten. Sie haben den Vorteil, daß die Laufzeiteffekte ein Minimum sind. So entwickelte sich, einerseits gezwungen durch die neuen Frequenzforderungen, andererseits erleichtert durch den relativ kleinen Durchstimmbereich bei Ultrakurzwellen, eine neue Röhren- und Apparatechnik, dadurch gekennzeichnet, daß im Ultrakurzwellenbereich additive Mischung, in den Kurz-, Mittel- und Langwellenbereichen dagegen multiplikative Mischung nach dem Trioden-Hexoden-Prinzip angewendet werden. Zahlreiche, im Apparatebau anfallende Probleme wurden bei dieser Umstellung mitgelöst. In diesem Zusammenhang erhielt unser Ingenieur R. Cantz den zweiten Preis im UKW-Preisausschreiben des NWDR.

Schwieriger als auf dem Empfängerröhrengelände lagen die Verhältnisse auf dem Senderöhrengelände. Der neu aufkommende Ultrakurzwellenrundfunk benötigte Senderöhren großer Leistungen bei 100 MHz. Hierfür hatten bisher keine Bedürfnisse vorgelegen, denn die militärischen Nachrichtendienste im Ultrakurzwellengebiet hatten im allgemeinen im Gegensatz zum Dezimeter- und Zentimetergebiet geringe Leistungen verlangt. Die technologischen Anforderungen auf dem UKW-Senderöhrengelände sind sehr viel umfangreicher und schwieriger als auf dem Empfängerröhrengelände. Es schien aussichtslos, die Metall-Keramiktechnik für diese Aufgaben wiederaufleben zu lassen; denn sie ist nur interessant für Typen, die in größeren Stückzahlen fabriziert werden sollen. Für kleinste Serien ist ihr Aufwand zu groß. Andererseits müssen aber Senderöhren für Ultrakurzwellen unbedingt mit Scheibendurchführungen ausgerüstet werden. Man griff deshalb auf die in der Zwischenzeit vernachlässigte Technik der Kovarscheiben zurück und entwickelte auf dieser Basis neue Senderöhren. Telefunken konnte auch bald eine Serie von Röhren anbieten, die den Bau der erforderlichen Ultrakurzwellensender ermöglichte.

Bei Senderöhren mittlerer bis großer Leistung vollzog sich gleichzeitig in weitem Umfang der Übergang von der Wasserkühlung zur Gebläsekühlung. Diese Technik, die bereits während des Krieges bei einigen Außenanodenröhren eingeführt worden war, hat manche Vorteile, weshalb sie sich relativ leicht durchsetzen konnte.

Beim Bau der modernen Ultrakurzwellensender drang in den Rundfunksenderbau auch ein neues Schaltungssystem ein, das bereits im Jahre 1925 von O. Böhm erfunden wurde und nach längerer Vergessenheit in den Dezimetergeräten mit Metall-Keramikröhren wiederauferstand, nämlich die Gitterbasisschaltung. Sie hat den großen Vorzug geringer kapazitiver Verkopplung zwischen dem Ausgangs- und Eingangskreis einer fremderregten Röhre bei kleinem Bauaufwand.

Im Zusammenhang mit Aufgaben des Dezimeter- und Zentimeterhochfunks kann unsere Röhrenforschung und -entwicklung sich nun auch wieder mit Fragen der Dezimeter- und Zentimeterhochfunkttechnik beschäftigen. Damit hat die Röhrenentwicklung — wenn auch in kleinem Umfang — nach den Beschränkungen der Nachkriegszeit wieder Kontakt zu allen wesentlichen Problemen der Gegenwart auf diesem Gebiete.

Nach einer zwar wechselvollen, im Mittel aber steil aufwärtsstrebenden Entwicklung hat die Technik der Elektronenröhre und mit ihr die gesamte Technik der Röhrenanwendungen — beide zusammen heute Elektronik genannt — eine große Bedeutung erlangt. In einem gesunden Wechselspiel haben sich Röhre und Röhrenschaltung gegenseitig befruchtet. Das Ende dieser Entwicklung ist heute noch nicht abzusehen. Die an sich neutrale Elektronik kann als Helfer zu den verschiedensten Zwecken herangezogen werden. Röhrenschaltungen dienen als wertvolles Instrument zur Verbreitung kulturell wertvoller Sendungen und als Mittel im politischen Kampf, als Navigationshilfsmittel und zur Fernlenkung von Raketen, als Funkmeßgerät zur Verkehrssicherung im Nebel und als Abstandszünder in Geschossen. Möge die weitere Entwicklung der Menschheit einen solchen Verlauf nehmen, daß ein späterer Berichterstatter über die Geschichte der Elektronenröhre und ihrer Schaltungen sich auf die Leistungen dieser Technik für industrielle, nachrichtentechnische und wissenschaftliche, aber friedliche Aufgaben beschränken kann.



Staatssekretär und Regierungspräsident a. D. Dr.-Ing. E. h. Hans Bredow.

Rückblick auf 30 Jahre deutscher Rundfunk

Von H. Bredow

Gründung der deutschen Funkwirtschaft

Im Jahre 1928 habe ich in der Festschrift „25 Jahre Telefunken“ in einem Aufsatz „Telefunken und der Deutsche Rundfunk“ den Anteil der Firma an der Entstehung des deutschen Funkwesens und des Rundfunks geschildert, und ich bin dafür dankbar, daß ich als einer der wenigen noch lebenden Mitarbeiter aus der Pionierzeit nun auch noch zum 50jährigen Telefunken-Jubiläum das Wort ergreifen kann.

50 Jahre Telefunken bedeuten 50 Jahre deutsche Funktechnik und Funkwirtschaft! Denn als ich am 1. Mai 1904, also bald nach der Gründung von Telefunken, als Ingenieur in die Firma eintrat und vom 1. April 1908 ab zusammen mit dem genialen Grafen Arco die Geschäftsleitung übernahm, als wir — beraten durch die Altpioniere *Ferdinand Braun* und *Adolf Slaby* — um die Unabhängigkeit und Weltgeltung des Telefunken-Systems zu kämpfen hatten, wurde der Grundstein zu der heutigen Funkwirtschaft Deutschlands gelegt. „Telefunken“ war in den entscheidenden zwei Jahrzehnten nach Beginn des Jahrhunderts als einzige Repräsentantin des deutschen Funkwesens im Auslande gleichbedeutend mit dem Begriff „Deutsche Funkwirtschaft“ geworden. Wenn es gelungen ist, nicht nur im eigenen Lande völlig unabhängig zu werden, sondern auch in allen Ländern der Welt Gleichberechtigung zu erringen, so ist das technischem Können und technischem Wagemut zu verdanken.

Bald gab es kaum ein Land mehr, in dem nicht als Wahrzeichen von Telefunken mächtige Sendeanlagen und Funktürme in großer Zahl standen, die Verbindung zwischen Kontinenten oder mit Schiffen auf hoher See herstellten oder abgelegene Weltgegenden dem Nachrichtenverkehr erschlossen. Über den Katastrophen, die zweimal über unser Land hinweggegangen sind, scheinen diese verkehrspolitischen Großtaten vergessen

worden zu sein. Selbst in der Fachwelt erinnern sich nur wenige Menschen der Tatsache, daß Telefunken damals nicht nur entwickelte und verkaufte, sondern zugleich ein verkehrspolitisches Unternehmen von Bedeutung geworden war. Schon kurz vor dem ersten Weltkrieg betrieb nämlich Telefunken eigene Funknetze, die umfangreicher waren als das berühmte Kolonialfunknetz Englands.

Noch eine historische Tatsache sei hier erwähnt, weil sie nach dem ersten Weltkrieg auch entscheidenden Einfluß auf die technische Entwicklung des deutschen Rundfunks ausgeübt hat: Während einer sechswöchigen Teilnahme an dem Internationalen Funkkongreß in London 1912 war es mir nach vorangegangenen langwierigen Verhandlungen über die Gleichberechtigung von Telefunken im internationalen Seefunkverkehr gelungen, dank günstiger Patentlage und der Einführung des Löschfunkensystems die Zustimmung von *Guglielmo Marconi* zur Beilegung der in mehreren Ländern schwebenden Patent- und Schadenersatzprozesse zu erlangen. Darüber hinaus kam es dann zu Verhandlungen über einen Patent- und Erfahrungsaustausch, die zu einem Welt-Patentfrieden Marconi-Telefunken führten.

Dieser wichtige Vertrag gab der deutschen Funkentelegraphie im Auslande mächtigen Auftrieb. Er wurde nach Ende des ersten Weltkrieges wieder erneuert und durch den Beitritt der Großfirmen von USA und Frankreich erweitert. So hatte Deutschland auf diesem Wege für die Weiterentwicklung der Funktechnik eine sehr breite Basis erhalten, auf der sich dank der Vermittlung von Telefunken nach Einführung des Rundfunks eine starke deutsche Rundfunkwirtschaft ungestört entwickeln konnte.

Diesen Beitrag zur Entwicklung des Rundfunks der Vergessenheit zu entreißen, ist mir eine Ehrenpflicht!

Der Weg zum Rundfunk

In raschem Fortschritt über den Bau von Hochfrequenzmaschinen konnte Telefunken nach Übernahme der Röhrenpatente von *Robert v. Lieben* im Jahre 1912 eine entscheidende Umwälzung in der Funktechnik einleiten. Mit der Möglichkeit zur Hochfrequenztelephonie, die *Alexander Meißner* schon 1914 herstellte, war der Weg für den Rundfunk freigeworden. Die technisch immer mehr verfeinerte Durchbildung der Röhrensender durch *Graf Arco*, das Pionierpatent, das *Otto von Bronck* auf den Hochfrequenzverstärker für Telefunken erarbeitete, und das Rückkopplungspatent, mit dem *Alexander Meißner* der ganzen Welt die wichtigste Grundlage für die Sende- und Empfangstechnik geschenkt hat, waren die Kernpunkte des Fortschritts.

Mit dem von *Graf Arco* geschaffenen Maschinensender konnte ich übrigens schon 1913 in den USA Wort- und Musikübertragungen vor der amerikanischen Presse vorführen. Im Jahre 1917 machte *Alexander Meißner* in Gemeinschaft mit mir während des ganzen Sommers an der Westfront grundlegende Versuche mit allen möglichen Typen von Röhrensendern, für die *Hans Rukop* immer leistungsfähigere Röhren entwickelte. Bei dieser Gelegenheit entstand der Zwischenkreissender und -empfänger, und erstmalig wurde auch mit Rückkopplungsempfängern und Hochfrequenzverstärkung gearbeitet. Hierbei wurden staunenswerte Erfolge erzielt und auch systematisch Rundfunksendungen veranstaltet, die an der Front begeistert begrüßt wurden. Die Engländer, die gleichzeitig ähnliche Versuche auf der anderen Seite der Front machten, haben darin später die Geburtsstunde des englischen Rundfunks gesehen.

Die elektrische Welle durch Verbreitung von Nachrichten und Darbietungen „An Alle“ der Allgemeinheit unmittelbar nutzbar zu machen, war ein Gedanke, der mich schon vor Kriegsbeginn gefangen nahm, wie die erwähnten Versuche in USA zeigen. Nachdem nun die in Deutschland von Telefunken aufgenommene Entwicklung der Röhrentechnik die Möglichkeit hierzu bot, entschloß ich mich, kurz nach Kriegsende den Versuch zu machen, diese verlockende Aufgabe an neutraler Stelle im großen durchzuführen. Ich trennte mich daher nach fünfzehnjähriger Tätigkeit schweren Herzens von Telefunken, obwohl ich inzwischen zum Vorsitzenden des Vorstandes ernannt worden war, und trat zur Reichspost als der Stelle über, die nach meiner Überzeugung allein geeignet war, mir die Plattform für meine Rundfunkpläne zu geben.

Entstehung des Rundfunks

Dem Funkwesen war vor dem ersten Weltkriege in Deutschland außer für die Armee, Marine und Handelschifffahrt nicht übermäßig große Bedeutung beigemessen worden, weil ausreichende Drahtverbindungen für das Inland und Kabel für den Überseeverkehr zur Verfügung standen. Nur der Funkverkehr mit den Kolonien wurde von Kolonialverwaltung und Admiralität stark gefördert, so daß Telefunken mit Förderung des Reiches ein eigenes Kolonialfunknetz aufbauen konnte. Außerdem bestanden Verbindungen zwischen den von Telefunken gebauten und betriebenen Stationen Nauen — Sayville (USA) — Cartagena (Südamerika), die lange Zeit die einzige Nachrichtenverbindung Deutschlands während der Blockade bildeten.

Da bei Kriegsende alle deutschen überseeischen Funkverbindungen in Feindeshand gefallen waren und ein schneller Wiederaufbau wünschenswert erschien, planten die Volksbeauftragten Ende 1918 die Errichtung eines von der Reichspost unabhängigen „Reichsfunkamts“. Infolge meiner am 1. Februar 1919 erfolgten Berufung als Ministerialdirektor in das Reichspostministerium zum Aufbau einer hier bisher fehlenden Funkabteilung wurde dieser Plan wieder hinfällig, und ich hatte somit die Hände für den Aufbau des Rundfunks auf dem Wege über die Reichspost frei.

Zuerst erfolgte die Einrichtung eines telegraphischen Presse-Rundfunks von einer Zentralstelle aus an etwa 80 Orte zur Entlastung der Telegraphenleitungen. Sodann folgte ein Blitzfunkverkehr zwischen den Hauptverkehrszentren und ein Wirtschafts-Rundfunk für Banken, Zeitungen und private Bezieher, zunächst mit Telegraphie, später mit Telephonie. Gleichzeitig entwickelte sich der Aufbau eines Funkverkehrs mit zahlreichen europäischen Ländern und dann in immer steigendem Maße über die Telefunken gehörige Welt-Funkzentrale Nauen der Funkverkehr mit überseeischen Ländern. Der wichtige Verkehr mit USA hatte schon vor Wiederaufnahme der diplomatischen Beziehungen wieder begonnen und ging auf zwei Linien vor sich.

Nachdem die Vorgänger des späteren Unterhaltungs-Rundfunks, die drahtlose Verbreitung von Nachrichten für Presse und Wirtschaft, sich bewährt hatten, trat ich mit den Rundfunkplänen an die Öffentlichkeit. Am 15. Oktober 1919 hatte ich im Allgemeinen Ausschuß der Nationalversammlung auf die zukünftigen Möglichkeiten eines Rundfunks für alle hingewiesen, ohne besonderes Interesse zu erwecken. Kurz hinterher am 14. November veranstaltete ich vor Vertretern der Behörden, der Wissenschaft, Technik und Presse einen Experimentalvortrag in der Berliner Urania, bei dem die von einem Röhrensender der Reichspost ausgestrahlte Sprache und Musik hörbar gemacht wurde. Anschließend trug ich meine Gedanken über die zukünftige Auswirkung des Rundfunks auf das menschliche Leben vor. Jedoch verhielt man sich sehr zurückhaltend, und *Hans Dominik* schrieb sogar im Berliner Lokalanzeiger, daß die Voraussage des Vortragenden, zukünftig würde ein Redner über den Rundfunk von Millionen Menschen gleichzeitig gehört werden, wie ein Zukunftsbild von *Jules Verne* angemutet habe.

Bald nach dem Urania-Vortrag begannen von der Funkstelle der Reichspost in Königs Wusterhausen aus zunächst Dauerversuche mit Sprachübertragung, deren gute Erfolge u. a. von Moskau, Stockholm, Serajewo, Luxemburg, Holland, England bestätigt wurden. Weihnachten 1920 wurde ein aufsehenerregendes Instrumentalkonzert veranstaltet, das in fast allen Ländern Europas begeisterten Anklang fand. Den ersten Röhrensender dafür hatte Telefunken entwickelt.

Die deutsche Öffentlichkeit hatte leider noch nichts von diesen Pionierleistungen, da der Empfang wegen des noch bestehenden Verbots, Rundfunkempfänger zu betreiben, auf Fachkreise und wenige zugelassene Amateure beschränkt blieb. Darauf ist es auch zurückzuführen, daß man häufig den Standpunkt vertreten fand, das Ausland sei uns technisch weit voraus gewesen.

Im Jahre 1921 wurden die systematischen Sendeversuche und die Erprobung von Sendeschaltungen, Empfängern usw. fortgesetzt. Unter anderem wurde erstmalig aus dem Berliner Opernhaus *Madame Butterfly* übertragen, ein für damalige Verhältnisse großes Wagnis, das aber ausgezeichnet verlief, obwohl nirgends Erfahrungen vorlagen, denn es fehlte noch vieles für einen technisch einwandfreien Rundfunk, wie wir ihn schaffen wollten. So gab es noch keine guten Mikrophone und Lautsprecher, und auch die akustischen Fragen waren noch ungelöst.

Organisation des Rundfunks

Der der ersten deutschen Rundfunk-Organisation zugrundeliegende Plan beruhte auf der Berücksichtigung der kulturellen und politischen Gliederung des Reiches. Berlin hatte in kultureller Beziehung nicht das gleiche Übergewicht wie die Hauptstädte anderer Länder, z. B. London und Paris. Wollte man also einen volksverbundenen Rundfunk schaffen und das vielgestaltige Kulturleben der deutschen Kulturkreise in den Programmen widerspiegeln, so mußte eine Zentralisation, wie sie in den meisten Ländern erfolgte, vermieden werden. Städte, wie München, Köln, Hamburg, Leipzig, Stuttgart, Breslau usw. mußten zu Rundfunkzentralen werden und eigene Programme ausstrahlen, wenn auch das wirtschaftliche Risiko damit unübersehbar stieg. Aus diesen Erwägungen ergab sich eine Dezentralisation des Rundfunks, die in der Gründung von neun Rundfunkgesellschaften ihren Ausdruck fand, zu denen 1926 als zehnte die „Deutsche Welle“ auf langer Welle und später der Kurzwellenrundfunk für Übersee hinzukam.

So entstanden zehn Rundfunkgesellschaften. Damit deren Nebeneinanderarbeiten aber nicht zu Programmüberschneidungen und zu einem geistigen Auseinanderleben führte, das sich für die Hörer und den Rundfunk ungünstig auswirken konnte, setzte ich mich dafür ein, sie unter Wahrung ihrer Selbstverantwortung und Unab-

hängigkeit der Programmgestaltung unter einem Dach zu vereinen. So wurde dann unter Mitwirkung aller Rundfunkgesellschaften die Reichs-Rundfunkgesellschaft als allgemeine Verwaltungsstelle gegründet. Ich übernahm den Vorsitz im Verwaltungsrat und später mit besonderen Vollmachten die Funktion eines Rundfunk-Kommissars, die ich bis zu meinem Rücktritt am 30. Januar 1933 ausübte.

Die deutsche Rundfunkwirtschaft

Wenn es in jenen Jahren trotz der politischen und wirtschaftlichen Unsicherheit der Nachkriegszeit gelang, aus dem Nichts die Grundlagen zu schaffen, auf denen bis heute unser deutscher Rundfunk aufbauen konnte, so ist das der willigen und einsichtigen Mitarbeit der Funkindustrie zu danken. Unter den wenigen Hochfrequenzfirmen, die zu dieser Zeit bereits bestanden, war es vor allem die Firma Telefunken, die mir in der technischen Entwicklung wie in weitschauender Wirtschaftspolitik dabei wesentlich half.

Die Wirtschaft hatte erkannt, daß mit der Entstehung des Rundfunks neue große Möglichkeiten sich erschlossen. Zu Dutzenden warfen sich geschäftige Unternehmer auf die Herstellung von Empfangsgeräten. Soweit sie sich auf die Herstellung von Detektorempfängern beschränkten, bestanden keine Schwierigkeiten. Sobald aber wertvollere Röhrenempfänger verlangt wurden, ergab sich eine neue Lage. Die starken Pionierpatente, mit deren Unterstützung Telefunken die Weltgeltung der deutschen Funktechnik begründen konnte, besaßen auch im Inland ihre Kraft. Sie waren sogar dadurch wesentlich erweitert, daß die grundlegenden Lieben-Patente, die jede damals bekannte Anwendung der Verstärkerröhre schützten, zu dem älteren Bestand an Schutzrechten hinzugekommen waren.

Es wäre also möglich gewesen, auf Grund dieser starken, technischen Stellung auch gegenüber dem innerdeutschen Markt eine beherrschende Stellung einzunehmen und die zahlreichen, überall emporschießenden Rundfunk-Kleinfirmen nicht erst aufkommen zu lassen. Daß Telefunken hier die Einsicht hatte, auf eine zugefallene Monopolstellung zu verzichten, innerdeutsche Patentkämpfe zu vermeiden, und sich gemeinsam mit den anderen größeren Unternehmen der Hochfrequenztechnik bereifand, auf meine also, von neutraler Seite her kommenden Vorschläge zu einer Regelung im Sinne der Allgemeinheit vorzugehen, ist ein grundlegender Beitrag zum Aufbau der deutschen Funkwirtschaft.

Der Vorstand der Telefunken-Gesellschaft entschloß sich, in weitblickender Beurteilung der kommenden Entwicklung des deutschen Rundfunkmarktes, seinen gesamten, umfassenden Besitz an Patenten und Erfahrungen allen Firmen zur Verfügung zu stellen, die durch Aufnahme in den neu gegründeten Verband der Rundfunkindustrie als ernsthafte und leistungsfähige Betriebe anerkannt waren. Gegen eine vereinbarte Lizenzgebühr wurden diesen „Bauerlaubnisnehmern“ nicht nur die bestehenden Grundpatente, sondern fortlaufend auch alle neu gewonnenen Erfahrungen, Schaltungen, und Weiterentwicklungen in der Röhrentechnik und Konstruktion zugeleitet. Auf Grundlage der Gegenseitigkeit kamen auch die durchaus erwünschten Eigenentwicklungen der neuen Firmen damit der Gesamtheit zugute.

Dadurch war dem freien Leistungswettbewerb das Tor geöffnet. Es ist eine der Voraussetzungen für die rasche und erfolgreich fortschreitende Entwicklung der deutschen Rundfunktechnik gewesen, daß Telefunken damals nicht eng und eigensüchtig seinen reichen Schatz an Schutzrechten für sich allein behielt, sondern die ganze deutsche Fachtechnik daran teilhaben ließ.

So konnte die bei der Gründung der Telefunken-Gesellschaft vor 50 Jahren gesammelte Kraft zweimal zum Nutzen der gesamten deutschen Volkswirtschaft eingesetzt werden: Im ersten Jahrzehnt des Bestehens zum Ausbau und Sicherung der deutschen Funkgeltung in der Welt. — Im zweiten Jahrzehnt zum Aufbau einer deutschen Industrie, die über weitere 30 Jahre hin die Funktechnik zu einem Besitz des ganzen deutschen Volkes werden ließ.

Fernsehen, Richtstrecken und Funkortung

Von W. T. Runge

Die Funkentelegraphie war die erste praktische Anwendung der von Hertz gefundenen elektrischen Wellen. Sie hat die Hochfrequenztechnik gewaltig angeregt. Die drahtlose Telegraphie hat sich in den zwanzig Jahren von 1895 bis 1915 zu einer vollendeten Technik entwickelt und alles verwirklicht, was ohne Röhren zu erreichen war: Löschfunktensender, Lichtbogensender, Maschinensender, Detektorempfänger, Schwebungsempfang, transatlantischer Weitverkehr, Richtsender, Peiler. Auch mit unseren heutigen technischen Kenntnissen könnten wir ohne Röhren die schon damals erreichten Ergebnisse nicht wesentlich überbieten. Fernsehen, Rundfunk und Rückstrahltechnik (Radar) waren als Erfindungen schon damals bekannt (Nipkow 1884, Laßwitz 1898, Hülsmeier 1904), waren aber mit den damaligen Mitteln nicht realisierbar in einem Grade, der ihren praktischen Einsatz gerechtfertigt hätte, und blieben also im Embryonalstadium des Laborversuches, wie Nipkows Lochscheibe und die drahtlose Telephonie mit dem Lichtbogensender, oder in einem technischen Frühstadium wie Löwys Abstandsmessung leitender Schichten stecken.

Auch mit der Einführung der Hochvakuumröhre wurde das nicht mit einem Schlage anders. Sie eröffnete zunächst den Weg für den Rundfunk und für den Weitverkehr mit kurzen Wellen, und diese beiden Anwendungsgebiete wirkten in den zwanziger Jahren stark auf die Entwicklung der Röhre zurück. In dieser Wechselwirkung zwischen Gerät und Röhre entstand die Schirmgitterröhre, die Endpentode, die fremdgeheizte Kathode, die Senderöhre für viele Kilowatt Hochfrequenzleistung, aber der benötigte Frequenzbereich dieser Röhren erstreckte sich nur bis etwa 30 MHz, bis zum unteren Ende der kurzen Wellen. Die Gerätetechnik war so in Anspruch genommen mit der Forschung und Geräteentwicklung für Rundfunk und kurze Wellen, transozeanischen Weitverkehr mit Telegraphie und Telephonie und Bildtelegraphie, daß die schon früh entdeckten ersten Laufzeitröhren zur Erzeugung von Dezimeterwellen (Barkhausen-Kurtz 1920) in den zwanziger Jahren fast unbeachtet blieben.

Etwa in den letzten zwanziger Jahren begann sich das Interesse dem Fernsehen und den Dezimeterwellen zuzuwenden. Das erstere schien die logische Weiterentwicklung des Hörrundfunks zu sein, das letztere reizte wegen der Möglichkeit, weitere Nachrichtenkanäle zu gewinnen, vor allem aber scharf zu bündeln und damit sowohl kabelähnliche Strecken zu bauen, als auch mit drahtlosen Leitstrahlen eine Küstenbefehrerung für Schiffe zu schaffen, die auch bei unsichtigem Wetter voll brauchbar sein sollte.

Röhren für Breitbandübertragung und für Dezimeterwellen

Damit wurden der Röhrentechnik zwei neue Aufgaben gestellt, ohne die der Gerätebau nicht weiterkommen konnte. Das Fernsehen verlangte Röhren zur Verstärkung breiter Frequenzbänder, und die Dezimeterwelle verlangte Röhren für sehr hohe Frequenzen, welche noch bei 500 bis 1000 MHz die Erzeugung von Schwingungen ermöglichten. Nur in dem Maße, wie die Röhrenentwicklung diese neuen Bedürfnisse befriedigen konnte, gelang es dem Gerätebau, brauchbare Fernsehanlagen und Dezimetergeräte zu schaffen.

Röhren für die geforderten Bandbreiten, aber ohne besondere Eignung für sehr hohe Frequenzen, ließen sich mit der damaligen Technik ziemlich leicht schaffen. Es war bekannt, daß die Verstärkung einer einkreisigen Verstärkerstufe ihrer Bandbreite umgekehrt proportional ist und daß die Grenzbandbreite, für die die Verstärkung auf 1 zurückgeht (so daß also keine „Verstärkung“ im Sinne des Wortes mehr stattfindet) gleich ist dem Quotienten aus der Steilheit der verwendeten Röhre und der Resultierenden aller die Eigenfrequenz des Kreises bestimmenden Kapazitäten. Diese Kapazität setzt sich zusammen aus der Gitter-Kathode-Kapazität der dem Kreis folgenden und der Anode-Kathode-Kapazität der dem Kreis vorhergehenden Röhre und der von Sockel, Fassung und Schaltungsaufbau gebildeten Kapazität.

Bei den damals verwendeten Bauelementen waren die Kapazitäten von Quetschfuß, Sockel, Fassung und Schaltung merklich größer als die inneren Kapazitäten der Röhre. Die Bandbreitenforderung der damaligen Fernsehtechnik, gute Verstärkung bei Nutzbandbreiten von 4 MHz, war daher verhältnismäßig einfach zu erfüllen dadurch, daß man ein zylindrisches Elektrodensystem üblicher Bauweise einfach axial verlängerte. Dabei wachsen dann zwar die inneren Röhrenkapazitäten ebenso schnell wie die Steilheit; da aber die äußere Kapazität, die den Hauptanteil ausmachte, konstant blieb, ließ sich der die Grenzbandbreite bestimmende Quotient ohne große Schwierigkeiten bis zu der gewünschten Größe heraufsetzen.

Nicht so einfach war es, gittergesteuerte Röhren für die hohen Frequenzen der Dezimeterwellen zu bauen. Trioden in der Anfang der dreißiger Jahre üblichen Bauweise waren auf der im Telefunken-Laboratorium

damals üblichen Versuchsfrequenz 600 MHz (50 cm Wellenlänge) nicht abstimmbare, weil die langen und dünnen Zuleitungen eine viel zu große Impedanz besaßen. Schon bei am Sockel kurzgeschlossenen Zuführungen lag die Eigenfrequenz von Röhrensystem und Zuleitungen niedriger als die angestrebte Betriebsfrequenz. Der Übergang zu in die Röhre eingebauten Schwingungskreisen war unerwünscht, weil dadurch der Frequenzbereich für die Verwendung einer Röhre unerträglich eingeengt worden wäre. Es mußten also Röhren nach neuartigen Aufbauprinzipien entwickelt werden. So wurde die Technologie der Glasbodenröhre entwickelt, und es wurden Röhren geschaffen, bei denen kurze impedanzarme Verbindungsleitungen vom Röhrensystem zu der äußeren Schaltung führen. Damit und mit den kleinen und kapazitätsarmen äußeren Schaltteilen wurden die äußeren Kapazitäten wesentlich verkleinert, so daß jetzt die inneren Kapazitäten ausschlaggebend wurden.

Nur schrittweise ging man daran, den Gitterkathodenabstand zu verkleinern. Beim Studium der Leistungsverluste, die bei hohen Frequenzen im Gitterkathodenraum auftreten, erkannte man zwar die Bedeutung kleiner Gitterabstände für die Schwingungserzeugung hoher Frequenzen. Mit abnehmendem Gitterabstand wächst die Steilheit schneller als die Kapazität und der lauffzeitbedingte Leistungsverlust im Gitterkathodenraum nimmt ab. Trotzdem ging man nur zögernd mit dem Gitterabstand herunter, weil das die zulässigen mechanischen Toleranzen der Röhre stark einengt und man Fabrikationsschwierigkeiten fürchtete.

Die klare Erkenntnis aller Zusammenhänge führte Ende der dreißiger Jahre zum Bau der Scheibenröhre (in Amerika „Light house tube“ genannt), die extrem kleinen Gitterkathodenabstand und ideal kurze Zuleitungen hat und Schwingungserzeugung und Verstärkung bis zu mehreren tausend MHz ermöglichte.

I. Fernsehen

Mit der Entwicklung von Breitbandröhren war es möglich, die Technik der nichtlinearen Schaltungen aufzubauen, die Schaltungen zur Darstellung von Rechteckimpulsen aus einer Sinusschwingung, zur Darstellung von Sägezahnimpulsen, Schaltungen zur Frequenzteilung — die Schaltungstechnik für die Erzeugung der Spannungen, die auf der Studioseite einen abtastenden und am Bildempfänger einen schreibenden Elektronenstrahl synchron zeilenweise über die Bildfläche führen. Es entstanden die breitbandigen Verstärker, die Impulse von Mikrosekundendauer unverformt verstärken. Dazu wurden klassische Untersuchungen durchgeführt über die beste Verstärkerschaltung bei vorgegebener Röhre und vorgegebener Breite, welche die Bemessungsregeln und Eigenschaften lieferten für Verstärker aus einkreisigen gegeneinander verstimmteten Stufen und aus gleichartigen mit mehrkreisigen Bandfiltern gekoppelten Stufen.

Freilich war mit diesen Arbeiten das Fernsehen noch nicht geschaffen. Dazu gehörte, nachdem eine letzte große Anstrengung die Aussichtslosigkeit mechanischer Bildzerleger endgültig bewiesen hatte, die Entwicklung und der Bau von Bildfängerröhren, die Durchbildung von Kameras und der ganzen Studioausrüstung, die Vervollkommnung der *Braunschen* Röhre als Bildempfängerröhre und viele andere Arbeiten; Höhepunkte dieser Entwicklung werden von der berufenen Feder *Fritz Schröters* an einer anderen Stelle dieses Heftes dargestellt.

Unter der Leitung der Deutschen Reichspost konnte im Jahre 1936 zu den Berliner Olympischen Spielen bereits eine vollständige Fernsehübertragungsanlage von Telefunken für Freilichtaufnahmen mit vielen in Berlin verteilten Fernsehempfängern öffentlich betrieben werden. Die Anlage arbeitete mit 441 Zeilen mit Zeilensprung, zur Übertragung diente ein 10-kW-Sender auf etwa 40 MHz. Die Eröffnung eines regelmäßigen öffentlichen Fernsehdienstes, für den die Vorbereitungen schon weit vorgeschritten waren, wurde bei Kriegsausbruch zurückgestellt.

Nach dem Kriege hat Telefunken den Bau und die Lieferung von Fernsehempfängern und Fernsehsendern erneut aufgenommen, nunmehr nach der inzwischen festgelegten sogenannten Europäischen Norm. Die Arbeiten auf der Studioseite gingen während des Krieges, wenn auch stark eingeschränkt, für Sonderaufgaben der Wehrmacht weiter.

II. Richtstrecken

Die Technik der Dezimeterwellen hat einen ehrwürdigen Vorläufer: *Heinrich Hertz* führte seine klassischen Versuche über elektromagnetische Strahlung mit Wellen von etwa 30 cm Länge aus. Praktische Erfolge erzielte aber die Funkentelegraphie erst, als sie zu etwa der tausendfachen Wellenlänge überging; denn die Funkstrecke war für die Darstellung dieser kurzen Wellen sehr ungeeignet. Mit den Wellenlängen von mehreren hundert Metern bis zu mehreren Kilometern entwickelte sich dann die drahtlose Nachrichtentechnik, deren Haupteigenschaften die großen Reichweiten und die Verbindung mit Gegenstationen an unbekanntem Standort waren.

Als sich Ende der zwanziger Jahre das Interesse des Telefunkenlaboratoriums den sehr kurzen Wellen zuwandte, war von vornherein klar, daß man mit der Verwendung von Dezimeterwellen wieder zu kleinen Reichweiten innerhalb der optischen Sicht zurückkehrte und daß auch diese Reichweiten wirtschaftlich nur überbrückt werden konnten, wenn man die Bündelungseigenschaften von Richtantennen voll ausnutzte. Obwohl man damit auf die wesentlichsten Eigenschaften verzichtete, die bisher die drahtlose Nachrichtentechnik vor den drahtgebundenen elektrischen Nachrichtenmitteln auszeichnete, erschien trotzdem die Beschäftigung mit den Dezimeterwellen von vornherein reizvoll: Zunächst war ein neues Wellengebiet zu erschließen, also neue Frequenzkanäle, die noch nicht, wie das gesamte Band der kurzen, mittleren und langen Wellen, bereits aufgeteilt waren und unter gegenseitigen Störungen litten. Dazu kam, daß die kleine Reichweite und die hohe Bündelung einen weiteren Schutz vor Störungen und eine gegenüber allen bisher benutzten drahtlosen Verbindungen erhebliche Erschwerung gegen unerwünschtes Abhören bieten mußten. Ferner waren keine atmosphärischen und sehr wenig von Menschen erzeugte Störgeräusche zu erwarten. Schließlich war anzunehmen, daß die neuen Geräte bedeutend kleiner und leichter sein würden als die bisher üblichen Anlagen der drahtlosen Nachrichtentechnik. Denn einfache Überlegungen zeigten, daß der Übertragungswirkungsgrad elektrischer Wellen, die von einer Richtfläche gestrahlt und von einer zweiten empfangen werden, gleich ist dem Produkt aus den beiden Flächen, geteilt durch das Quadrat des Abstandes und das Quadrat der Wellenlänge. Schließlich versprach für Navigationszwecke die hohe Bündelungsfähigkeit der Dezimeterwellen, daß man mit Richtstrahlen die optische Küstenbefeuerng für die Seefahrt würde nachahmen können mit Anlagen, die bei unsichtigem Wetter nicht wie die optische Befeuerng wertlos werden.

Tastende Versuche, die vom Telefunkenlaboratorium in den ersten dreißiger Jahren durchgeführt wurden, benutzten *Barkhausen-Kurz-Röhren* als Sender und Kristalldetektoren als Empfänger auf der Welle 50 cm. Es zeigte sich, daß es nicht schwer war, Richtantennen zu bauen nach dem bekannten Schema der für große Kurzwellen-Richtantennen benutzten Dipolwände. Die Sender hatten jedoch einen sehr schlechten Wirkungsgrad, und die Empfänger waren recht unempfindlich.

Frequenzmodulation

Sehr viel besser wurde es schon, als zur Schwingungserzeugung Magnetrons gebaut wurden, deren Wirkungsgrad etwa 40% erreichte. Mit kleinen Magnetrons im Empfänger, der mit Pendelrückkopplungsschaltung aufgebaut war, erreichte man schon beachtliche Reichweiten, aber einen nicht sehr stabilen und zuverlässigen Betrieb. Einen großen Fortschritt bedeutete es, als das Röhrenwerk kleine Trioden zur Verfügung stellte, die den Aufbau von Zwischenfrequenzempfängern gestatteten. Gegen anodenspannungsmodulierte Sender von einigen Watt Leistung mit einer Richtantenne von etwa zwei Wellenlängen im Quadrat ergaben sich jetzt erhebliche Reichweiten, über hundert Kilometer bei direkter Sicht mit hervorragendem Störabstand. Bei diesen Versuchen wurde entdeckt, daß man gar nicht mit Amplitudenmodulation arbeitete, sondern mit der unbeabsichtigt durch die Anodenspannungsmodulation am Sender auftretende Frequenzmodulation, die an der Selektionsflanke des Empfängers demoduliert wurde. Daraufhin wurde ein Frequenzmodulationsempfänger mit Begrenzer und Diskriminator gebaut, der eine ganz beträchtliche Verbesserung ergab. Die bei Entfernungen innerhalb der optischen Sicht für einen hervorragenden Störabstand erforderliche Senderleistung sank sofort auf unter ein Watt herab. Es war möglich, auch am Sender zu einer kleinen Triode als Schwingungserzeuger überzugehen und damit die Frequenzstabilität und Betriebssicherheit der Anlage beträchtlich zu verbessern. Schon im Jahre 1936 konnte Telefunken eine kleine Serie derartiger Geräte der Wehrmacht zur Erprobung bei einer Nachrichtenübung zur Verfügung stellen, die sich hervorragend bewährte. Damit waren die Vorarbeiten so weit gediehen, daß nun mit erheblicher Sicherheit die Entwicklung serienmäßiger Geräte geplant werden konnte.

„Michael“ und „Rudolf“

So entstand die „Michael“-Anlage Telefunkens, frequenzmoduliert mit etwa 1 W Senderleistung auf Frequenzen von etwa 600 MHz mit einem Zwischenfrequenzempfänger mit selbsttätigem Frequenznachlauf, äußerlich eine Reihe von Einschüben in einem Gestell von etwa 60 cm Breite und 100 cm Höhe*). Die Antenne war eine wetterfeste Dipolwand von etwa 1 m² Fläche mit einem etwa 30fachen Leistungsgewinn. Sender und Empfänger benutzten getrennte Antennen. Die Anlage beförderte einen Sprechkanal und zwei Fernschreibkanäle. Von dieser Anlage hat Telefunken seit 1938 bis zum Kriegsende mehrere tausend Stück geliefert, die als Relaisstrecken eingesetzt wurden. Während des Krieges wurde mit ihr ein Nachrichtennetz aufgebaut vom Schwarzen

*) W. Leisner. „Rudolf“ und „Michael“: Zur Entwicklung der Dezimeterwellen-Nachrichtentechnik bei Telefunken: Telefunken-Zeitung Jg. 24, H. 92 (Okt. 1951) S. 168.

Meer bis nach Brest und Biaritz und von Narvik bis Kreta, Sizilien und Nordafrika. Viele Stationen liefen wochenlang unbedient und wurden nur in regelmäßigen Zeitabschnitten begangen und gewartet. Die Gesamtlänge der betriebenen Strecken betrug etwa 70 000 km.

Eine zweite größere Anlage „Rudolf“ war für 9 trägerfrequente Sprechkanäle oder 27 Fernschreibkanäle ausgelegt; sie wurde während des Krieges fertiggestellt und geliefert, ihr Einsatz hat aber keinen mit der „Michael“-Anlage vergleichbaren Umfang erreicht.

Hand in Hand mit Entwicklung und Lieferung dieser Anlagen ging die Entwicklung einer leistungsfähigen Meßtechnik.

Mit dem Resonanzwellenmesser und dem Meßsender, den ersten Stücken eines Meßinventars, kam man nicht sehr weit. Es wurden hochwertige Meßleitungen benötigt zur Messung von Impedanzen und Anpassungen, vor allem um die gute Anpassung der Antennen an ihre Antennenkabel über den ganzen benutzten Frequenzbereich zu erreichen und bei der Serienlieferung sicherzustellen. Empfindlichkeitsmeßsender entstanden, die zur Prüfung von Empfängern Leistungen in der Größenordnung von Mikromikrowatt (10^{-12} W) dosiert abgaben. Die Technik stoßstellenfreier Dezisaltungen wurde bearbeitet und vervollkommen. Arbeiten über Empfängerempfindlichkeit und über Hochfrequenzverstärkung bei Frequenzen bis zu mehreren MHz wurden aufgenommen. Die Theorie der Richtantennen wurde wesentlich gefördert (K. Fränz).

In den letzten dreißiger Jahren begannen Versuche zum Studium der 5-cm-Welle nach den bei den Arbeiten mit der 50-cm-Welle bewährten Richtlinien. Kleine Magnetrons standen zur Schwingungserzeugung zur Verfügung, am Eingang des Zwischenfrequenzempfängers wurde ein Kristalldetektor benutzt, die Hohlrohrtechnik wurde entwickelt und mit dem Aufbau einer Meßtechnik wurde begonnen. Zwar zeigte sich, daß auch mit diesen Zentimeterwellen ganz ähnliche Strecken aufgebaut werden können, doch wurde der Bedarf durch die Dezimetergeräte befriedigend gedeckt, so daß diese Arbeiten zunächst nicht weitergeführt wurden.

Zeitmodulation

Auf dem Gebiet der Modulationsverfahren gelang Telefunken aber ein wesentlicher Fortschritt: Die Zeitmodulation, von den Amerikanern später Pulse-Phase-Modulation (PPM) genannt, wurde erfunden, in ihrer Bedeutung erkannt und bis zu einer Versuchsanlage für 7 Kanäle entwickelt. Die Anlage benutzte einen Elektronenschalter.

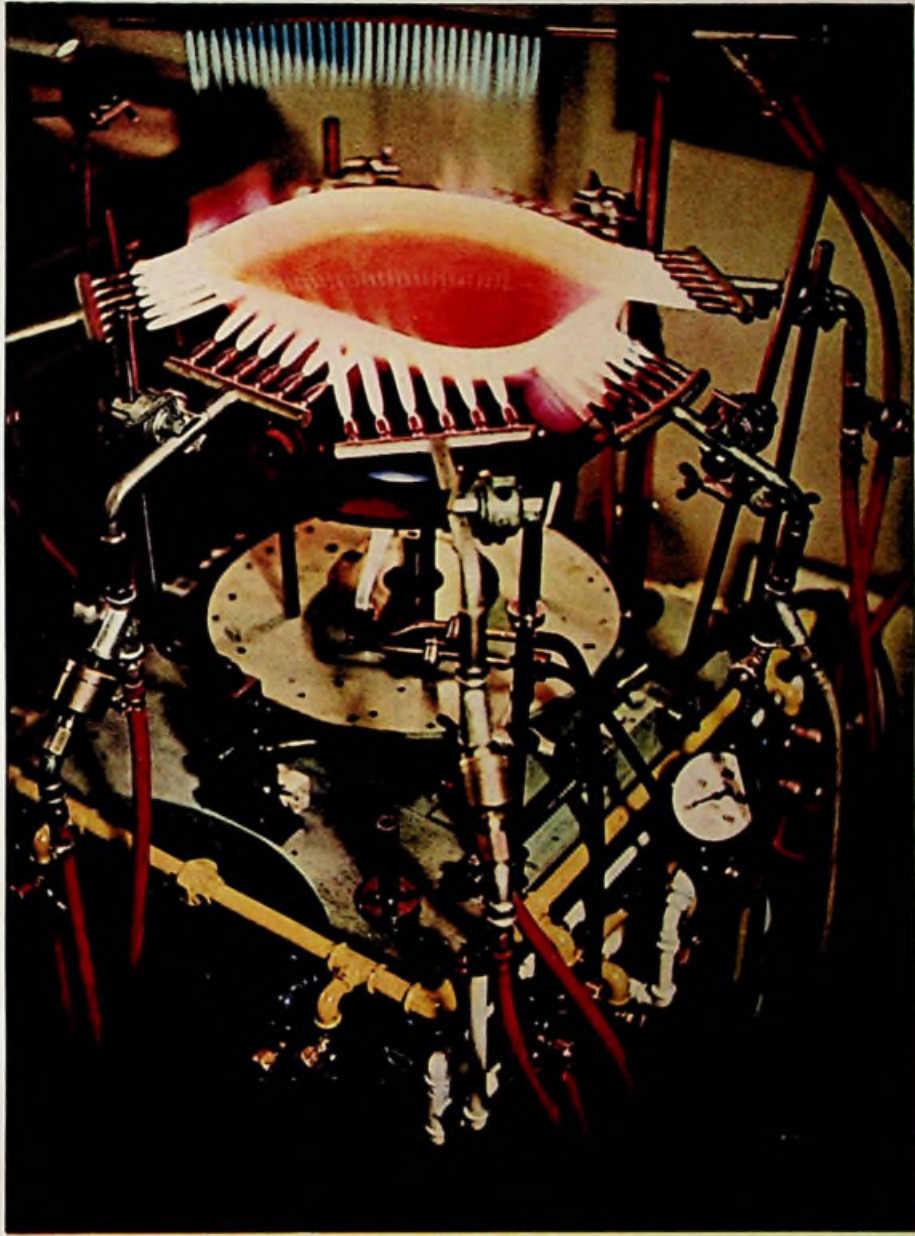
Durch den Krieg und sein Ende wurden all diese Arbeiten abgebrochen. Ihre Tradition wurde aber nach dem Kriege wieder aufgenommen und die Entwicklungsgruppe für Dezimeterwellen wurde wieder aufgebaut. Sie entwickelte eine PPM-Anlage für 24 Kanäle auf 2000 MHz; die Ausrüstung für eine Strecke zur Übermittlung von Fernsehprogrammen wurde gebaut und geliefert, die jetzt die Fernsehanlagen von Hamburg, Hannover und Köln verbindet.

Telefunken kann für sich in Anspruch nehmen, als erste Firma der Welt serienmäßig frequenzmodulierte Anlagen gebaut und geliefert zu haben, nämlich schon 1936 mit den ersten Dezimeterstrecken. Auch dieser Tradition ist Telefunken treu geblieben mit seiner maßgeblichen Beteiligung am Aufbau des frequenzmodulierten Rundfunks in Deutschland nach dem Kriege. Die Richtverbindungsstrecken auf ultrakurzen Wellen mit trägerfrequenter Vielfachausnutzung, die Telefunken heute liefert, konnten gleichfalls auf Grund der Erfahrungen aus der Technik der Dezimeterstrecken entwickelt werden. Über all diese heute gelieferten Anlagen wird an anderer Stelle berichtet.

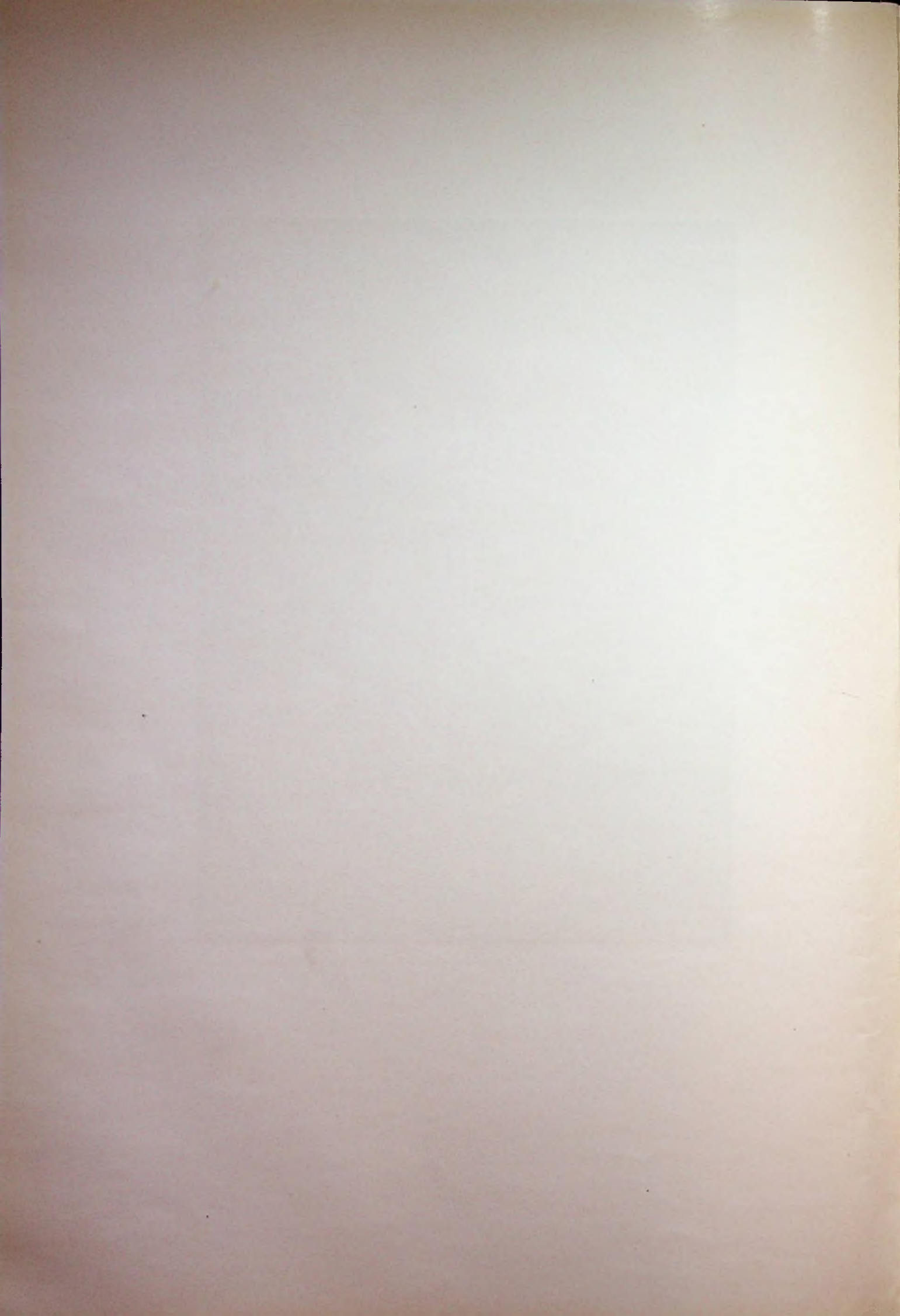
Für den militärischen Einsatz liegt die Bedeutung der Richtverbindungsstrecken darin, daß sie den Aufbau von kabelartigen Nachrichtennetzen viel schneller und mit viel weniger transportiertem Material gestattet, als das mit Kabeln möglich wäre, die nicht nur transportiert, sondern auch verlegt werden müssen. Auch lassen sich die einzelnen Stationspunkte einer Richtverbindungsstrecke viel leichter bewachen als die ganze Länge eines Kabels.

Wirtschaftlichkeit

Für den Friedenseinsatz aber steht und fällt die Richtverbindungsstrecke mit ihrer Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Kabel. Die Anfangsinvestierung der Richtverbindungsstrecke ist oder wird doch wenigstens in absehbarer Zeit niedriger sein als die eines entsprechenden Kabels. In den Übertragungseigenschaften ist sie gleichwertig oder gar überlegen. Auch in den Betriebskosten ist sie wahrscheinlich konkurrenzfähig. Ihre Wartung läßt sich sicher auf ein vergleichbares Maß reduzieren; zum größten Teil braucht sie die gleichen oder ähnliche Röhrentypen wie die Kabelverstärker, auch in ähnlichen Mengen. Zur Zeit bestehen noch Bedenken gegen die Betriebssicherheit von Trioden für Mikrowellen. Diese Schwierigkeiten werden mit großer



Aufschmelzen der Frontplatte auf den Kolben einer Fernsehempfangsröhre (Röhrenwerk Uim)



Wahrscheinlichkeit beim Übergang zu Wanderfeldröhren überwunden werden. Auch hier ist wieder der Fortschritt im Gerätebau gebunden an den Fortschritt in der Röhrentechnik. Andererseits wirken die Forderungen der Gerätetechnik anregend auf die Röhrenentwicklung. Dieser Zusammenarbeit von Röhrenentwicklung und Geräteentwicklung hat Telefunken seine bisherigen Fortschritte zu verdanken. Auch in Zukunft wird die enge Wechselwirkung zwischen Röhre und Gerät ihre Bedeutung nicht verlieren.

III. Funkortung

Auf dem Gebiet der Funkortung besitzt Telefunken eine alte Tradition (Bild 1). Schon vor dem ersten Weltkrieg, zur Zeit der Löschkunden-Sender, war der „Telefunkenkompaß“ (A. Meißner 1907) aufgestellt worden, ein Mittelwellen-Drehfunkfeuer, das aus der Nordrichtung startend in einer Minute umlief, so daß man an einer Stoppuhr, die man beim Startsignal in Gang setzte und an der man den Durchgang des Peilminimums beobachtete, das vom Sender aus gemessene Azimut des Beobachterstandortes ablesen konnte.



Bild 1: Löschkundensender für den Telefunkenkompaß A. Meißner (1907).

Peilgeräte

Nach Einführung der Röhre wurde bei Telefunken der Schiffspeiler sehr sorgfältig durchgebildet (Bild 2). Ähnliche Geräte wurden für den Einsatz an Bord von Zeppelin entwickelt (Bild 3). Durch Einführung der Hilfsantenne (A. Leib und E. Hornoff) wurde der Drehrahmenpeiler zu einem Navigationsgerät hoher Präzision entwickelt; fast zwanzig Jahre lang erwies sich dieser Drehrahmenpeiler dem Goniometer an Zuverlässigkeit und Genauigkeit überlegen, bis mit Hochfrequenzseisen hochwertige Goniometer gebaut werden konnten, mit denen nunmehr Telefunken seine Peiler ausrüstet, die wieder Spitzenleistungen sind in Präzision und Empfindlichkeit.

In den dreißiger Jahren wurde der Adcockpeiler bis zu hoher Vollendung durchentwickelt und auf dieser Grundlage nach dem Kriege ein neuer Stand der Adcocktechnik erreicht. Während des Krieges wurden große Kurzwellenpeilanlagen gebaut, bei denen ein scharfgebündeltes Peildiagramm geschwenkt wurde. Ihr Antennensystem bestand aus einer kreisförmigen Antennengruppe von vielen Wellenlängen Durchmesser. Man könnte sie als „Superadcocks“ bezeichnen. Für diese Spitzenleistungen fehlen jetzt Anwendungsgebiete, die den großen Aufwand rechtfertigen.

Leitstrahlbaken

Andere Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Funkortung sind abgeschlossen worden, ohne eine Fortsetzung in der heutigen Zeit zu finden. Hierzu gehört die Entwicklung der Sektorfunkfeuer, die mit Dezimeterwellen-Leitstrahlen die Sektoranten optischer Küstenbefeuerungsanlagen markierten.

Mit einem Leitstrahlempfänger und einem Doppelzeigerinstrument wurde die relative Lage des Empfängers zu beiden Sektoranten sinnfällig dargestellt, wie Bild 4 zeigt.

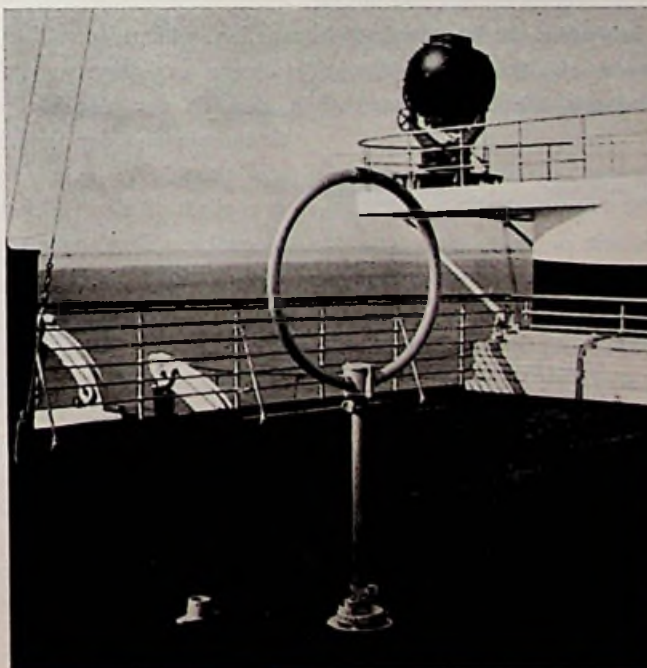


Bild 2: Telefunken-Drehrahmen an Bord des Dampfers „Bremen“ (E. Hornoff und A. Leib machten die entscheidenden Versuche mit Drehrahmen 1919).

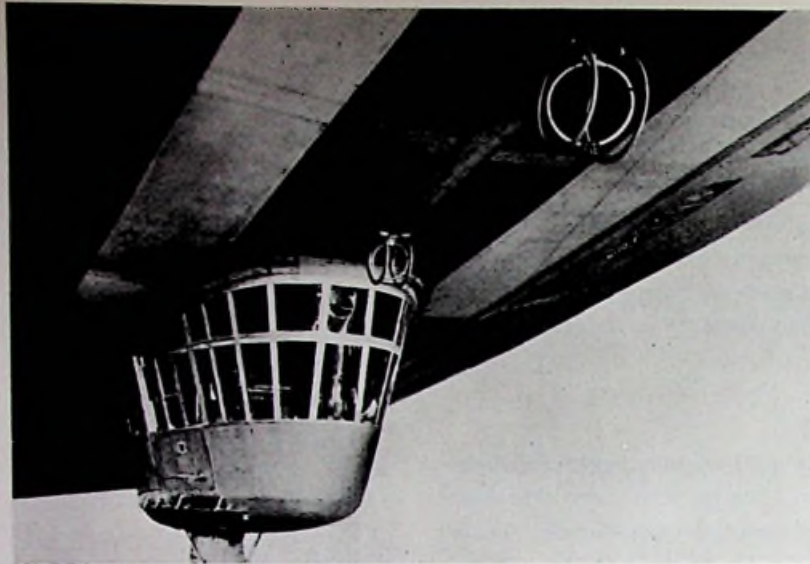


Bild 3: Kompensierte Drehrahmen an Bord des Luftschiffes LZ 129 (1936).

Zu Anfang des Krieges baute Telefunken in kürzester Zeit riesenhafte Leitstrahlanlagen (Knickebein) mit großen Sendeleistungen auf ultrakurzten Wellen, die der Ortung deutscher Flugzeuge über der Nordsee dienten.

Hyperbelverfahren und Drehfunkfeuer

Zu der gleichen Zeit gaben die Vorarbeiten zu einem Impuls-Laufzeitverfahren mit Mittelwellen sehr aussichtsreiche Ergebnisse. Das Verfahren glich weitgehend dem von den Westmächten später benutzten „Loran“-Verfahren. Die Arbeiten wurden Anfang 1940 abgebrochen, weil man glaubte, daß bis zu dem in naher Zukunft erwarteten Kriegsende das Verfahren noch nicht im Einsatz sein könne.

Schließlich ist hier das Ultrakurzwellendrehfunkfeuer „Bernhard“ zu erwähnen, das mit einem umlaufenden Peilminimum die bildtelegraphischen Zeichen der zugehörigen

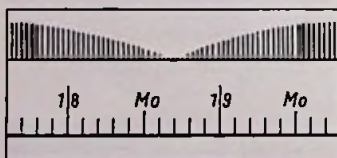


Bild 5: Anzeige des UKW-Drehfunkfeuers Bernhard (Sender MO, Azimut 187°).

Gradskala und der Kennung aussandte. Eine Art Hellschreibempfänger schrieb mehrere Male je Minute das Peilminimum über dem entsprechenden Abschnitt der Peilskala auf (Bild 5). Diese Peilanzeige war durch Mängel am Empfänger nicht zu verfälschen und daher außerordentlich vertrauenswürdig. Das Verfahren wurde von der deutschen Luftwaffe eingeführt und war seit 1944 im Einsatz. Nach dem Kriege haben sich jedoch andere Verfahren durchgesetzt, die den Vorteil hatten, auf die Steueranlage des Flugzeuges aufschaltbar zu sein.

Vorläufer der Rückstrahltechnik

Der Vorschlag, Impulse auszusenden, die reflektierten Impulse zu empfangen und daraus Richtung und Entfernung eines reflektierenden Gegenstandes zu bestimmen, stammt bereits aus der Frühzeit der Funkentelegraphie (Hülsmeier 1904). Er war aber damals undurchführbar, denn die Funkenstrecke konnte nur längere Wellen mit brauchbarem Wirkungsgrad erzeugen, und diese lassen sich nicht hinreichend bündeln. Auch waren die damaligen Empfänger viel zu unempfindlich und überdies nicht in der Lage, den empfangenen Impuls zu trennen von einem kräftigen Sendeimpuls, der nur Millionstelsekunden vorher auf der gleichen Frequenz in unmittelbarer Nachbarschaft gesendet worden war. Dieser frühe Vorschlag geriet also in Vergessenheit und wurde erst in neuerer Zeit als historisches Kuriosum wieder ausgegraben. Vor der Schaffung geeigneter Röhren war diese Art der Rückstrahltechnik noch nicht möglich.

Besser an die damaligen technischen Möglichkeiten angepaßt war das Verfahren von Löwy (1911), das sich

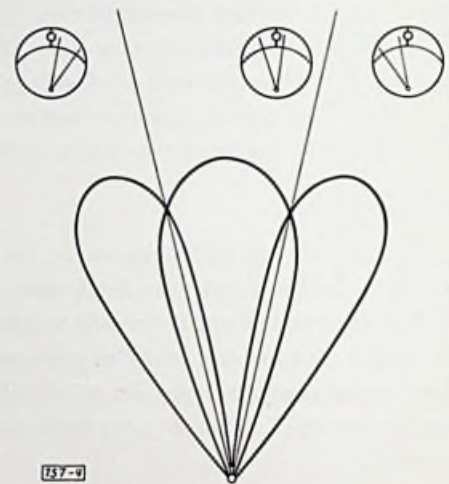


Bild 4: Prinzip des Sektorfunkfeuers.

darauf beschränkte, den Abstand großer leitender Flächen dadurch zu bestimmen, daß der Verlauf des Strahlungswiderstandes einer Antenne abhängig von der Wellenlänge gemessen wurde. Hierzu genügten der Funksender und ein Strommesser. Das Verfahren wurde praktisch mit gutem Erfolg benutzt zur Bestimmung der Tiefe wasserführender leitender Schichten unter trockenem Erdboden. Es ist in den dreißiger Jahren in sehr verfeinerter Form erneut verwirklicht und in großem Stil eingeführt worden zur Abstandsbestimmung des Erdbodens unter einem Flugzeug. Möglicherweise ist es das Verfahren der Zukunft und wird für viele Zwecke das bekannte Impulsverfahren verdrängen.

Das erste praktisch benutzte Impulsverfahren zur Abstandsbestimmung stammt von *Breit und Tuve (1926)*. Sie benutzten Impulssender mit kurzen Wellen und bestimmten die Höhe der Ionosphäre aus der Laufzeit, die bis zum Eintreffen reflektierter Impulse verstrich. Für Impulserzeugung und Empfang standen ihnen bereits Röhren zur Verfügung. Für das, was heute Radar genannt wird für die genaue Bestimmung des Standortes kleiner reflektierender Gegenstände nach Richtung und Entfernung, waren aber die von ihnen verwendeten Wellenlängen viel zu groß, und für die Verwendung kürzerer Wellen fehlten die Mittel zur Erzeugung, und zum Empfang fehlten die Röhren.

Die ersten Rückstrahlversuche bei Telefunken

Im Rückblick erscheint es verwunderlich, daß nach all diesen Vorläufern nicht von dieser Seite her der stärkste Druck auf die Röhrenentwicklung zur Schaffung von Röhren für hinreichend hohe Frequenzen ausgeübt wurde. Dies liegt anscheinend daran, daß für die neuen Möglichkeiten kein rechter Bedarf vorhanden war. In den ersten dreißiger Jahren müssen zahlreichen Beobachtern gelegentlich anderer Versuche Reflexionen sehr kurzer Wellen von Flugzeugen aufgefallen sein. Verfasser machte seine ersten Reflexionsmessungen an Flugzeugen im Jahre 1935 mit Sendern und Empfängern labormäßiger Ausführung, wie sie damals im Telefunkenlaboratorium für Ausbreitungsmessungen für Richtverbindungsstrecken zur Verfügung standen. Ein Flugzeug, das die Versuchsstation in der mit der Maschine erreichbaren Gipfelhöhe von 5 km überflog, wurde auf der 50-cm-Welle mit einigen Watt Senderleistung aus einer nach oben strahlenden Richtantenne angestrahlt; die reflektierte Welle wurde mit einem danebenliegenden Empfänger aufgenommen. Der Effekt war überraschend stark, so daß sofort der Entschluß gefaßt wurde, diesen Möglichkeiten weiter nachzugehen. Aber die denkbaren Anwendungsmöglichkeiten erschienen rein auf militärische Aufgaben beschränkt, es standen keine großen Mittel zur Verfügung, die Labors waren voll beschäftigt mit nachrichtentechnischen Aufgaben, und die Wehrbehörden schienen sich nur am Rande für diese neue Technik zu interessieren, deren Möglichkeiten so phantastisch schienen, daß sie lange Zeit nicht ernst genommen, sondern mehr für eine Spielerei gehalten wurden.

Inzwischen war aber die Technik der Dezimeterwellen bereits erschlossen. Es standen Richtantennen und empfindliche Empfänger zur Verfügung und die Fernstechnik beherrschte Impulse, Breitbandverstärker und *Braunsche Röhren*. Die klassische Radaranlage mit Impulssender, gemeinsamer Richtantenne für Senden und Empfang, Zwischenfrequenzempfänger mit Breitbandverstärkung und *Braunscher Röhre* zur Anzeige brauchte nur zusammengebaut zu werden.

Es wird dem Verfasser stets unvergeßlich bleiben, wie er zum ersten Male auf der *Braunschen Röhre* das Impulsbild eines Drahtzaunes sah, der sich etwa 300 m entfernt vor der Versuchsanlage quer über die Wiese hinzog. Zum ersten Male bekam er eine Anschauung von der Geschwindigkeit des Lichts als einer durchaus endlichen Größe, die mit den vertrauten Laboratoriumsmitteln des täglichen Gebrauchs gemessen werden konnte. Für den Hochfrequenzingenieur, der mit Dezimeterwellen arbeitet, ist ja die Mikrosekunde bereits ein „langer“ Zeitraum, in dem viele hundert Schwingungen der Dezimeterwelle ablaufen und den er mit großer Genauigkeit zu messen gewohnt ist. In dieser Zeit legt aber das Licht „nur“ dreihundert Meter zurück. Im Laufe der Zeit gelang es Telefunken, die Entfernungsmessung zu verfeinern bis auf Genauigkeiten von ± 5 m, d. h. Zeitmessungsgenauigkeiten von $\pm 3 \cdot 10^{-8}$ s, die in der gefertigten Geräteserie eingehalten werden konnten.

Die Entwicklung von Radargeräten

Als Ende 1938 größere Mittel zur Verfügung gestellt wurden, war bei Telefunken labormäßig bereits eine vollständige Rückstrahltechnik entwickelt. Es fehlte nur die hochtastbare Senderöhre für Impulse von vielen Kilowatt und die Technik zur Erzeugung von Gleichspannungsimpulsen großer Leistung zum Betrieb dieser Röhren. — Für die Peilung nach zwei Koordinaten war die Methode durchgearbeitet worden, einen Erregerdipol in der Öffnungsebene eines Rotationsparaboloides um den Brennpunkt rotieren zu lassen. Die Komponenten des mit der Rotationsfrequenz periodischen Verlaufs der Empfangsintensität lieferten unmittelbar die Abweichung der Spiegelachse von der Richtung zum Ziel nach Höhe und Seite. Das Verfahren war etwa $0,1^\circ$ genau. Die Entfernung wurde aus der Laufzeit des rückkehrenden Impulses ermittelt. Nur die Sendeleistung

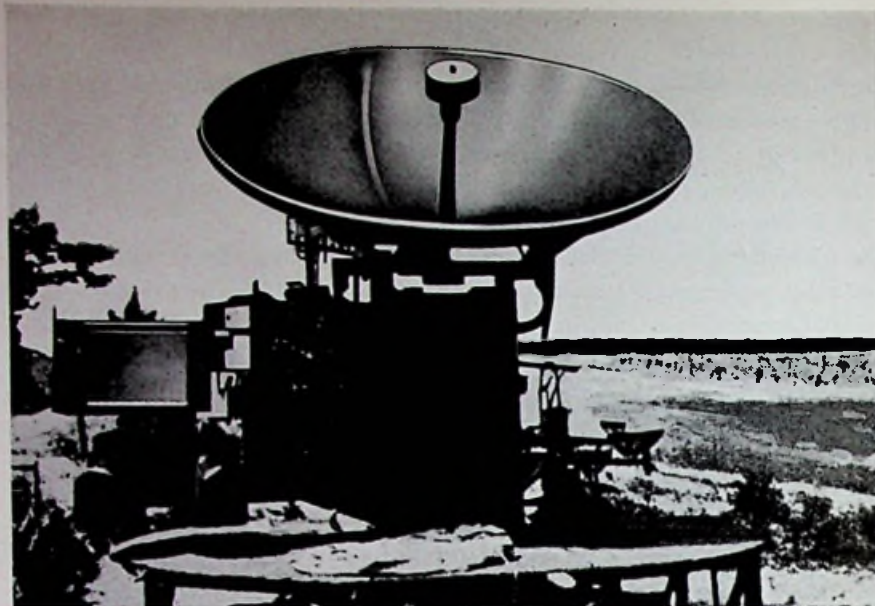


Bild 6: Radar-Gerät „Würzburg“ (1940).

war unzureichend, etwa 25 W, und die Welle um 50 cm, die für Richtverbindungsstrecken durchaus geeignet war, wurde später als zu lang erkannt.

Es gelang der Röhrenentwicklung in kurzer Zeit, hochtastbare Dezimetertrioden zu bauen für eine Impulsleistung von 10 kW. Damit stieg die Reichweite gegen Flugzeuge, die der vierten Wurzel aus der Leistung proportional ist, von etwa 6 km auf etwa 30 km, einem praktisch durchaus verwendbaren Wert. Das Gerät „Würzburg“ (Bild 6) wurde später in großen Stückzahlen geliefert. Größere Reichweiten ließen sich durch Vergrößerung des Spiegeldurchmessers von 3 auf 7 m erzielen, denn die Reichweite ist dem Spiegeldurchmesser proportional. Bereits Ende 1940 konnten Präzisionsortungsgeräte als Zielgeräte für die Flugzeugabwehrartillerie geliefert werden (Bild 7).

Die gleiche Technik mit kleinen Sendeleistungen gestattete den Bau kleiner Luftbordgeräte, die dem Nachtjäger das Auffinden von feindlichen Bombern erleichterte (Bild 8).

Die kartenmäßige Darstellung von Rückstrahlzielen nach Polarkoordinaten (Plan Position Indicator) war zwar bei Telefunken erfunden worden (1936 zum Patent angemeldet), wurde aber nicht durchentwickelt, weil der fliegende U-Boot-Jäger und der Langstrecken-Nachtbomber, für die er eine entscheidende Hilfe darstellt, nicht mit Dringlichkeit entwickelt wurden.



Bild 7: Radar-Zielgeräte (1942).

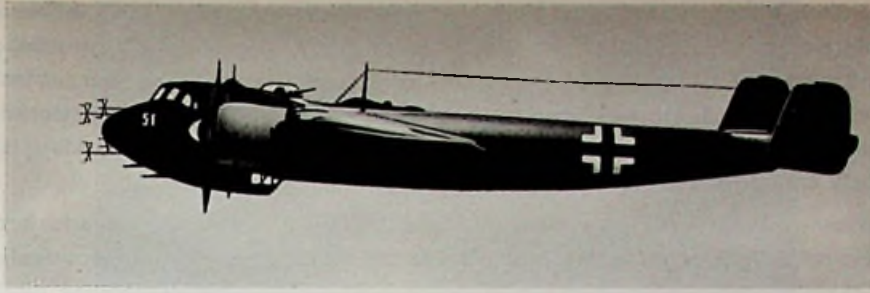


Bild 8: Radargerät für Nachtjagd an Bord einer Do 217 (1943).

Die letzteren Anwendungsmöglichkeiten hatten jedoch den Gegner veranlaßt, mit großer Energie Geräte mit Zentimeterwellen durchzubilden, deren hohe Bündelungsfähigkeit auch noch mit den kleinen unter dem Flugzeug mitführbaren Antennen eine befriedigende Richtungsauflösung liefert. Dort waren hochtastbare Zentimeterwellen-Magnetrons und sehr viel empfindlichere Empfänger entwickelt worden. Wir fanden diese Technik in Beutemaschinen kurz nachdem unsere eigene Zentimeterwellenentwicklung wegen Mangel an Laboringenieuren eingestellt worden war. Diese neue Technik wurde schnell erarbeitet und zum Bau eigener Geräte zugrunde gelegt, welche aber erst gegen Kriegsende frontreif wurden.

Immerhin waren auch in dieser letzten Phase noch durchaus eigene technische Lösungen entstanden, so die Durchbildung der dielektrischen Richtstrahler, die Hochtastung von Röhren im Empfangsverstärker, bei der mit einer beträchtlichen Steigerung der Stufenverstärkung eine erhebliche Vereinfachung der ganzen Anlage Hand in Hand ging, und der Bau von großen Rundsuchanlagen für Jägerführung und Luftlageaufklärung mit Impulsleistungen bis zu 1000 kW (Bild 9).

Nach dem Kriege

Alle diese Anwendungen waren militärischer Natur. Nach dem Kriege konnte Telefunken die Weiterarbeit an der Rückstrahltechnik nicht wieder aufnehmen. In England, Frankreich und den Vereinigten Staaten von Amerika wurde die vorhandene Radartechnik mit Zentimeterwellen auf Zwecke der Zivilluffahrt und der Verkehrsschifffahrt umgestellt. Aus dem Rundsuchgerät des Langstrecken-Bombers wurde das Schiffsradargerät, aus dem Flakzielgerät die Blindlandanlage. Geblieben sind der Magnetronimpulsender, die Tastschaltung, die Darstellung des Ergebnisses auf der Braunschen Röhre. Fernsehtechnik mit Erzeugung, Verstärkung und Abbildung von Impulsen, Richtstreckentechnik mit Richtantennen und der Hohlrohrschtaltungstechnik stellen die Bauelemente, aus denen die heute üblichen Rückstrahlgeräte aufgebaut werden. Was sie heute leisten, läßt noch viel zu wünschen übrig: So gibt es noch keine hinreichend kleinen, billigen, betriebssicheren Rückstrahlgeräte an Bord von Flugzeugen, um die Blindlandung ebenso gefahrlos und sicher zu machen wie die Landung nach Sicht. Für Schiffe liefert das heutige Schiffsradar zwar den Standort anderer Schiffe in der Nähe, aber

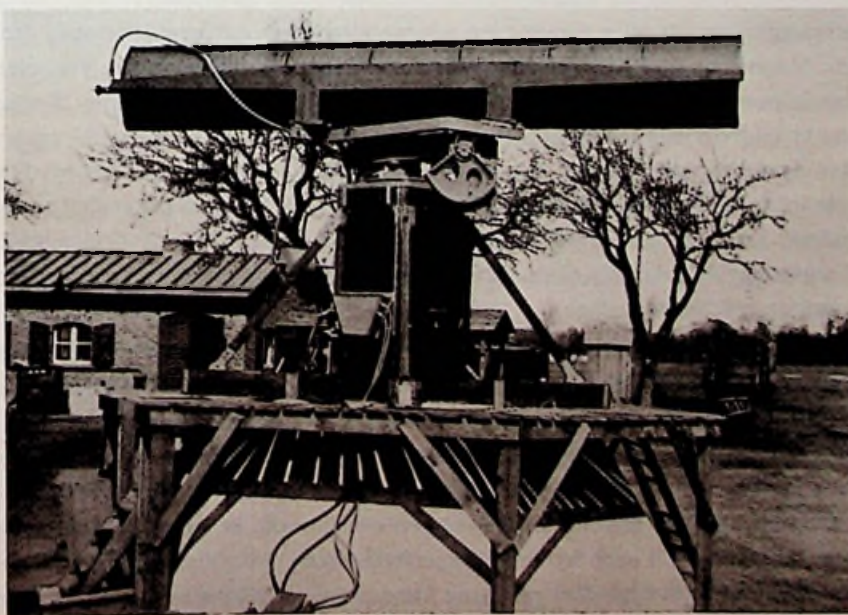


Bild 9: Radar-Rundsuchanlage mit Zentimeterwellen zur Jägerführung (1944).

keine ausreichende Information über deren Kurs, um danach sichere Ausweichregeln aufbauen zu können. Ferner fehlen hinreichend einfache Geräte, um Seezeichen auf dem Radarschirm nicht nur sichtbar zu machen, sondern auch mit unterscheidbaren Kennzeichen zu versehen. Derartige Aufgaben werden nicht mit der gleichen Intensität bearbeitet wie die militärischen Anwendungen, wie Zielgeräte, selbstsuchende Raketenköpfe, Fernlenkanlagen, Warnanlagen mit großer Reichweite. Sie sind aber bei stetiger Weiterentwicklung der heute vorhandenen Technik erreichbar ohne neue bahnbrechende Entdeckungen.

Die Rückkehr zum anfangs erwähnten Löwyschen Verfahren, heute „frequenzmoduliertes Radar“ genannt, könnte die Rückstrahltechnik von der Impulstechnik und der Kurzzeitmessung wieder umstellen auf stetige Vorgänge mit Schmalbandempfängern. Das würde einen wesentlichen Gewinn an Selektion, also Störsicherheit und eine erhebliche Einsparung an Leistung bedeuten. Doch scheinen dazu heute noch geeignete Röhren zu fehlen.

Auch auf diesem Gebiete wird Telefunken in dem Maß, wie die einschränkenden Bestimmungen fallen, sich in die Gesamtentwicklung wieder einschalten.

IV. Ausblick

Überblickt man das Wechselspiel von Röhre und Gerät, so ergibt sich folgendes Bild: Zunächst wurden mit der Röhre zwei Gebiete erschlossen, die Rundfunktechnik und der Kurzwellenweitverkehr. Die Röhre wurde entwickelt bis zu Frequenzen von etwa 30 MHz und es entstanden billige Massenherstellungsverfahren.

Das Fernsehen und die Richtstreckentechnik, später die Rückstrahltechnik verlangten Röhren mit größerer Grenzbandbreite und größerer Grenzfrequenz. Diese Forderungen erfüllte die Röhre zunächst durch längere (zylindrisch gedachte) Systeme und durch den Übergang zum Glasboden.

Setzt man nun die Kapazitäten im Gerät, in Fassung und Sockel durch Übergang zu kleineren Abmessungen bei gleichzeitiger entsprechender Erhöhung der Selbstinduktionen herunter und verkürzt man das System im gleichen Maßstab, so bleibt das Verhältnis Steilheit zu Kapazität konstant, es ändern sich weder Bandbreite noch Grenzfrequenz, nur der Anoden- und Heizleistungsverbrauch gehen herunter wie der Maßstab. Der Druck nach höherer Grenzfrequenz, der durch Ultrakurzrundfunk und Fernsehen ausgeübt wird, nötigt zur Verkleinerung des Gitterabstandes. Damit wächst die Steilheit schneller als die Kapazität, und die Grenzfrequenz wächst schneller als die Wurzel aus der Verkleinerung.

Röhren und Einzelteile werden also immer kleiner. Irgendwo kommt eine sinnvolle Grenze, jenseits derer die Fertigungskosten unzulässig anwachsen. Kleine Gitterabstände erschweren eine billige Fertigung, und daher gelangt man zur wirtschaftlichen Grenze mit kleinen Röhren in der Größe etwa unserer Miniaturröhren oder vielleicht der Subminiaturröhren mit Grenzfrequenzen bei etwa 500 MHz. Mit Scheibentrioden gelangt man bei Anwendung aller denkbaren Fertigungsmöglichkeiten zu einer Grenzfrequenz von etwa 5000 MHz. Da ist dann aber die gittergesteuerte Röhre am Ende, und von diesem Ende sind wir nicht mehr weit entfernt.

Die Richtverbindungstechnik und die Rückstrahltechnik fordern aber Senderöhren und Empfangsverstärker noch im Zentimeterwellenbereich. Hier kommt man mit den klassischen gittergesteuerten laufzeitlosen Röhren nicht mehr weiter. Magnetron und Klystron, noch bis zum Kriegsende die einzigen Vertreter ihrer Klasse, sind sehr selektive Röhren, soweit sie zur Verstärkung überhaupt geeignet sind. Die Wanderfeldröhre ist jedoch im Prinzip unselektiv, breitbandig. Sie ist im Begriff, als Senderöhre und als hochfrequenzverstärkende Eingangsröhre das Zentimeterwellengebiet zu erobern und wird die Triode vielleicht bei Frequenzen über 3000 MHz völlig verdrängen. Geräte- und Röhrenentwicklung Telefunken arbeiten zur Zeit an der Erschließung dieser neuen Technik. Dem mit der Wanderfeldröhre und anderen vielleicht auftretenden Laufzeitröhren erschließbaren Frequenzgebiet ist nach oben keine Grenze gesetzt, so daß alle von der Gerätetechnik zu stellenden Forderungen erfüllbar scheinen.

Wo wird diese Entwicklung enden? Zur Zeit werden Richtverbindungsstrecken geplant für Frequenzen bei 11 000 MHz, das sind 2,7 cm Wellenlänge; kleine Rückstrahlgeräte benutzen 30 000 MHz, 1 cm Wellenlänge. Ob die drahtlose Hochfrequenztechnik viel weitergehen wird, kann bezweifelt werden, denn in dieser Gegend beginnen Absorptionslinien in der Atmosphäre, die die Ausbreitung beeinflussen, und Regen hat ähnliche Wirkungen. Es ist also denkbar, daß wir uns jetzt der endgültigen oberen Frequenzgrenze der drahtlosen Technik nähern. Ob hier aber die Hochfrequenztechnik haltmacht, ist keineswegs sicher. Vielleicht wird man in zehn Jahren beginnen, mit noch höheren Trägerfrequenzen in Hohlleiterkabeln, die in ihrem Innern eine sorgfältig sauerstofffrei und wasserfrei gehaltene Atmosphäre von der Außenwelt abschirmen, Frequenzbänder zu befördern, die so groß sind wie der ganze bis heute technisch benutzte Frequenzbereich.



Bild 1: Telefunken-Großbildempfänger mit Braunscher Hochvoltröhre auf der Funkausstellung 1939.

Aus der Fernseh-Entwicklung bei Telefunken Rückblick und Ausblick

Von Fritz Schröter

Als die Technik der elektronischen Verstärkung und Schwingungserzeugung gegen Mitte der zwanziger Jahre einen Stand erreicht hatte, der das Fernsehen in wirtschaftlicher Form durchführbar erscheinen ließ, begannen außer bekannten Erfindern auch Pionierfirmen des Nachrichtenwesens — darunter Telefunken — mit Versuchen größeren Umfangs in dieser Richtung. Dabei mußten natürlich erst einmal die physikalischen Lösungsmöglichkeiten abgetastet werden, ehe die Entwicklung eines verkäuflichen Industrieerzeugnisses in Angriff genommen werden konnte.

Das war die heute schon fast fossil anmutende Ära der mechanischen Fernsehgeräte.

A. Karolus hatte in den Jahren 1922/23 den elektro-optischen Kerr-Effekt in Gestalt eines trägheitslosen Lichtventils (der „Karolus-Zelle“) für die Tonregistrierung auf Filmen, für die Lichttelephonie und die schnelle Übertragung ruhender oder bewegter Bilder praktisch nutzbar gemacht und damit für das Entstehen einer deutschen Fernsehtechnik den entscheidenden Anstoß gegeben. In enger Zusammenarbeit mit ihm entstanden bei Telefunken und Siemens & Halske die von der Reichspost in den Betrieb eingesetzten Bildtelegraphen, System „Telefunken-Karolus-Siemens“. Wie diese Apparate, so beruhten auch die ersten primitiven Fernsehermodelle des Laboratoriums Karolus auf der Lichtsteuerung durch den Kerr-Effekt. Freilich mußten jene Keime noch lange im Schoße ihrer Entstehungsstätte gehütet werden, und nur die alljährlichen großen Berliner Funkausstellungen gestatteten seit 1928 der Öffentlichkeit kurze Einblicke in das mühsame Werden einer Technik, die anfangs mit recht unwirtschaftlichen Mitteln arbeiten mußte, um überhaupt den Glauben an die Zukunft dieser Entwicklung — nicht als physikalische Spielerei, sondern als lohnender Zweig der Nachrichtengeräte-Industrie — bei den fördernden Instanzen aufrechtzuerhalten. Dem Nächsten aber haben jene Erstlingsschritte und -erfahrungen nicht nur wichtige Aufschlüsse über die Grenzen der Übertragungsgüte belebter Fernbilder und über die Wege zu deren Verbesserung gebracht, sondern auch schon im Rahmen des allgemeinen Fortschritts der Hochfrequenztechnik das Herauskrystallisieren der kom-



Bild 2: Karolus-Glühlampen-Wabentafel im Versuchsbetrieb 1937.



Bild 3: Aus 10000 Glühlämpchen zusammengesetzte Karolus-Wabentafel.

merziell interessantesten Formgebungen und Verwertungsmöglichkeiten für diesen neuen Zweig der Nachrichtenübertragung wesentlich erleichtert. Der UKW-Fernseh-Rundfunk innerhalb Großstadtweite (Deutsches Telefunken-Patent Nr. 459660 vom 9. Januar 1926), das Fernsprehren — unabhängig vom Bell-Laboratorium bei Telefunken entwickelt — und die Karolus-Leuchtwabentafel zur Darstellung eines Redner-Großbildes, ein vom politischen Zeitgeschehen beeinflusstes Produkt, sind Beispiele der frühen Ausrichtung unserer große Geldmittel erfordernden Arbeit auf sensationelle und konjunkturbedingt naheliegende Nutzenwendungen.

Auch die später entwickelten Großbildempfänger, bei denen das Bild durch Projektion vom Schirmbild einer Braunschen Röhre gewonnen wurde (Bild 1), sind von diesem Gesichtspunkt aus zu betrachten.

In der Karolus-Wabentafel (Bild 2), die später bis zu einem Mosaik von 10000 Glühlämpchen gedieh (Bild 3), war bereits eine vitale Forderung des technisch vollendeten Fernsehens, die Speicherung des Lichteffektes über die Dauer des Einzelbildes, erstmalig wenigstens teilweise erfüllt. Sende-seits im Ikonoskop von V. K. Zworykin seit 1934 erfolgreich durchgeführt, läßt dieses fundamentale Prinzip auf seine rationale Verwirklichung im Heim-Empfangsgerät heute noch warten. Beim Leuchtzellen-Großbild spielten die Mehrkosten für die Lichtspeicherung gegenüber dem ohnehin beträchtlichen Aufwand keine Rolle, und überdies wurde die Speicherwirkung durch die umsonst erhältliche thermische Trägheit der Glühlampenfäden unterstützt. Später projizierten wir eine Wabentafel, bei der die elektrisch-optische Speicherung statt durch Glühlampen durch Miniatur-Lenard-Lampen mit passend dosierter Gitter-Zeitkonstante gewonnen wurde. Dies waren steuerbare Eingitterröhren, deren Anodenstrom wie beim magischen Auge einen Fluoreszenzschirm mit langer Nachleuchtdauer erregte.

Wir hatten im Rahmen der Großbild-Versuche frühzeitig Gelegenheit, Elektronenstrahlenschalter mit hoher Segmentzahl für die synchrone Verteilung des Einkanal-Fernsehsignals auf die Einzel-Leuchtzellen des Mosaiks zu entwickeln (Bild 4). Dies geschah unter Leitung von M. Knoll, K. Diels und E. Gundert, und die dabei gesammelten Erfahrungen kamen uns später bei der Durchbildung der Multiplex-Zeitmodulation durch H. O. Roosenstein und H. J. v. Baeyer sehr zugute.

Aber inzwischen war die Braunsche Röhre nicht nur Standardelement des Heimempfängers, sondern auch für die Großprojektion des Fernsehbildes reif geworden und demgegenüber die Fortsetzung der immer kostspieliger werdenden Leuchtwaben-Versuche nicht mehr zu vertreten. Wir gaben sie daher als Nahziel, obzwar nicht grundsätzlich, auf. Im Kriege ist das Interesse für Leuchtzellentafeln als Mittel zur Darstellung von Luftlagepanoramen vorübergehend wieder aufgelebt, bis die von B. Bartels entwickelte Blauschirfröhre durch die Möglichkeit stark vergrößernder Abbildung ihres Schirmes einen einfacheren Weg zur Erfüllung jenes Zweckes wies.

Ferdinand Braun, der Mitbegründer von Telefunken, hat nicht geahnt, daß sein Kathodenstrahl-Oszillograph dereinst eine Auflage von 50 Millionen Exemplaren erleben werde. Diese Zahl erscheint nicht übertrieben, wenn wir zusammenrechnen, was an Braunschen Röhren der verschiedensten Formen und Zwecke heute

auf der ganzen Erde in Gebrauch, in Fabrikation und am Lager ist. Auf das Fernsehen dürfte davon mehr als die Hälfte entfallen. Diesem imponierenden Aufschwung gegenüber ist es für den Historiker reizvoll, die Befangenheit der Fachkreise gegenüber der Braunschen Röhre zu verzeichnen, die trotz *Campbell-Swintons* bekannter, aus dem Jahre 1909 stammender Voraussage des Fernsehens mittels synchron bewegter Kathodenstrahlen selbst in der Ära der elektronischen Verstärker noch lange Zeit bestanden hat, obwohl es gelungen war, mit gittergesteuerten Röhren nicht nur die Frage der Bildstromverstärkung zu lösen, sondern auch bereits die sägezahnförmigen Ablenkspannungen für den bildschreibenden Lichtpunkt zu erzeugen. Den ablehnenden Argumenten: unzureichende Lichtstärke und Zeichenschärfe, störendes Nachleuchten und zu geringe Lebensdauer hatte Verf. nichts anderes entgegensetzen, als einen kühnen Versuch, der sich aber als bahnbrechend erwies.

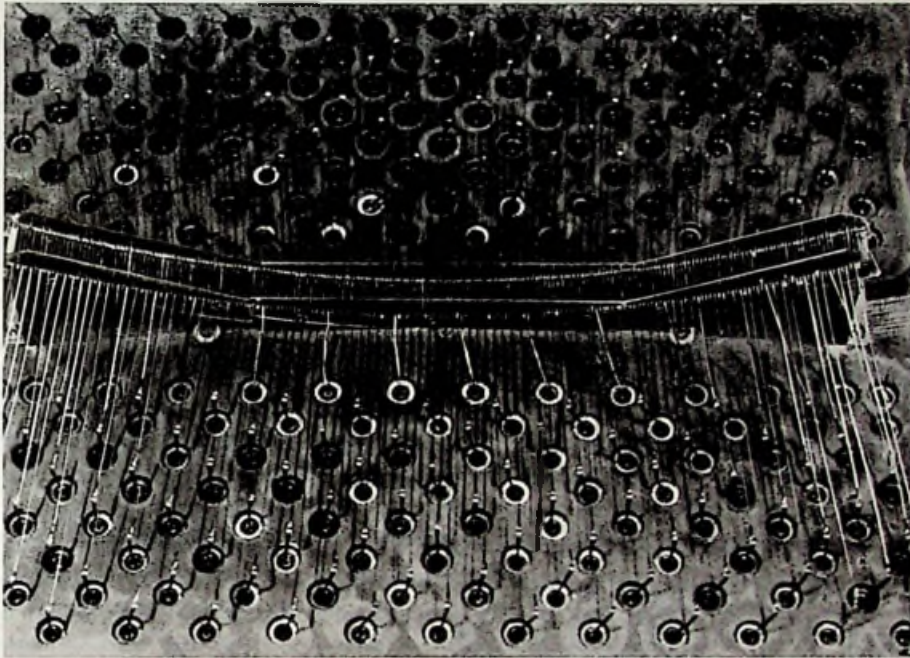


Bild 4: Kontaktplatte eines Elektronenstrahlschalters mit hoher Segmentzahl.

A. Schleede übernahm es 1928, diese Fragen mit einfachsten Mitteln zu klären. Das Ergebnis war so positiv, daß der Verf. Anfang 1930 die nahe Umstellung der deutschen Fernsehtechnik auf dem Bildempfang mittels *Braunscher* Röhre publizistisch vertreten, bei Telefunken eine dahin zielende Entwicklung größeren Maßstabes durchsetzen und noch im gleichen Jahre die heute für flimmerfreie und trotzdem sehr lichtstarke Fernsehbilder unentbehrliche Kombination vorsorglich unter Patentschutz stellen konnte: Kathodenstrahlröhre mit Zeilensprung-Rastersteuerung und dosiertem Nachleuchten des Schirmes (Deutsches Telefunken-Patent Nr. 574085 von 1930).

Aus der weiteren Entwicklung der Telefunken-Bildschreibröhre, die trotz wirksamer Hilfe des AEG-Forschungsinstitutes nicht ohne Rückschläge und Zeiteinbuße verlief, aber durch den Übergang von der Gaskonzentration zum Hochvakuum, zur Elektronenlinse und zu magnetischer Ablenkung endlich doch ein fabriktionsreifes Produkt erbrachte, seien hier nur folgende Marksteine erwähnt:

1. die 1936 prinzipiell abgeschlossene Hochvolt-röhre für Großprojektion mittels Spiegeloptik, bei der wir dank *O. Hachenbergs* Anregung bereits den Zusatz der jetzt allgemein gebräuchlichen korrigierenden *Schmidtschen* Linse vorgesehen hatten, die Ausführung aber Beschaffungsschwierigkeiten halber vertagen mußten;

2. die Weitwinkelröhre mit flachem Viereckkolben (Bild 5) für den 1939 vollendeten deutschen Einheits-Fernsehempfänger, eine damals äußerst

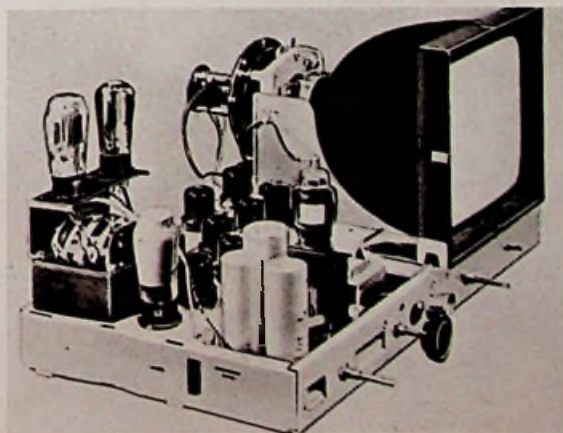


Bild 5: Deutscher Einheitsfernsehempfänger aus dem Jahre 1939 mit *Braunscher* Viereckkolben-Röhre.

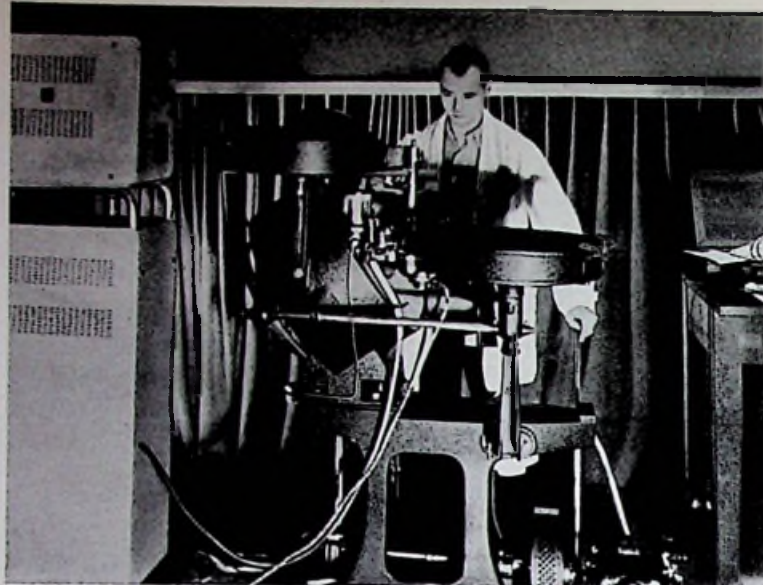


Bild 6: Kathodenstrahlgeber mit *Mechau*-Projektor im Berliner Fernsehstudio 1937.

kühne Lösung des rechteckigen, ohne störende Verzeichnung voll ausschreibbaren Schirmfeldes, heute in fabrikationstechnisch verbesserter Ausführung die letzte Form neuzeitlicher Entwicklung. Wir verdanken diese frühe Erfindung der Initiative *B. Bartels'*; die Durchbildung des Strahlensystems und des kurzen Gesamtaufbaues leiteten bei Telefunken in Zusammenarbeit mit der Reichspost und den an der Verwirklichung des Einheitsempfängers beteiligten anderen Firmen *H. Knoblauch* und *K. Kluge* als Röhrenspezialisten, *R. Urtel* und *R. Andrieu* als Schaltungsfachleute der Ablenktechnik, beide Gruppen in Fühlung mit den Elektronenoptikern des Laboratoriums von *M. Knoll*;

3. eine 2000 Zeilen schreibende, mit Magnetlinse und automatischer Nachfokussierung arbeitende Bildröhre von höchster Auflösungsschärfe und Verzeichnungsfreiheit, die hauptsächlich auf den Bemühungen der Herren *G. Wendt*, *W. Schröder* und *H. Marschall* (1941) beruhte.

Zum Zerlegerorgan einer rein elektronischen Phototelegraphie von Luftbildaufnahmen über Dezistrecken bestimmt, mußte die Röhre als „Flying Spot“-Geber wie als Empfänger die volle geometrische Präzision mechanischer Bildschreiber gewährleisten. Sie konnte für den genannten Zweck nicht mehr zum Einsatz kommen, hat aber ein Kapital von elektronenoptischen Forschungsergebnissen und Kunstgriffen hinterlassen, von dem gegenwärtige und künftige Entwicklungen bei Telefunken zehren werden.

Bei den Kathodenstrahl-Bildgeberröhren waren uns bis 1936 die Amerikaner mit dem Ikonoskop weit voraus. Wir hatten die Bedeutung der Außenreportage unterschätzt, die eine bewegliche nur mit elektronischen Mitteln mögliche Fernsehkamera erfordert. Der Einsatz der Herren *H. Knoblauch* und *H. Kluge*, später der Herren *R. Theile* und *M. Halbeck*, die eine kamerareife Geberröhre in Gestalt des Superikonoskops mit *cet. par.* verzehnfachter Lichtempfindlichkeit zuwege brachten und damit die Voraussage des Verf. bestätigten, half uns, die Scharte auszuweiten. Überdies hat sich unser etwa gleichzeitig entstandener Grünlicht-Filmabtaster (Zinkoxydschirmröhre), den wir in Verbindung mit

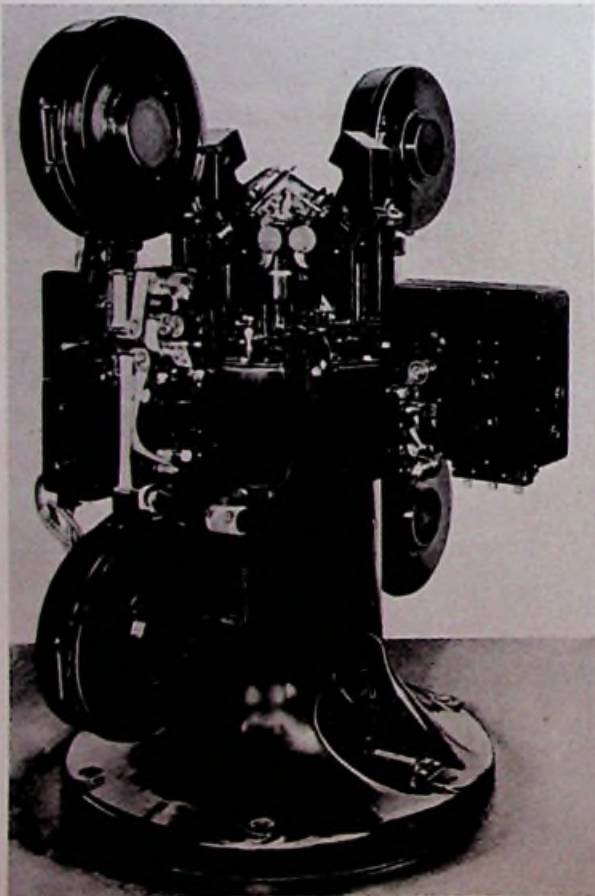


Bild 7a: Telefunken-Linsenkranzabtaster für 2 Filme im Fernsehaufnahmerraum Berlin-Witzleben (1935).

Mechau-Projektor (Bild 6) und stetiger Filmbewegung erstmals auf der Funkausstellung 1937 vorführten, später in der Entwicklung der Fernkinogeber anderer Länder durchgesetzt.

Der Name *E. Mechau* (†) bleibt mit dem Zeitalter der mechanisch-optischen Vorläufer des Kathodenstrahl-Bildgebers unauslöschlich verknüpft. Nachdem unsere Mitarbeiter *O. Schriever* (†) und *W. Federmann* im Jahre 1932 einen bemerkenswerten Lochscheiben-Filmabtaster für 180 Bildzeilen entwickelt hatten, der sich durch die erstmalige Anwendung des elektrischen Schwungradkreises zum Ausgleich der durch Teilungsfehler bedingten Streuung des Zeileneinsatzes auszeichnete (dasselbe Prinzip, mit dem im modernen Fernsehempfänger die Verwerfung der Zeilenanfänge durch das Rauschen bekämpft wird), schuf *Mechaus* geniale Begabung den Telefunken-

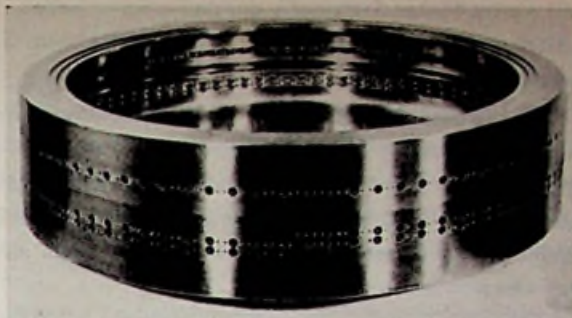


Bild 7b: Rotierender Linsenkranz, das mit großer Präzision ausgeführte wesentlichste Element des Linsenkranzabtasters.

Linsenkranz-Abtaster (1935), ein Maschinenelement höchster Präzision (Bild 7). Als Kombinationsgerät für Personen- und Filmübertragung mit Zeilensprung hat der Linsenkranz damals auf dem Schirm der *Braunschen* Röhre verzerrungs- und flimmerfreie 180-Zeilen-Bilder von vollkommen gleichmäßiger Schärfe und überraschender Klarheit geliefert. Er hat längere Zeit den Fernsehprogrammdienst der Reichspost bestritten und wurde danach im Fernseh-Sprechbetrieb Berlin-Leipzig sowie für Vorführungen dieser Verkehrsart auf der Pariser Weltausstellung 1937 eingesetzt. Dort errang er den „Grand Prix“, und die Jury verlieh *Mechau* die goldene Medaille. Von ihm rührt ferner die erste, bei den Olympischen Spielen 1936 benutzte Ikonoskop-Kamera mit Teleobjektiv her (Bild 8).

Die Umstellung auf elektronische Bildgeber war bei Telefunken 1937 im wesentlichen beendet. Die nunmehr mögliche, von der Reichspost verordnete 441-Zeilen-Normung beruhte auf Vorschlägen und Vorführungen unseres Schaltungslaboratoriums, wo unter *R. Urtel* eine Reihe befähigter Spezialisten — hauptsächlich die Herren *M. Geiger*, *R. Schienemann*, *E. Kettel* und *W. Weber* — alle einschlägigen Fragen der Studioteknik, wie Impulszentrale, Breitbandverstärker, Ablenkstromkreise, Kamera, Synchronisierschema usw.,



Bild 8: Die Telefunken-Ikonoskopkamera bei den Olympischen Spielen Berlin 1936.

mit vortrefflicher Systematik durchgearbeitet hatten. Das Prinzip der von R. Andrieu angegebenen Zeilenablenkschaltung hat sich weit über Deutschlands Grenzen hinaus als ein Standardelement des Fernsehempfängers bewährt.

Die industrielle Basis war dem Fernseh-Rundfunk mit dem Einheitsempfänger von 1939 bereitet. Eine von W. Buschbeck, Telefunken, hochgezüchtete UKW-Sendertechnik gab die Grundlage für das Verbreiten des Bildprogramms durch ein Netz von Ausstrahlzentren, dessen Errichtung die Reichspost in die Hand genommen hatte. Der Kriegsausbruch brachte diese Entwicklung zum Erliegen. Unsere Fernseh-Abteilung mußte stark eingeschränkt und ihre Tätigkeit auf militärisch interessante Sonderaufgaben fernsehähnlicher Art konzentriert werden.

Nach dem Zusammenbruch von 1945 hat der Scheintod des deutschen Fernsehens nur einige Jahre gedauert. Heute ist sein Wiederaufleben handgreifliche Tatsache. Auch Telefunken baut auf alter Grundlage weiter, muß aber zunächst den inzwischen entstandenen Vorsprung der ausländischen Technik einholen. Abkommen über Schutzrechte und Erfahrungsaustausch machen dabei, so nützlich sie im Prinzip sind, die eigene Entwicklungstätigkeit nicht überflüssig.

Der Empfänger für die neue 625-Zeilen-Norm des CCIR, die vom Verf. seit 1943 propagiert wurde und dann vor allem auf Grund der in Deutschland durchgeführten grundsätzlichen Untersuchungen über die günstigste Zeilenzahl festgelegt werden konnte, liegt in optimaler Verfassung vor. Er ist in allen Teilen auf höchste Bildgüte bei kleinstem Aufwand durchgearbeitet. Nur sehr große Fabrikationsserien und internationale Standardisierung von Einzelbauelementen könnten sich noch im Preis des Gerätes auswirken. Voraussetzung sind dafür Sender höchster Strahlungsleistung in den UKW-Bändern I und III, Antennen mit günstigster Bündelung und die Entwicklung von Fernseh-Relais für Dezimeter-Zubringerstrecken, die mit dem Ausbreitungsraum zugleich das Absatzgebiet erweitern. Internationaler Zusammenschluß der Fernsehnetze wird den Teilnehmern eine Mehrzahl von Darbietungen zugänglich machen und damit die gefährliche Klippe der schwankenden Programmqualität umschieben helfen. All dieses ist im Werden, zum Teil schon verwirklicht und einsatzreif.

So gerüstet, kann die deutsche Fernsehindustrie ohne Überschwang, aber mit begründeter Hoffnung in die Zukunft blicken. Soweit sie sich Investitionen für Entwicklung leisten darf, wäre zu wünschen, daß sie diese auch auf Großbildprojektion und Studioteknik ausrichtet. Mit dem Farbfernsehen als Heimempfang ist in Europa vorläufig nicht zu rechnen, und kommt es später einmal, so wird die Sendemethode unveränderte Weiterbenutzung der bestehenden Schwarz-Weiß-Empfänger gewährleisten („compatibility“). Auf diesem Wege sind revolutionäre Überraschungen, soweit man heute sieht, wenig wahrscheinlich, fortgesetztes Ausfeilen von Einzelheiten, wie z. B. die Vervollkommnung der Bildröhren-Herstellungsmethoden, das Gegebene.

Man bleibe sich aber dessen bewußt, daß die Keime eines zukünftigen Fernsehens auf höherer technischer Ebene schon gepflanzt sind. Die moderne Theorie der Informationsübertragung im Verein mit der vom Bell-Laboratorium experimentell in Angriff genommenen Vorhersage von Bildsignalwerten unter Ausmerzung der „Redundanz“ auf Grund der Korrelationsbeziehungen sind Wegmarken einer neuen Entwicklung, die auf höchste Ausnutzung der Kanalkapazität und damit im Endeffekt auf kleinsten Frequenzbandaufwand für eine gegebene Nachrichtenmenge je Zeiteinheit abzielt. Nicht die jeweilige Helligkeits-Amplitude, sondern nur ihre Abweichung von dem nach der Vorgeschichte zu erwartenden Wert wird übertragen.

Diese Methode setzt beim Empfänger ein „Gedächtnis“, eine Speichermöglichkeit, voraus. Und damit sind wir wieder bei der Forderung des vollendeten Fernsehens, dem elektronischen Empfangsspeicher, angelangt. Verfasser hat im Jahre 1936 ein auf diesen gegründetes Verfahren beschrieben*), nach welchem von Einzelbild zu Einzelbild ausschließlich die inzwischen erfolgten Änderungen der Punkthelligkeit gesendet werden. Wo die Helligkeit unverändert blieb, und dies ist im Durchschnitt bei weitaus den meisten Bildpunkten der Fall, findet keine Emission statt. Auch wenn man den Vorschlag nicht bis in die letzten, damals aufgezeigten, heute noch problematischen Konsequenzen verfolgt, ist nach den vorliegenden Erfahrungen über unerwartete UKW-Reichweiten und störende Interferenzen selbst bei weit voneinander entfernten, auf gleicher Welle arbeitenden Sendern anzunehmen, daß diese Schwierigkeit, die bei der Stockholmer Fernsehwellenverteilung von 1952 eine so große Rolle gespielt hat, durch die Verwirklichung der Differentialübertragung beträchtlich vermindert und infolgedessen die Zahl bzw. die Dichte der Ausstrahlungszentren vervielfacht werden könnte. Damit würden dem Bildprogramm weitere Zonen erschlossen und für die Steigerung des Absatzes von Fernsehempfängergeräten neue Möglichkeiten geschaffen werden.

*) Vgl. Französ. Patent Nr. 825 833 (Telefunken, Erfinder: Fritz Schröter).

50 Jahre Antennentechnik

Von W. Berndt

Die Antennen haben ihren Namen aus der Zoologie. Dort bezeichnet man seit langer Zeit mit „antennae“ die langen dünnen Fühler der Schmetterlinge oder anderer Insekten. In der Tat hatten die ersten Antennen der drahtlosen Technik vor etwa 50 Jahren hiermit etwas Ähnlichkeit. Es waren lange dünne Drähte, die das letzte bzw. erste Glied der „drahtlosen“ Sende- bzw. Empfangsapparatur bildeten. Zwischen den Drähten der Sendeantenne und denen der Empfangsantenne lag das eigentliche Übertragungsmedium, dem die ganze Hochfrequenztechnik die Bezeichnung „drahtlos“ verdankt.

Dieses Medium schien in den ersten 25 Jahren der drahtlosen Technik für die Ausbreitung der elektrischen Wellen um so günstigere Eigenschaften zu haben, je größer die gewählte Betriebswellenlänge war. Mit der laufenden Erhöhung der Wellenlänge wuchsen dann auch die Antennen zu gigantischen Fühlern bis zu 250 m Höhe über dem Erdboden. Anders wurde es erst, als man merkte, daß für die Ausbreitung der elektrischen Wellen nicht nur die Eigenschaften der Erdoberfläche maßgebend sind, sondern auch die der darüberliegenden Luftschichten. Die Entdeckung der Kennelly-Heaviside-Schicht [1] [2], wegen ihrer elektrischen Eigenschaften Ionosphäre genannt, hat in der drahtlosen Technik eine völlig neue Aera geschaffen und gleichzeitig auch das äußere Erscheinungsbild der Antennen derart verwandelt, daß sie diesen Namen in seiner ursprünglichen Bedeutung kaum mehr verdienen.

Dieser neue 25jährige Zeitraum, gewissermaßen die zweite Halbzeit der hier betrachteten Telefunken-Geschichte, wurde eingeleitet mit dem Vorstoß der Senderbauer zu den kürzeren Wellen, die entsprechend dem Fortschritt der Röhrentechnik mit immer größeren Leistungen erzeugt werden konnten. Weitere Meilensteine waren die fremdgesteuerten Kurzwellensender, die bald die selbsterregten ablösten und später die quartzesteuerten Vorstufen, die eine intensive Belegung der neuen Wellenbänder überhaupt erst ermöglichten.

Die Entdeckung der Ionosphäre stellte aber nicht nur die Röhren- und Senderentwickler, sondern auch die für die Antennen und die Übertragungswege verantwortlichen Ingenieure vor neue Aufgaben. Auf der einen Seite war der Nachrichtenfernverkehr, der sich nun vorwiegend im Kurzwellenbereich abspielte, erleichtert, auf der anderen Seite jedoch erschwerte die Einwirkung der Ionosphäre eine befriedigende Rundfunkversorgung im Mittel- und Langwellenbereich.

In beiden Fällen konnte man die verschiedenartigsten Aufgaben durch Anwendung von Antennen lösen, die nach bestimmten Richtungen bevorzugt, nach anderen weniger oder gar nicht strahlen. Diese Richtantennen sind daher in ihren wichtigsten und grundlegenden Typen schon in den ersten Jahren der Ionosphärenforschung vorgeschlagen worden. Die Patentliteratur dieser Jahre liefert hierzu zahlreiche Beispiele. In dem später folgenden Bild 4 sind Ausschnitte aus drei grundlegenden Patentschriften wiedergegeben, die vor fast genau 25 Jahren in den Telefunken-Laboratorien entstanden sind.

Neben der normalen Ausbreitung längs des Erdbodens gestattet die Ionosphäre noch einen zweiten Ausbreitungsweg, dessen Ergebnis die sogenannte Raumfeldstärke am Empfangsort ist [5]. In denjenigen Gebieten, in denen Boden- und Raumfeldstärke von gleicher Größenordnung sind, wird es zu störenden Interferenzen zwischen beiden kommen müssen. Die Aufgabe der Antennentechnik lautet also, für diese Fälle den einen der beiden Wege so zu schwächen, daß er den anderen nicht mehr als zulässig stört.

Im Kurzwellengebiet ist wegen der größeren Bodendämpfung die Bodenwelle meist schon in geringer Entfernung praktisch abgeklungen. Statt dessen kann man die Hauptenergie unter einem schräg nach oben verlaufenden Winkel abstrahlen. Die Lösung dieser Aufgabe wurde erleichtert durch die Einführung des symmetrischen horizontalen Dipols [6], der frei von irgendeiner Erdverbindung arbeitet, daher auch die Erdverluste auf ein Minimum reduziert. Die Beschränkung auf die Raumwelle allein brachte allerdings die Abhängigkeit vom jeweiligen Zustand der Ionosphäre und erforderte getrennte Tag- und Nachtwellen.

In der Mittel- und Langwellentechnik bleibt dagegen die Bodenwelle ein wichtiger Anteil für eine regelmäßige Versorgung. Die Raumwelle stört hier vorwiegend im sogenannten Nahschwundgebiet, nämlich dort, wo Boden- und Raumwelle etwa gleich groß sind. Das ist je nach Wellenlänge in Entfernungen zwischen 50 und 150 km der Fall. Diese Erkenntnis führte bei Telefunken zur Entwicklung der nahschwundmindernden Rundfunkantennen, die seit etwa 20 Jahren laufend bei den Großrundfunksendern eingeführt worden sind.

Darüber hinaus gestattet die Ionosphäre auch im Mittelwellengebiet über sehr große Entfernungen guten Raumwellenempfang, allerdings nur in den Abend- und Nachtstunden mit ausreichender Intensität. Diese Tatsache macht den mehrfachen Einsatz gleicher Betriebsfrequenzen in einem begrenzten Raum, wie z. B. Europa, unmöglich. Die Folge war die heute bekannte Wellenknappheit im Mittel- und Langwellenbereich. Als Gegenmittel wurden Richtantennen entwickelt, die in einer oder auch in zwei bestimmten Richtungen

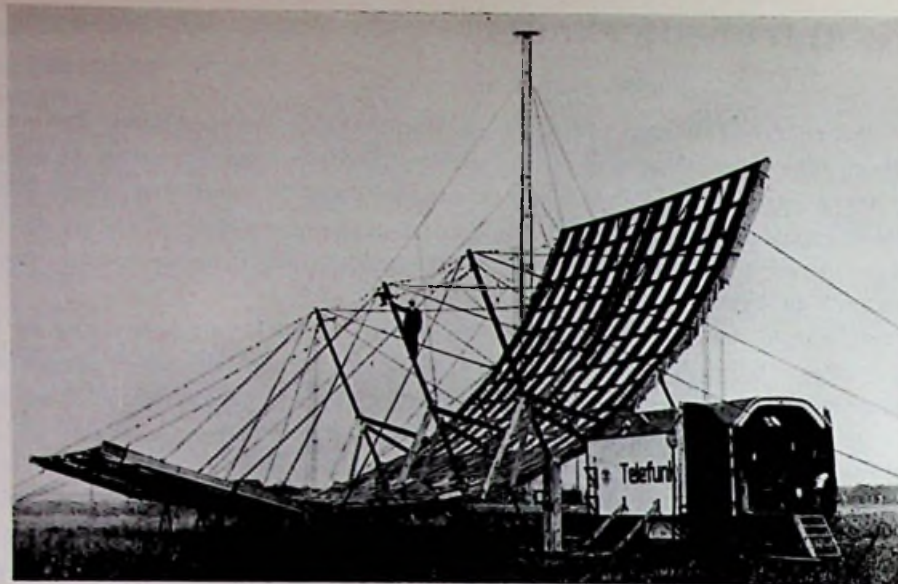


Bild 1: Schwenkbarer Parabol-Reflektor mit Kurzwellensender auf der Funkstelle Nauen (1925).

scharfe Minima der Abstrahlung haben, so daß in diesen Richtungen ein bzw. zwei weitere Rundfunksender auf der gleichen Wellenlänge unter bestimmten Bedingungen arbeiten können.

Zu Beginn der Epoche der Richtantennen finden wir eine Ausführungsform, wie sie schon Heinrich Hertz in kleinerem Maßstab für seine grundlegenden Versuche benutzt hatte, nämlich einen Parabolspiegel in der Ausführung von Bild 1. Diesen für die damalige Zeit recht umfangreichen Spiegel ließ A. Meißner bauen, um mit ihm die günstigsten Abstrahlwinkel für Kurzwellenverbindungen nach Amerika zu ermitteln [5].

Bei den zu seinerzeit noch geringen Senderleistungen mußte aber eine wesentlich schärfere Bündelung der abgestrahlten Energie erreicht werden, als es mit dem Parabolspiegel möglich war. Die wirtschaftlichste Lösung wurde damals in den Strahlwerferantennen von Telefunken (Bild 2) gefunden, die wegen ihrer typischen Einspeisung vielfach auch als Tannenbaumantennen bezeichnet worden sind [7] [8]. Dieser Antennentyp ist in großer Zahl im In- und Ausland errichtet worden. Tannenbaumantennen stehen zum Teil schon 20 Jahre und arbeiten bis in unsere Tage in der gleichen Weise wie im Augenblick ihrer Inbetriebnahme. Andere

werden heute noch nach dem gleichen Schema gebaut. Gewisse Abwandlungen sind selbstverständlich im Laufe der Jahre eingetreten. So wurde ganz allgemein die Leistung der Kurzwellensender erhöht, wodurch die Anforderungen an die Isolationstechnik der Antennen stiegen. Aus diesen und anderen Gründen werden die einzelnen Dipole heute oft nicht mehr eindrähtig, sondern mehrdrähtig in Form von Reusen hergestellt (Bild 3).

Die wesentlichen Merkmale der Richtantennen, wie sie zuerst im Kurzwellenbereich und später in der UKW- und Dezimetertechnik verwendet wurden, sind im Bild 4 wiedergegeben. Man erkennt in dieser Darstellung die beiden Grundelemente der Antennenkombinationen, nämlich den Dipol und den Doppeldipol, heute vielfach mit Halbwelldipol und Ganzwelldipol bezeichnet (Bild 4, Abb. 2 zu DRP 521885). Ferner sieht man hier schon die beiden grundsätzlichen Methoden der Speisung von Doppeldipolen, nämlich die Tannenbaumspeisung rechts und die Breitbandspeisung links (Bild 4, Abb. 3 und 4 zu



Bild 2: Telefunken-„Tannenbaum“-Antenne auf der Funkstelle Nauen (1928).

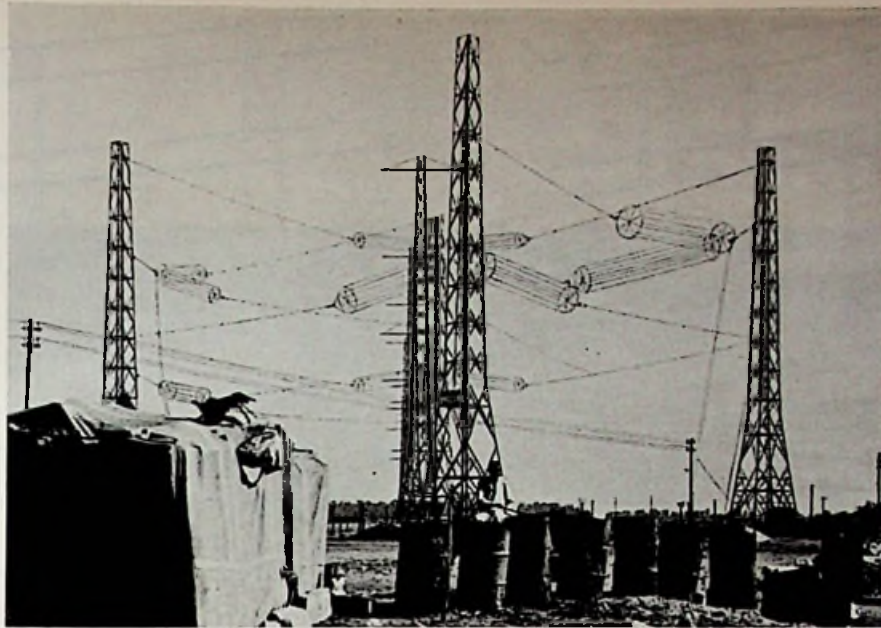


Bild 3: Telefonken-„Tannenbaum“-Antenne auf der Funkstelle Kairo (1953).

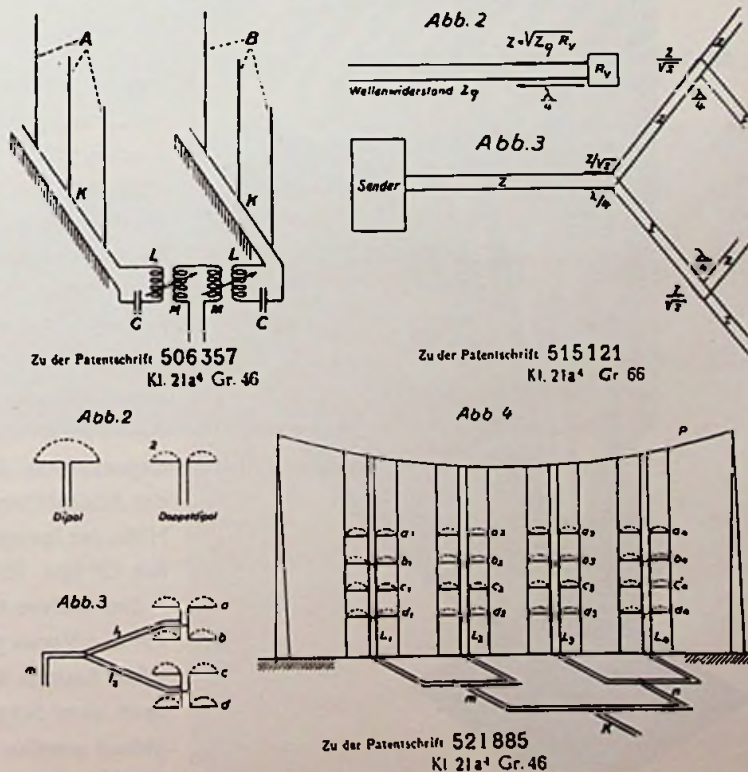
DRP 521885). Ferner sind in dieser und in DRP 515121 die typischen Methoden der Verzweigung von Speiseleitungen enthalten. Die heute allgemein übliche und für selbstverständlich gehaltene Einrichtung des sogenannten $\lambda/4$ -Trafos für den Übergang auf einen anderen Wellenwiderstand, z. B. am Verzweigungspunkt einer Speiseleitung in zwei andere, ist schon vor fast genau 25 Jahren in den Telefonken-Laboratorien erfunden worden (Bild 4, Abb. 2 und 3 zur DRP 515121).

Neben der am meisten angewendeten Methode der rückwärtigen Ausblendung mit Hilfe von strahlungsgekoppelten Dipolen (siehe Bild 2) ist auch schon in einer anderen deutschen Patentschrift Nr. 506357 (siehe Bild 4) vor 25 Jahren die amplituden- und phasenrichtige Speisung von Dipol- und Reflektorwänden angegeben worden [9], die in neuerer Zeit bei den Richtantennen im Mittelwellenbereich Bedeutung erlangt hat.

Im Bild 5 sind in sechs Ausführungsbeispielen die von Telefonken gebauten typischen Richtantennen mit verschiedenen Methoden der rückwärtigen Ausblendung gezeigt. Im Beispiel 1 wird die Reflektorwand durch eine kurzgeschlossene Stichleitung als Ganzes abgestimmt.

Da hierbei die Reflektorwand genau so ausgeführt ist wie die Dipolwand, kann diese Form der Richtantenne mit Hilfe eines Umschalters „U“ für zwei entgegengesetzte Abstrahlrichtungen verwendet werden. Bei dem Beispiel 2, Bild 5, in dem die Reflektorwand über eine 90° -Umwegleitung gespeist ist, muß zur Erzielung einer Strahlungsumkehr der Anschluß der Speiseleitung von a nach b verlegt werden.

In ähnlicher Weise kann man die verzögernde Wirkung einer Umwegleitung dazu benutzen, um zwei nebeneinanderliegende Hälften einer Richtantenne so zu speisen, daß das Maximum der Abstrahlung nicht senkrecht zur Wand, sondern unter einem einstellbaren Winkel liegt (Bild 5, Beispiel 3). Derartige Richtantennen mit schwenkbaren



Zu der Patentschrift 506357
Kl. 21a⁴ Gr. 46

Zu der Patentschrift 515121
Kl. 21a⁴ Gr. 66

Zu der Patentschrift 521885
Kl. 21a⁴ Gr. 46

Bild 4: Ausschnitte aus grundlegenden Patentschriften über Kurzwellen-Richtantennen.

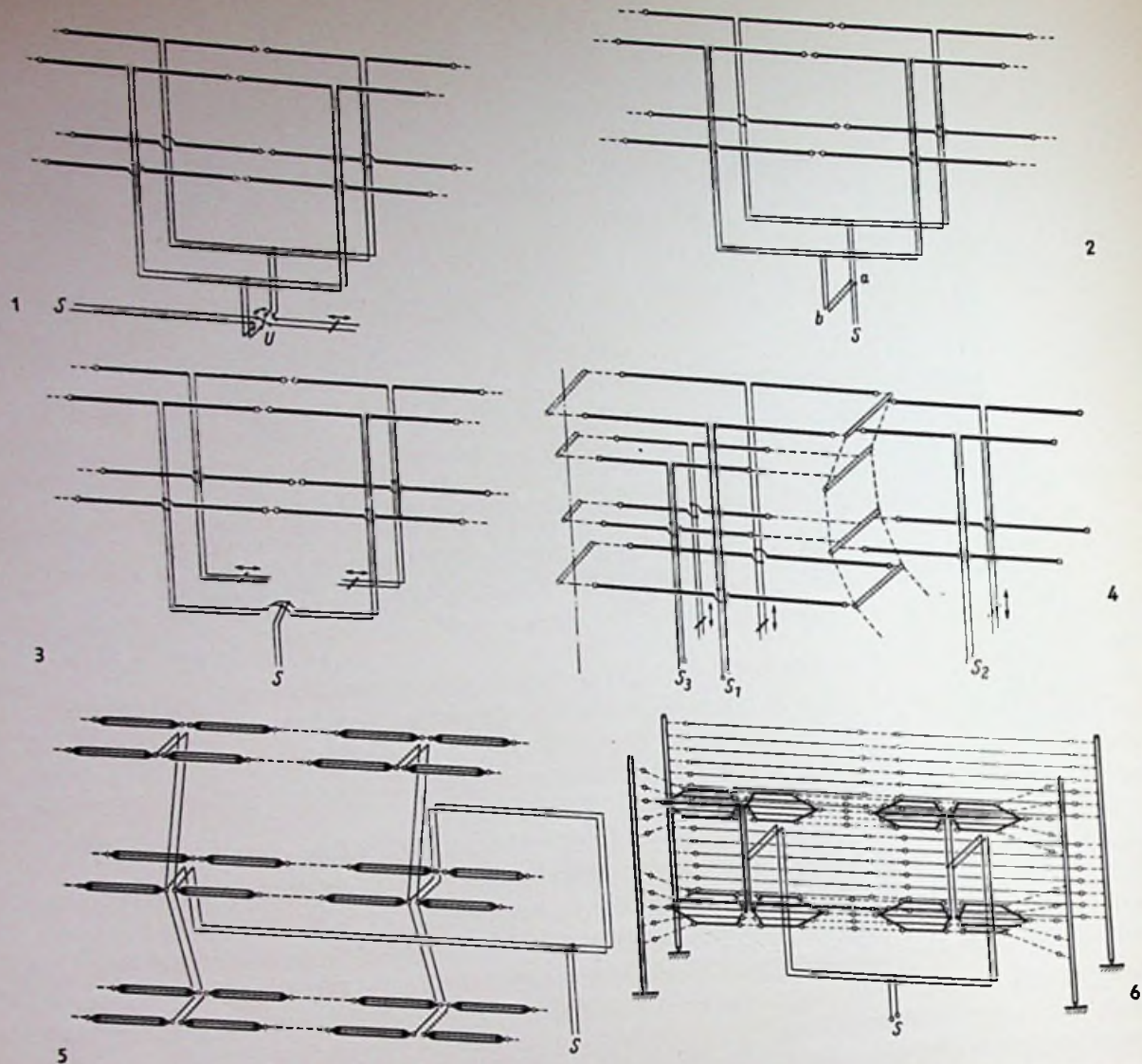


Bild 5: Typische Ausführungsformen von Telefunken-Richtantennen.

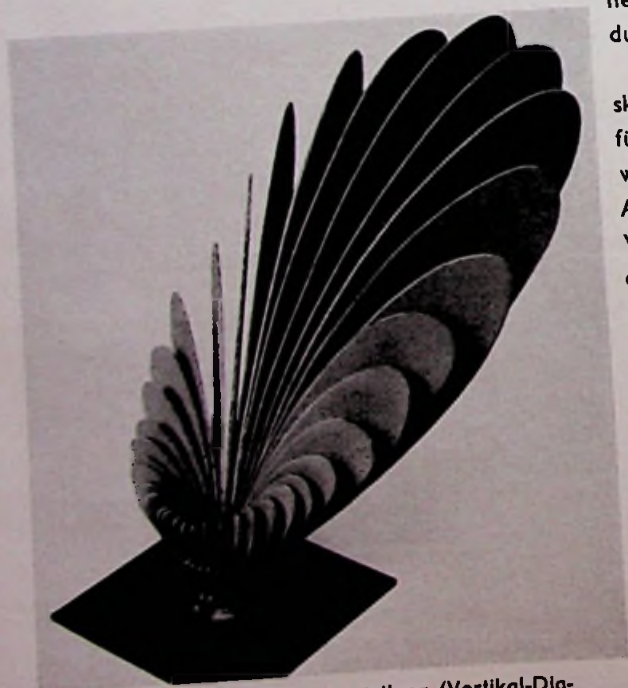
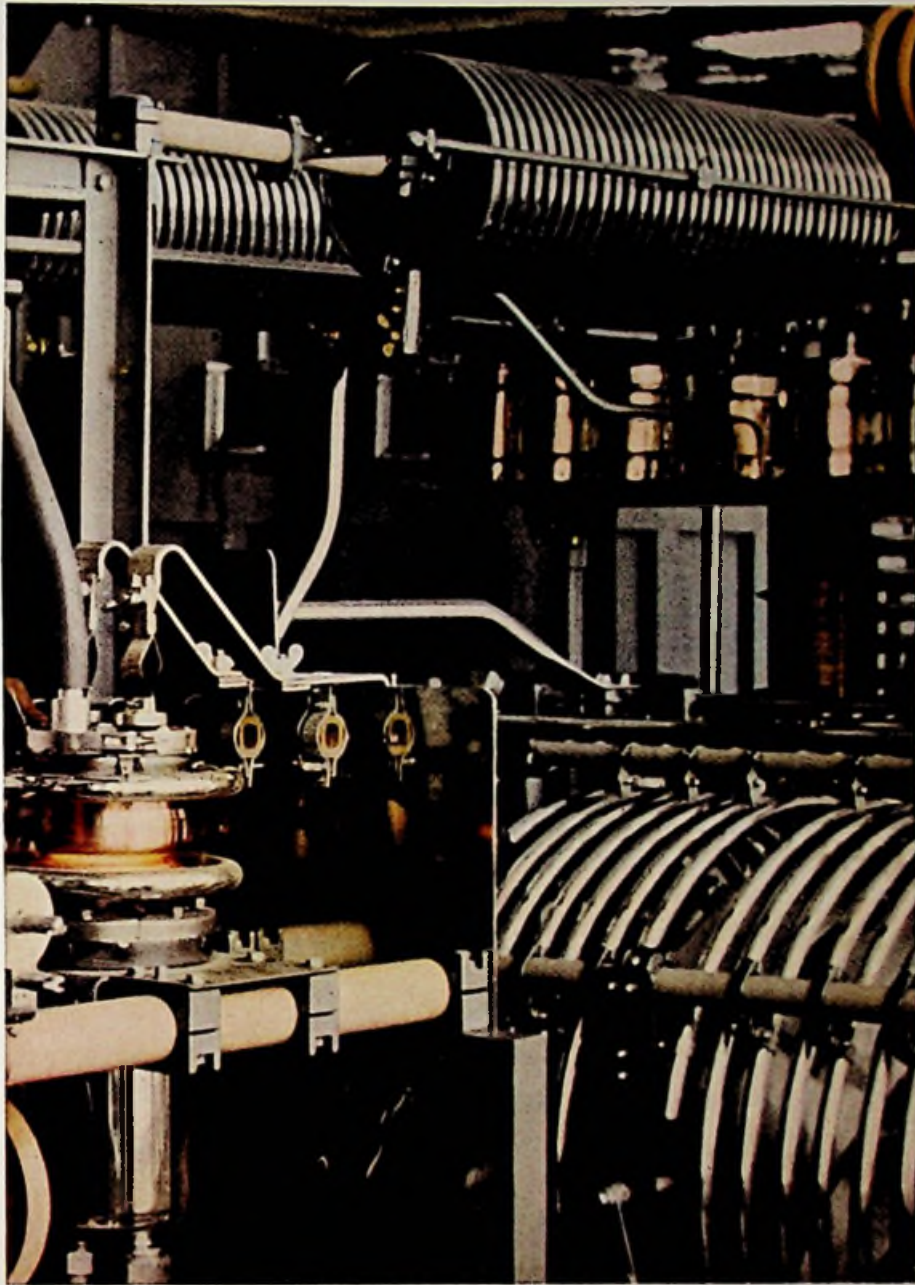


Bild 6: Räumliche Strahlungsverteilung (Vertikal-Diagramme) einer Telefunken-„Tannenbaum“-Antenne.

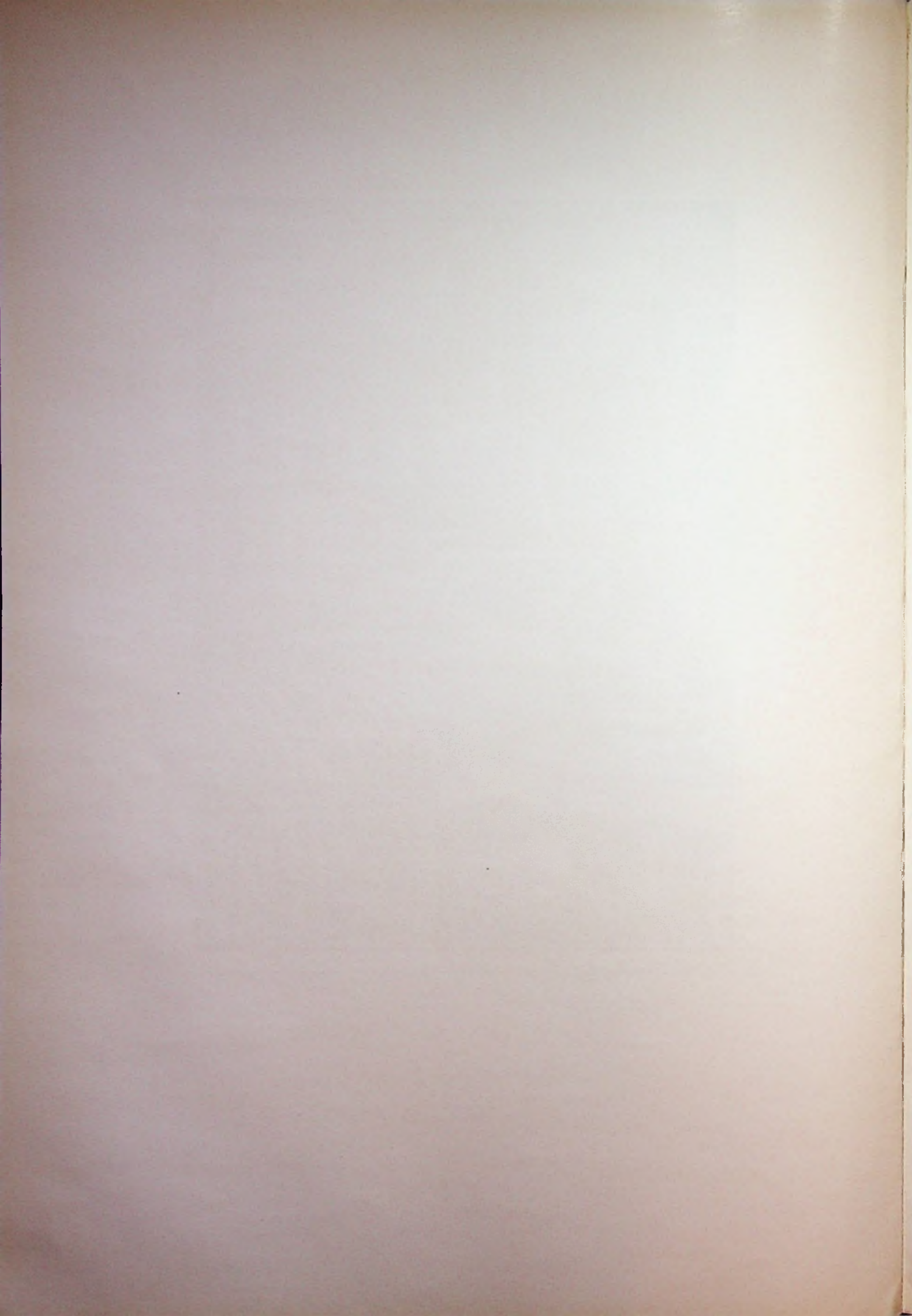
Maxima werden z. Z. von Telefunken in Kairo montiert. Sie dienen hier der Rundfunkversorgung Europas durch Einstellung auf den jeweils bevorzugten Sektor.

Im Beispiel 4 von Bild 5 ist ein Richtantennen-System skizziert, wie es vor einem halben Jahr von Telefunken für den Überseedienst des NWDR in Osterloog geliefert wurde. Hier sind aus Gründen der Platzersparnis zwei Antennen ineinandergeschachtelt. Drei derartige Wände mit je drei Antennen sind sternförmig um einen gemeinsamen Mittelmast angeordnet, der durch die strichpunktierte Linie in Beispiel 4, Bild 5 angedeutet ist. Die Erhebungswinkel für die Maxima der Abstrahlung waren entsprechend der wirksamen Höhe der Ionosphäre, der Wellenlänge und Tageszeit mit 15° bzw. 25° gewählt.

Eine andere Antenne mit einem Abstrahlwinkel von 45° zur Versorgung des deutschsprachigen europäischen Raumes ist vor etwa fünf Jahren in Osterloog nach dem Schema des Beispiels 2 von Telefunken gebaut worden. Das räumliche Richtdiagramm ist in Bild 6 wiedergegeben. Der Abstand zwischen zwei Dipolen war hier nicht $\lambda/2$, sondern fast eine Wellenlänge.



Eine Endstufe des 300-kW-Rundfunksenders RIAS (Rundfunk im amerikanischen Sektor) Berlin



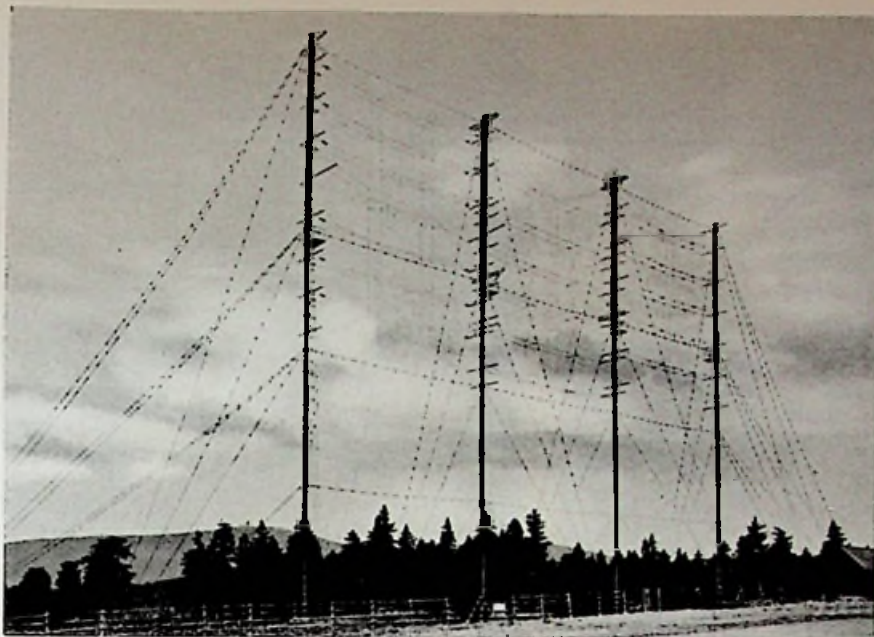


Bild 7: UKW-Richtantennen auf der Funkstelle Torfhaus (Harz) (1950).

Vom $\lambda/2$ -Abstand wird nicht nur mit Rücksicht auf einen bestimmten Abstrahlwinkel abgewichen, sondern auch zur Erzielung eines maximalen Gewinns bei möglichst geringer Zahl der Dipole. Die günstigsten Abstände sind aus einer Reihe von Veröffentlichungen im Laufe der letzten 20 Jahre bekanntgeworden [10]. Nach diesen Überlegungen wurden in den Jahren 1949/50 die UKW-Tannenbaum-Richtantennen in Berlin und im Harz gebaut. Bild 7 zeigt die Antennenanlage der Station Torfhaus mit dem Brocken im Hintergrund. Hier sind gemäß dem Beispiel 5 von Bild 5 Abstände von etwa $3/4 \lambda$ gewählt.

Diese Dimensionierungsregeln können jedoch nur bei Richtantennen mit mittleren Bandbreiten verwendet werden. Die eben beschriebene Antenne gestattet über eine Weichenanordnung den Betrieb von zwei Sendern. Wenn noch größere Bandbreiten gefordert werden, so müssen auch die Dipolabstände mit Rücksicht auf den Einfluß der Strahlungskopplung gewählt werden. Deshalb werden breitbandige Antennen stets mit einem gegenseitigen Abstand der Dipole von etwa $\lambda/2$ gebaut. Beispiele solcher Antennen sind auf den Seiten 150,

151, 163 und 164 in Heft 96 (1952) der Telefunken-Zeitung veröffentlicht. Ähnliche Breitbandeigenschaften wie im UKW-Gebiet mit Rohrdipolen erreicht man auch im Kurzwellenbereich mit Reusen oder ähnlichen mehrdrähtigen Dipolformen. Hierbei werden als Reflektoren unabgestimmte Horizontaldrähte verwendet (Bild 5, Beispiel 6 und Bild 8).

Der Übersee-Kurzwellenrundfunk erforderte neben Richtantennen mit Bündelung in der Horizontalebene auch rundstrahlende Kurzwellenantennen. Von O. Böhm, dem damaligen Leiter der kommerziellen Telefunken-Entwicklung, stammt die erste dieser Antennen, die für den Betrieb der deutschen Reichspost geliefert wurde [11]. Sie besteht im wesentlichen aus vier im Quadrat angeordneten Halbwellendipolen, die zu mehreren übereinander um einen Holzturm herum angeordnet sind. O. Böhm hat schon im Jahre 1932 auf die Bedeutung dieser Quadratantennenform besonders im Hinblick auf den UKW-Rundfunk und das Fernsehen hingewiesen. In der Tat sind die erst viel später für den UKW- und Fernseh Rundfunk entwickelten Sendeantennen eine Weiterverfolgung jener ersten Ideen. Bild 9 zeigt die Zusammenhänge und Beispiele zweier Fernsehantennen.

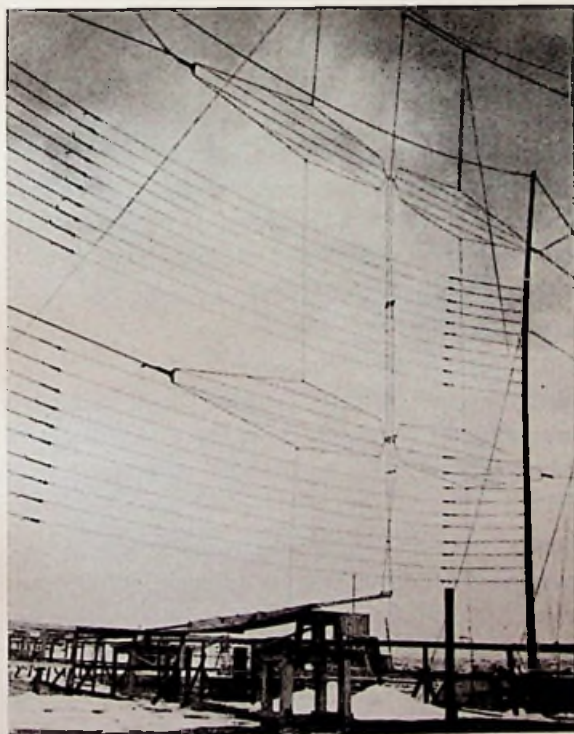


Bild 8: Modellaufbau einer Breitband-, „Tannenbaum“-Antenne auf dem Dach des Telefunken-Hauses Berlin-Mehringdamm.

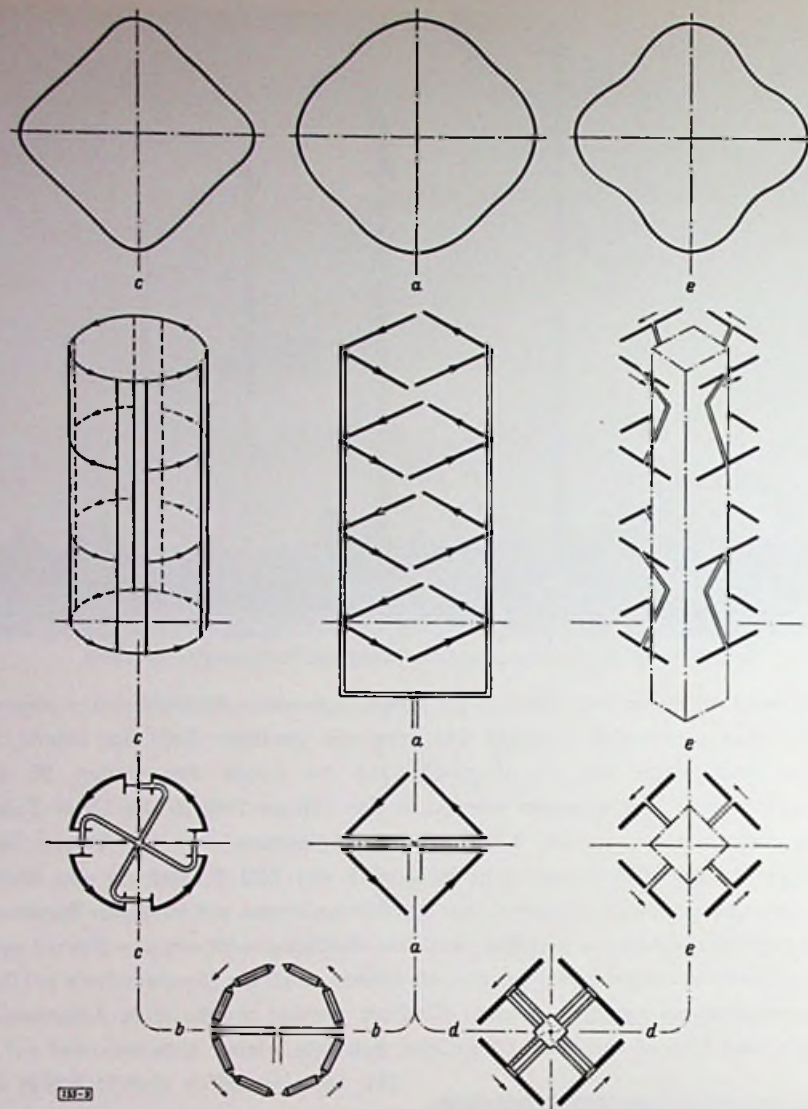


Bild 9: Weiterentwicklung der Telefonken-Quadratantenne (a) über die Achteckantenne (b) zum Fernseh-Schlitzrohrstrahler (c) sowie über die UKW-Kruckenkreuz-Antenne (d) zur Fernseh-Vierfeldgruppe (e). (Stromverteilung durch Pfeile angedeutet). Oben die dazugehörigen Horizontalprofile (Feldstärken in der Horizontalebene).

Beispiel b in Bild 9 ist eine Abwandlung der ersten Quadratantennen. An Stelle der Dipoldrähte sind hier mehrdrähtige Reusen verwendet worden, die mit Rücksicht auf die Aufhängung in Achteckform angeordnet sind. Die praktische Ausführungsform zeigt Bild 10, eine Antenne des NWDR in Osterloog, die von Telefonken im Jahre 1949 geliefert wurde und heute das Kurzwellenprogramm des NWDR für Mitteleuropa ausstrahlt.

Vom Quadrat über das Achteck zum Kreis ist gedanklich nur ein kleiner Schritt. Unter Benützung der bei Fernsehantennen bewährten Einspeisung entstand so der Vierfach-Schlitzstrahler gemäß Beispiel c in Bild 9. Eine andere Anwendung des Quadratantennen-Prinzips in der UKW-Technik ist die Kruckenkreuzantenne des UKW-Rundfunks nach Beispiel d in Bild 9, wie sie von Telefonken für den NWDR-UKW-Sender Berlin-Witzleben in Verbindung mit einer Fernsehantenne 1951 geliefert wurde (Bild 11). Für das Fernsehen ist das Quadratantennen-Prinzip zuerst in USA, später in Deutschland angewendet worden. Das Beispiel e in Bild 9 zeigt eine der vielen bekanntgewordenen Ausführungsformen [12].

Für den Mittel- und Langwellen-Rundfunk werden von unten gespeiste Vertikalantennen mit einem Stromknoten zwischen Boden und halber Höhe (DRP 599443 vom 23. 4. 1930) gebaut, um das schwundfreie Versorgungsgebiet zu erweitern [13]. Diese Lösung wird auch heute noch bei allen nahschwundmindernden Antennen angewendet. Antennen dieser Art sind zuerst von Telefonken als Drahtantennen im Innern von Holztürmen (Bild 12), später in aller Welt als selbstschwingende Masten gebaut worden (Bilder 13 und 14) [14]. Sie bewirken in vielen Fällen eine Vergrößerung der schwundfreien Zone um 50 bis 90%.

Erst die übergroße Zahl von Mittelwellen-Rundfunksendern im europäischen Raum, die etwa das Dreifache der zur Verfügung stehenden Frequenzkanäle erreicht hat, machte die Wirkung dieser Antennenform durch

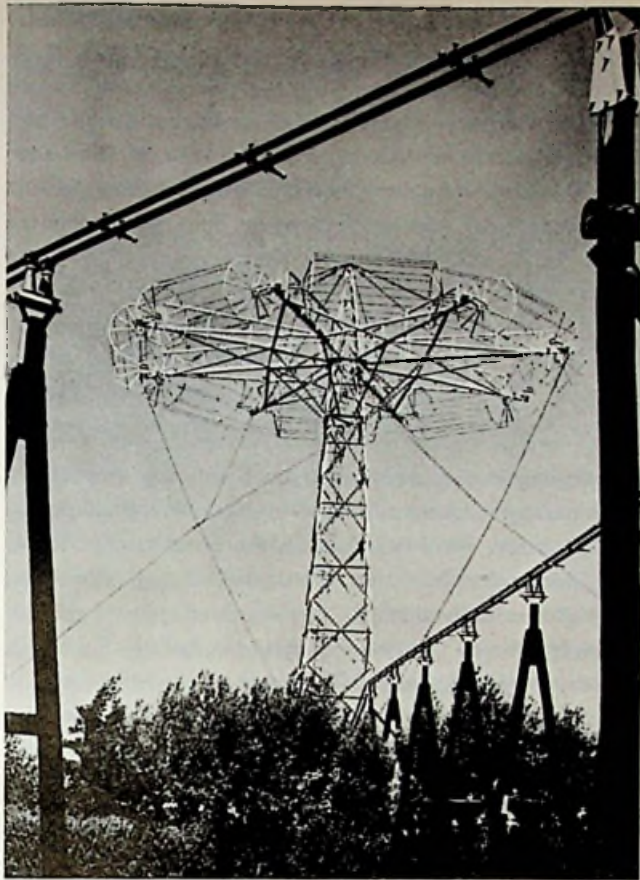


Bild 10: Telefunken-Achteckantenne für den Kurzwellensender Osterloog (1949).

Bild 11 (rechts): Telefunken-Quadratantenne für UKW-Rundfunk, kombiniert mit Fernsehantenne auf dem Funkturm Berlin-Witzleben (1951).

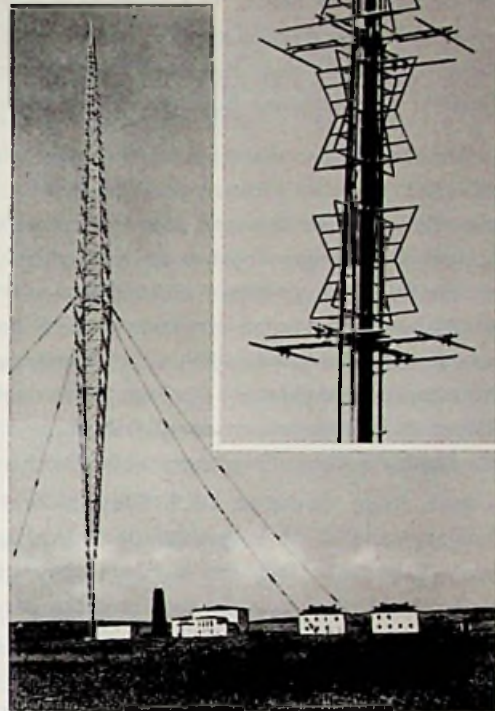
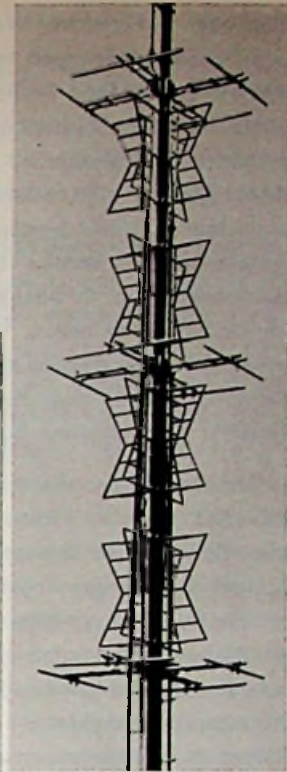


Bild 14: Schwundmindernde Antenne in Fischbauchform beim Rundfunksender Sofia (1937).



Bild 12: Schwundmindernde Vertikalantenne im Holzturm beim Rundfunksender Breslau (1933).



Bild 13: Selbstschwingender Mast mit Schwundminderung beim Rundfunksender Hörby (1937).

Störungen auf gleicher Welle arbeitender Sender in vielen Fällen illusorisch. Die zur Verminderung dieser gegenseitigen Störungen in den letzten Jahren eingesetzten Richtantennen bestehen in einigen Fällen (z. B. 300 kW-Sender RIAS Berlin) aus zwei selbstschwingenden Masten der oben beschriebenen Art, die für sich allein und in der Kombination eine Nahschwundminderung ergeben. Meist werden jedoch bei diesen Richtantennen zwei Masten mit Höhen von etwa einer Viertel-Wellenlänge benutzt, von denen nur der eine über Kabel gespeist wird, während der andere durch Strahlungskopplung erregt wird. Diese Betriebsart ist die einfachste und läßt Ausblendungen bis zu einem Hundertstel der Maximalleistung zu. Für noch schärfere Ausblendungen werden beide Masten über eigene Kabel und Abstimmittel derart gespeist, daß die Antennenströme in bezug auf ihre Amplituden und gegenseitige Phase bestimmte Werte haben und im Dauerbetrieb halten. Von Telefunken wurden in den Jahren 1951 und 1952 zwei derartige Antennenanlagen für die Rundfunksender Bremen und Hoher Meißner (Hessen) gebaut. In Bremen mußte in einer Richtung, nämlich nach Belgrad hin, ausgeblendet werden, während bei der Antennenanlage auf dem Hohen Meißner des hessischen Rundfunks zwei Minima in den Richtungen Sofia und Sundsval erforderlich waren.

Die oben beschriebenen Beispiele zeigen den Werdegang einiger Antennentypen im Verlauf der letzten 25 Jahre. Darüber hinaus wurde das Prinzip der Tannenbaumantenne für noch kleinere Wellenlängen bis zum Dezimeterwellengebiet hinunter angewandt. Die diesen Wellenbereichen entsprechenden geringen Längenabmessungen ergeben die Möglichkeit, breite Bleche oder Rohre an Stelle von Drähten verwenden zu können. Die mit diesen dicken Dipolen erreichten größeren Bandbreiten wurden dann später auch bei größeren Wellenlängen verwirklicht. So haben wir heute von den Dezimeter- bis zu den Kurzwellen Typen von Breitbandantennen, die unter Anwendung von Frequenzweichen mehrfach ausgenutzt werden können. Als Beispiele seien hier nur die Fernsehantennen genannt, die gleichzeitig den Bild- und Tonsender übertragen, ferner die Richtantennen der Richtfunk- und Funksprechtechnik, bei denen entweder mehrere Sender oder ein Sender und ein Empfänger über Weichen an einer Antenne betrieben werden können.

Auch beim deutschen UKW-Rundfunk werden schon an manchen Sendestellen die Antennen für zwei Sender von je 10 kW ausgenutzt. Im Endausbau sind bei vielen Anlagen drei Sender für eine einzige Antenne geplant. Ähnliche Aufgaben werden auch im Bereich der Kurz-, Mittel- und Langwellen gestellt. Es entstand als letzte Entwicklungsstufe der Tannenbaumantenne die Breitbandrichtwand (Bild 5, Beispiel 6 und Bild 8). Im Mittelwellenbereich hat Telefunken die Antennen der Rundfunksender Herford mit Doppelspeisung ausgerüstet, ferner im Langwellenbereich Senderanlage Mainflingen eine Antenne der Deutschen Bundespost.

Wenn man bedenkt, daß ein Mittelwellen-Rundfunksender fast immer mit einem UKW-Rundfunksender, sehr oft auch noch mit einem Fernsehsender zusammenarbeitet, deren Antennen auf der Mastspitze ihren Platz finden, so kann nach dem heutigen Stand der Technik ein einziger Sendemast die folgenden Sendungen gleichzeitig ausstrahlen: 2 Mittelwellen-Frequenzen, 3 UKW-Frequenzen, 1 Bildsenderfrequenz, 1 Tonsenderfrequenz, 2 Frequenzen für Funksprechdienste mit Fahrzeugen. Die Antenne ist also mit neun Sendern verschiedener Leistung und Frequenz verbunden.

Für dieses recht komplizierte Bauwerk hat sich die Bezeichnung „Antenne“ immer noch erhalten, obwohl der Vergleich mit den „antennae“ der Schmetterlinge schwer fällt. So wird wohl der gute alte Name auch noch weitere 50 Jahre Hochfrequenztechnik überdauern.

Literatur

- [1] H. Lassen, Über die Ionisation der Atmosphäre und ihren Einfluß auf die Ausbreitung der kurzen elektrischen Wellen der drahtlosen Telegraphie: Zeitschr. f. Hochfr. Bd. 28 (1926) S. 109 u. 139.
- [2] H. Rukop, Die theoretische Erklärung des Kurzwellen-Phänomens: Telefunken-Zeitung Jg. 10 Nr. 52 (1929) S. 15...26.
- [3] A. Esau, Zur Frage der Verwendung kurzer elektrischer Wellen in der drahtlosen Telegraphie und Telephonie: Zeitschr. f. techn. Phys. Jg. 5 (1924) S. 538...547.
- [4] H. Rukop, Neuere Ergebnisse in der drahtl. Telegraphie mit kurzen Wellen: Telefunken-Zeitung Jg. 8 Nr. 42 (1926) S. 50.
- [5] A. Meißner, Die Ausbreitung der elektrischen Wellen über die Erde: Zeitschr. f. techn. Phys. Jg. 5 (1924) S. 485...488.
- [6] A. Meißner, Über Raumstrahlung: Telefunken-Zeitung Jg. 8 Nr. 43 (1926) S. 14...18.
- [7] O. Böhm, Die Bündelung der Energie kurzer Wellen: ENT Bd. 5 (1928) S. 413...421.
- [8] W. Moser, Versuche über Richtantennen bei kurzen Wellen: Zeitschr. f. Hochfr. Bd. 34 (1929) S. 19...26.
- [9] A. Gothe, Über Drahtreflektoren: ENT Bd. 5 (1928) S. 427...430.
- [10] W. Berndt, Amplituden-, Abstands- und Phasenbed. bei Antennenkomb. Hochfr. u. Elektroak. Bd. 44 (1934) S. 23.
- [11] O. Böhm, Kurzwellen-Rundstrahlantennen: Telefunken-Zeitung Jg. 13 Nr. 60 (1932) S. 26...28.
- [12] W. Berndt, Komb. Sendeantennen für Fernseh- und UKW-Rundfunk: Telefunken-Zeitung Jg. 25 Nr. 96 (1952) S. 158.
- [13] O. Böhm, Langwellen-Rundfunkantennen mit Unterdrückung der Steilstrahlung: Telefunken-Zeitung Jg. 13 Nr. 60 (1932) S. 21...26.
- [14] W. Berndt u. A. Gothe, Untersuchungen über das Vertikaldiagramm hoher Rundfunkantennen: Telefunken-Zeitung Jg. 17 Nr. 72 (1936) S. 5.

Persönlichkeiten und Ereignisse

Ein Querschnitt durch 50 Jahre Telefunken-Geschichte

Von H. Rukop

I. Die alten Zeiten

Als *Heinrich Hertz* die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen längs Drähten und im Raume und ihr quasioptisches Verhalten experimentell bewies (1888) und theoretisch deutete, legte er den Grundstein für eine heute riesenhafte Industrie in aller Welt, in welcher *G. Marconi* und die von ihm gegründete Firma historisch den ersten, Telefunken den zweiten Platz einnimmt. In Deutschland begannen zunächst zwei Gruppen, die *Slaby-Arco-Gesellschaft* (1897) und die *Braun-Siemensgesellschaft* (1898) Versuche mit drahtloser Telegraphie. Ihr Zusammenschluß am 27. 5. 1903 zu einer Firma: Gesellschaft für drahtlose Telegraphie mbH., System Telefunken ist von *Georg Graf von Arco* in der Festschrift: „25 Jahre Telefunken (1928)“ ausführlich geschildert, auch in vorliegendem Bande im Artikel von *J. Zenneck* (S. 153) besonders hervorgehoben worden, kann also als bekannt gelten. Das Gründungskapital lautete auf 300000 M. Die Anteile lagen je zur Hälfte in den Händen von AEG und S & H. Die ersten Geschäftsführer Telefunkens waren *Georg Graf von Arco* und *H. Bargmann*, die ersten Delegierten seitens der Stammfirmen Kom.-Rat *P. Mamroth* (AEG) und Gen.-Dir. *Dr. A. Franke* (S & H). *Graf Arco*, Abkömmling schlesischer Grundbesitzer, Gardeoffizier, Verehrer der Technik, des Okkultismus und links-liberaler Politik, war unbedingt die auffälligste Persönlichkeit dieser Ära. Telefunken verdankt seiner Begeisterung und seiner persönlichen Initiative viel an Ansehen und Erfolg, und es hatte seine Berechtigung, wenn *H. Bredow*, der nach Ausscheiden *H. Bargmanns* dessen Nachfolger in der Geschäftsleitung Telefunkens wurde, ihn gern den „Hecht im Karpfenteich“ nannte. Auch als einer der ersten und wagehalsigsten Autofahrer war „der Graf“ allgemein bekannt; er hatte zwar Pannen genug, jedoch niemals einen ernsthaften Unfall oder Zusammenstoß.

Vom *Slaby-Arco-AEG-Laboratorium* waren die später bekannten Fachingenieure *W. Schloemilch sen.*, *R. Rendahl* und *R. Scheller* zu Telefunken übergetreten, von der *Braun-Siemens-Gesellschaft* *Dr. G. Eichhorn*, der spätere Schriftleiter des Jahrbuchs der drahtlosen Telegraphie. Der wichtigste damalige Mitarbeiter von *Ferdinand Braun*, der junge *Dr. J. Zenneck*, heute Direktor des Deutschen Museums in München, o. Prof. em. und Geheimrat, verblieb jedoch bei der Universität Straßburg und der akademischen Laufbahn. *J. Zenneck* und *O. Nairz*, damals Assistent bei Prof. *Slaby*, dürften die einzigen heute lebenden Deutschen sein, die schon vor der Gründung Telefunkens an der drahtlosen Telegraphie mitgearbeitet haben. *Eugen Reinhardt* ist auch vor 1903 oft Besucher im *AEG-Slaby-Arco-Labor* gewesen, wie er erzählt, aber erst 1904 selbst zu Telefunken gestoßen.

Die deutsche Armee und die kaiserliche Marine waren die ersten Kunden Telefunkens, und die Lieferungen beweglicher Stationen für den China-Feldzug (Boxer-Aufstand) und den Herero-Feldzug (1904) machten viel von sich reden. Im russisch-japanischen Krieg fand sich zum erstenmal ausländische Kundschaft ein.

Im ganzen konnte man es einen hoffnungsvollen Anlauf nennen, denn die von den Vorbesitzern übernommenen Entwicklungen, auch die Patente, waren eine gute Grundlage. Es sei hier bemerkt, daß einer der bedeutendsten Erfinder der ersten Zeit, der vorgenannte Prof. *Ferdinand Braun*, auch als Erfinder der *Braunschen Röhre* (Oszillographen-Röhre und Fernseh-Bildröhre) bekannt, zusammen mit *G. Marconi* den Nobelpreis für Physik erhielt (1909). Einige Jahre nach der Gründung trat bei Telefunken ein ernsthafter Rückgang ein, denn das erste Sender-System, der Knallfunken, und das erste Empfangs-System, der Kohärer (Fritter) mit Morseschreiber, hatten ihre Unvollkommenheiten, die bei der Erfindung des ersten Generators kontinuierlicher (ungedämpfter) Schwingungen durch den Dänen *Valdemar Poulsen* plötzlich stark betont wurden; doch gelang es Telefunken durch Übergang auf das Löschfunkensystem von *M. Wien* und den Hörerempfang mit Detektor (von Prof. *F. Braun*) und Kopftelephon wieder Oberwasser zu gewinnen. *Graf Arco*, *R. Rendahl* und *A. Meißner* seien als die erfolgreichen Ingenieure genannt, die Telefunken damals nach angestrengtem und ereignisreichem Kampfe, über den die Festschrift vom 25jährigen Telefunken-Jubiläum Kunde gibt, aus einer wirklich bedrohlichen Geschäftslage retteten. Das Löschfunkensystem bewährte sich vorzüglich und drängte den Lichtbogensender (die *Poulsenlampe*) wieder zurück.

Die deutsche Armee gründete in Analogie zu den Luftschiff-Bataillonen und Telegraphen-Bataillonen nunmehr Funker-Bataillone. Der technisch und geschäftlich interessierte Funker-Major a. D. *K. Solff* trat 1905 bei Telefunken ein und wurde später stellvertr. Mitglied der Geschäftsleitung.

Schon in der Knallfunkenzeit (1906) war der Bau der Großstation Nauen für eigenen Besitz begonnen worden; sie erhielt jetzt einen starken Löschfunkensender (anfänglich 30 kW).

Als *H. Bargmann* (1908) in den Ruhestand trat († 1914), wurde der junge Ing. *H. Bredow* Mitglied der Geschäftsleitung Telefunken und widmete sich nach Einarbeit in die Technik vor allem dem Vertrieb. Andererseits war sein Bestreben auf die Gründung von Verkehrsunternehmungen in Deutschland und ebenso im Ausland gerichtet, während Telefunken bisher wesentlich Entwicklungs- und Fabrikationsfirma gewesen war. Aus seinen Bemühungen entstand als erste Tochtergesellschaft die Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie (DEBEG), welche Verleih und Betrieb von Telefunken-Stationen auf Schiffen zur Aufgabe bekam (1911), und welche noch heute drahtlose Sender- und Empfangsstationen von Telefunken, Siemens und C. Lorenz auf deutschen Handelsschiffen vermietet oder verkauft. Die DEBEG wurde von ihrer Gründung (1911) an durch den Telefunken-Ingenieur *H. Behner* geleitet, der 1951 nach 40jähriger erfolgreicher Tätigkeit in den Ruhestand trat.

Fast gleichzeitig mit der DEBEG entstand auch die Atlantic Communication Co. (Atlacom) für den Telegrammverkehr Nauen-USA (1911), welche die später so bekannte Station Sayville auf Long Island errichtete (1912), im ersten Weltkrieg die einzige deutsche Nachrichtenverbindung mit Übersee bis zum Kriegseintritt von USA. Ferner wurde zwecks Verbindung mit den Südsee-Kolonien 1912 die Deutsche Südsee-Gesellschaft gegründet, deren Anteile je zur Hälfte Telefunken und die Deutsch-Niederländische Telegraphen-Gesellschaft übernahmen.

Der Löschfunkenbetrieb auf Schiffen trug außerordentlich zur Verbreitung des Löschfunken-systems bei, und bald erhielt Telefunken zahlreiche Aufträge auf Großstationen in fremden Ländern, teils für Handelszwecke, teils für militärische.

Wer damals das Glück hatte, im Dienste von Telefunken ins Ausland zu gehen, konnte ein großes Stück der Welt kennen lernen, und unsere alten Kämpfer, von denen hier insbesondere *Brauns, Burghardt, Frhr. v. Codelli, Doetsch, Eickhoff, Gruner, Hirsch, Holmvang, Kleinschmidt, Moens, Perlick, Pusch, Reinhard, Reuthe, Schramm, Schwarz, Schwarzhaupt, Tauber, Tykociner, Ullrich* und *v. d. Woude* hervorgehoben seien, erzählten gerne wilde Geschichten von den seltsamen Erlebnissen beim Bau. Schon vor dem 1. Weltkrieg gehörten Telefunken bzw. den von Bredow gegründeten Betriebsgesellschaften die Großstationen Montevideo, Nauen und Sayville (USA). Zahlreiche andere waren von Telefunken für fremde Rechnung gebaut worden: In Asien: Charbin, Funabashi, Wladiwostok; in der Südsee und in Australien: Apia, Nauru, Rabaul, Sydney, Yap; in Afrika: Kamina, Windhuk; in Mittel- und Südamerika: Chapultepec, Iquitos, Lima, Mannaos, Para.

In diese Zeit, als die Marconi Co. die Konkurrenz von Telefunken auf dem ausländischen Markte stark zu spüren begann, fällt das erste Patentabkommen Telefunken/Marconi Co. (1912), über dessen Zustandekommen *H. Bredow* in der Festschrift 25 Jahre Telefunken (1928) aus eigenem Erleben höchst interessant berichtet hat.

Die Großstation Nauen, deren alleinige Besitzerin zunächst Telefunken war, erfuhr mit der Zeit technische Bereicherungen, erstens (1911) durch einen 200 m hohen Antennenmast (1913 auf 260 m erhöht), zweitens durch die Hochfrequenzmaschinen-Anlage (System *Epstein-Graf Arco*, mit ruhenden Frequenzwandlern). Die für transozeanischen Verkehr benutzten Wellenlängen lagen damals in Anlehnung an die *Austin-Cohen*-schen Formel zwischen 5000 m und etwa 25000 m. Es war eine mühsame Technik, der Strahlungswirkungsgrad der Antennen war trotz der 260 m hohen Maste klein, Reichweiten nach den deutschen Kolonien, wie Nauen-Kamina (Togo) oder gar Nauen-Windhuk (Deutsch-Südwest-Afrika) waren allerdings unter günstigen atmosphärischen Umständen erzielbar, jedoch mit geringer Sicherheit.

Mitten in diese Versuche hinein, an denen *Dr. A. Esau* in Kamina (Togo) teilnahm, platzte das Attentat von Serajewo und seine Folgen.

II. Der erste Weltkrieg und die Revolutionszeit

Im ersten Weltkrieg wurde die Großsendertechnik vorübergehend uninteressant, denn wir hatten keine Kundschaft für derartige Anlagen und auch keine Vertragspartner, mit denen Nachrichtenverbindungen betrieben werden konnten, nachdem die Station Sayville in USA beschlagnahmt war. Für unsere U-Boote und Schiffe, für die Truppen an den entfernten Fronten und für Mitteilungen „An Alle“ wurde der Sendebetrieb in Nauen natürlich aufrechterhalten.

Daneben bahnte sich in diesen Jahren eine technische Neuerung an, die die größte aller bisherigen Umwälzungen in der drahtlosen Telegraphie bringen sollte: die Glühkathodenröhre, kaum bemerkt bei ihrem ersten Auftreten, aber heute praktisch die Alleinherrscherin. Ihr Aufstieg

beginnt kurz vor dem ersten Weltkriege, und ihr Sieg stand etwa 1920 im Rundfunk und 1925 im trans-ozeanischen Verkehr fest.

Telefunken war eines der Mitglieder des Lieben-Konsortiums (AEG, Felten-Guillaume, S & H, Telefunken), welches die Verstärkerröhren-Patente von den Erfindern R. v. Lieben, E. Reiß und S. Strauß erwarb (1910). Zunächst begann eine Weiterentwicklung in einem vom gesamten Konsortium gemeinsam unterhaltenen Laboratorium, aber im Frühjahr 1914 machte sich Telefunken mit einer eigenen Hochvakuumröhren-Entwicklung davon unabhängig. Die Erfolge waren schon im ersten Jahre überraschend, als die beweglichen Stationen zu Beginn des ersten Weltkrieges mit Telefunken-Niederfrequenzverstärkern ausgerüstet wurden. Die interessanten Einzelheiten dieser Entwicklungsperiode, sowohl die erfinderischen wie die technischen, sind in dem Aufsatz von H. Rukop und K. Steimel in vorliegender Festschrift (S. 165) zu lesen. Es sei hier lediglich hervorgehoben, daß in den Jahren 1914 bis 1918 Hunderttausende von Verstärkerröhren geliefert wurden, und daß die Senderöhrentechnik es bis zu Glasröhren von 1,5 kW Nutzleistung (RS 15) gebracht und sogar die erste Wasserkühlröhre von 5 kW Leistung fertigbekommen hatte (1918). Jedoch waren Funksender und Detektorempfänger geschäftlich noch vorherrschend, und unsere Firma mußte sich auf Fabrikation von vielen beweglichen Kleinstationen umstellen und erlebte so die erste richtige Fabrikationswelle seit ihrer Gründung.

Aber am 9. November 1918 wurde all diese eifrige und erfolgreiche Tätigkeit jäh abgeschnitten.

Die Revolution, für sich betrachtet, brachte unserer Firma eigentlich keine besonders schlimmen Ereignisse. Obwohl auch bei Telefunken viel gestreikt und geredet wurde, kamen doch keine Beschädigungen oder Gewalttaten vor. Sehr viel schlimmer stand es aber mit den geschäftlichen Folgen des verlorenen Krieges. Er brachte neben dem Ausfall der Lieferungen in Deutschland vor allem die Beschlagnahme fast sämtlicher Auslandsanlagen und -beteiligungen, eines erheblichen Prozentsatzes der gesamten Aktiva Telefunkens. Die Stammfirmen AEG und S & H, obgleich auch schwer geschädigt, glätteten großzügig die negative Bilanz. Da aber die Militärlieferungen in Deutschland wegfielen und Telefunken in und nach dem 1. Weltkriege aus dem internationalen Geschäft herausgedrängt wurde, hätte erhebliche geschäftliche Gefahr bestanden, wenn nicht in diesen Jahren der Rundfunk eingeführt worden wäre.

III. Friedenszeit zwischen den Weltkriegen

Die Idee des Text- und Musiksensens für das breite Publikum ist in den ersten Jahren der ungedämpften Schwingungen (etwa 1905) schon ausgesprochen worden, und 1913/14 hat Telefunken mit einer kleineren modulierten Hochfrequenzmaschine von Nauen Telephonie gesendet, die u. a. von einem russischen Telegraphisten am Eismeer (2500 km Entfernung) empfangen wurde, wie dieser uns mitteilte. Weiter hat H. Bredow als Funkoffizier im ersten Weltkriege in Réthel (Frankreich) mit den von Telefunken damals entwickelten Röhrensensern in Ruhestunden ebenfalls Text und Musik gesendet und dadurch sowohl den persönlichen Zusammenhang der Funkertruppen wie auch die Technik gefördert. Auch dieses Intermezzo zwischen den Waffen wurde 1918 eingestellt, und Deutschland mußte mehrere Jahre lang auf den Wiederbeginn warten.

Das erste Land, welches den Rundfunk für private Teilnehmer wirklich einführte, war USA auf Initiative von D. Sarnoff, dem heutigen Präsidenten des RCA-Board. In Deutschland dauerte es noch zwei Jahre länger, bis die Behörden, insbesondere dank der ständigen Bemühungen von H. Bredow, den Rundfunk genehmigten. Telefunken konnte auf Grund unseres Patentbesitzes und der wohlvorbereiteten Röhrenentwicklung sowohl durch Lieferung von Rundfunk-Sendern und -Empfängern sich behaupten, insbesondere aber durch Lizenzvergabe für Empfängerbau an zahlreiche große und kleine Firmen und Zulieferung von Empfängerröhren an diese seine geschäftliche Basis endlich wieder festigen.

Der Rundfunk in Deutschland nahm einen steilen Aufstieg. Schon 1919 hatte die Deutsche Regierung H. Bredow den Posten eines Staatssekretärs und Reichsrundfunkkommissars angeboten. Bredow ging darauf ein und verließ so Telefunken. In dieser Zeit wurden F. Ulfers, seit 1917 stellvertretender Geschäftsführer und leitender Kaufmann, und Dr. C. Schapira, bisher als stellvertretender Geschäftsführer Leiter der Vertrags- und Vertriebsabteilungen, ordentliche Geschäftsführer der Telefunken-Gesellschaft (1919). Einige Jahre später traten H. Bielschowsky und der 1919 aus USA zurückgekehrte Dr. E. Mayer als stellvertretende Mitglieder der Geschäftsleitung bei (1922), während K. Solff in den Ruhestand ging († 1943).

In denselben Jahren des ansteigenden Rundfunks, die zunächst einmal durch die Inflation und ihre Nachwehen gekennzeichnet waren, gewann Telefunken allmählich seine Stellung auf dem internationalen Markt zurück. Wichtige Hilfe dabei leistete uns sogar unsere Entente-Konkurrenz, indem die drei Weltfirmen Marconi Co./England, Radio Corporation (RCA)/USA und Comp. Gén. de Télégraphie sans Fil (CsF)/Frankreich uns Angebote auf Patentaustauschverträge machten. Der erste Nachkriegsvertrag wurde mit Marconi

geschlossen (1919), und alsbald trat Telefunken wieder der SAIT (Soc. Anonyme Internat. de Tél. sans Fil) bei, deren Anteile uns durch den Krieg verlorengegangen waren.

Es folgten Abkommen mit CsF (1920) und Radio Corp. of America (1921). Nach deren Abschluß gelang auch, insbesondere durch Bemühungen des weltbekannten *Owen D. Young*, Chairman des Boards der General Electric Co. und der RCA, die Gründung gemeinsamer Gesellschaften für den Telegramm-Verkehr der obengenannten Heimatländer untereinander und mit wirtschaftlich wichtigen Ländern in Südamerika. So entstanden die Transradio International (1921), die Companhia Radiotelegraphica Brasileira (1923) und die Transradio Chilena, die von den Teilhaberfirmen Großstationen erbauen ließen, Monte Grande bei Buenos Aires, Santa Cruz bei Rio de Janeiro und eine solche bei Santiago. Das beratende Komitee hierfür, zuerst AEEG (America, England, France, Germany), später CRIC (Commercial Radio International Committee) genannt, aus Mitgliedern der vier Firmen bestehend, hat außerordentlich viel zur Verständigung unter den Großfirmen und dadurch auch zum Fortschritt der drahtlosen Technik beigetragen. Im Laufe dieser Verhandlungen und Abmachungen konnten wir die führenden Männer der Partner-Firmen (*Owen D. Young*, *D. Sarnoff*, *H. L. Roosevelt*, *Gen. Harbord*, *E. J. Nally*, *Th. N. Perkins*, *R. H. Kellaway*, *A. Simpson*, *E. Girardeau*, *P. Pichon* oft bei uns in Berlin und in Nauen begrüßen. Besonders *Dr. C. Schapira*, der die hauptsächliche Arbeit der Abkommen für Telefunken geleistet hatte, nahm sich der ausländischen Verbindungen mit großem Eifer an.

Obwohl der aufblühende Rundfunk bald das finanziell wichtigste Geschäftsgebiet wurde, brachte der Weitverkehr mit seiner vielseitigen Technik ebenso viele Aufgaben. Die Mehrzahl der Großstationen arbeitete bis etwa 1925 noch mit Hochfrequenzmaschinen. Nach dem ersten Weltkriege konnten daher noch einige sehr wesentliche Aufträge auf Maschinenstationen: Prado del Rey in Spanien, Torre Nuova bei Rom, Nagoja in Japan, Monte Grande in Argentinien, Kootwijk in Holland, Malabar auf Java, hereingebracht werden. Aber etwa um 1925 hatte der Röhrensender auch das Großstationsgebiet eindeutig erobert. Der letzte Grund dazu war die durch Amateure entdeckte erstaunliche Ausbreitung der Wellen zwischen etwa 15 m und 100 m Wellenlänge, die, wie sich bald herausstellte, durch eine ionisierte Luftschicht in 100 bis 500 km Höhe (die „Ionosphäre“) verursacht wurde. In diesen Wellenlängen konnte keine Klasse von Generatoren mit dem Röhrensender konkurrieren. Es gelang Telefunken, durch schnelle Entwicklung von Kurzwellensendern mit Wasserkühlröhren, hochselektiven Großempfängern und von großflächigen Richtantennen die Marconi Co., die unmittelbar nach dem ersten Weltkriege Kurzwellen im Verkehr zu untersuchen begonnen hatte, technisch einzuholen und sich ein wichtiges Liefergebiet zu erschließen.

Das Rundfunksendergebiet eroberte der Röhrensender von Anfang an völlig. Damals wurde es notwendig, die Senderentwicklung neu aufzubauen, denn weder vom Funkensender noch vom Maschinensender war Wesentliches an Technik dafür übernehmbar. Nachdem zuerst *Dr. M. Vos*, anschließend *W. Schäffer* und *Dr. M. Weth* den Röhrensenderbau begonnen hatten, ist insbesondere *W. Kummerer* († 1941) und seinem Paladin *W. Buschbeck* der Ausbau dieser Technik zu danken, in der beide mit größtem Eifer und viel Verständnis für die physikalischen Eigenschaften der Röhren sich auszeichneten und einen Stab von Mitarbeitern bis in die Konstruktion, die Werkstätten, die Prüffelder und den Stationsbau heranbildeten.

Auf der Schwachstromseite ergab es sich bald, daß Rundfunkempfänger eine andere Technik verlangen als Transozean-Empfänger. In den Vorkriegsjahren hatte die Empfängerentwicklung zum Arbeitsgebiete von *Dr. A. Esau* gehört, besonders unter Mitwirkung von *Dr. A. Hänni* und *W. Eberhardt*. Bald nach seiner Rückkehr aus Kriegsgefangenschaft griff *A. Esau* wieder die Weitempfangsentwicklung auf und erbaute die erste vom Senderort Nauen abseitsgelegene Transozean-Richtempfangsanlage bei Geltow an der Havel, nahm jedoch 1923 eine Professur für technische Physik an der Universität Jena an. Überhaupt war bei den Ingenieuren und Wissenschaftlern Telefunken in den Jahren nach dem ersten Weltkriege reichlich viel Personalwechsel zu verzeichnen. Die bis dahin führende Schicht war allmählich verschwunden, *Dr. F. Erb* † fiel schon 1914, *R. Rendahl* †, *B. Rosenbaum*, *Dr. Siegmund Loewe*, *W. Dornig*, *Dr. M. Vos*, *Ph. Schuchmann*, *Dr. A. Esau*, *G. Reuthe*, *Prof. K. W. Hausser* † und Frau *Dr. Isolde Ganswindt-Hausser* † waren gegangen, *W. Schloemilch* im Ruhestand († 1939), *Dr. A. Meißner* ging zur AEG über, *Dr. H. Rukop* nahm eine Professur in Köln an. Geblieben waren der eifrige Empfänger-Entwickler *August Leib*, der vom Stationsbau zur Werkstättenleitung wechselnde *Ch. Gruner* († 1950), der vielerfahrene Ingenieur und Konstrukteur *Arthur Schmidt*, und aus unserem Baubüro Kiel war der unermüdliche *Franz Grassnick* († 1953) in Berlin gelandet. Neu erschienen waren *M. Lock*, *M. Osnos*, *Dr. Fr. Schröter* und *Dr. O. Böhm*, und unter den jüngsten Akademikern befanden sich, zunächst noch unbeschriebene Blätter: *Dr. W. Runge*, heute Prof. und Leiter der Hoga-Geräteentwicklung, *Dr. G. Jobst*, der Erfinder der Bremsgitterröhren, *Dr. H. Rothe*, heute Leiter der Röhren-Entwicklung, *Dr. M. Pohontsch*, heute Mitglied der Geschäftsleitung und *Dr. H. Lange*, jetzt Abteilungsleiter im

Hoga-Geschäft. Auch unter den Vertriebs- und Verwaltungsmännern blühten damals schon einige im Verborgenen, die später an wichtigen Stellen unserer Firma stehen sollten, so Dr. H. Heymann (heute Mitglied der Geschäftsleitung), F. Kaufmann, später Leiter des Rundfunkempfänger-Vertriebes († 1935), Dr. E. Zechel, später Direktor der Klangfilm-Gesellschaft, H. Maier, jetzt Leiter des Röhrenvertriebes, W. Lansberg, später Leiter der Auslandsabteilung, und Dr. Mende, der jetzt die Leitung des Geschäftsbereiches Rundfunkempfänger und elektroakustische Anlagen hat.

Die Frage des Nachwuchses in der Geschäftsleitung brachte in den Jahren nach dem ersten Weltkriege mancherlei Unruhe. Erst war Dr. W. Lincke, von der AEG kommend, hierfür ausersehen, fiel aber einem Eisenbahnunglück zum Opfer (1918). Dr. E. Bätge, von S & H Petersburg kommend, wurde ebenfalls bei einem Verkehrsunfall tödlich verletzt (1924). Dr. Emil Mayer († 1953), früher in Tuckerton, USA, Station der Homag, 1922 durch Vermittlung von H. Bredow bei Telefunken eingetreten, ging schon 1924 zur AEG über und vertrat diese einige Jahre bei der General Electric Co. in Schenectady. Nach seiner Rückkehr nach Deutschland wurde er stellvertretendes Vorstandsmitglied der AEG und gelangte schließlich 1931 doch wieder zu Telefunken, und zwar jetzt als Vorsitzender der Geschäftsleitung. Etwa zu derselben Zeit (1932) wurde H. Schwab von S & H in die Geschäftsleitung von Telefunken entsandt, nachdem Graf von Arco wegen zunehmender Krankheit in den Ruhestand getreten war († 1937).

Bei all diesem Wechsel muß ich aber eines Mannes gedenken, der ein ruhender Pol in der Erscheinungen Flucht war: Otto von Bronk († 1951 im 78. Lebensjahr), jahrzehntelang Leiter der Patentabteilung. Ihm müßte man eigentlich ein ganzes Kapitel widmen, wozu sich sicher noch einmal Gelegenheit bieten wird.

Die Jahre um 1930 bedeuteten für viele Länder und auch für Deutschland schwere Baissezeiten, aber an Telefunken waren sie relativ glimpflich vorübergegangen, da der Rundfunk, offenbar als Trost der Massen, noch erträglich florierte. Daneben waren als neue Arbeitsgebiete einmal der transozeanische Kurzwellenverkehr hinzugekommen, der zahlreichen Stationsbau in aller Welt veranlaßte, und, wenn auch weniger umfangreich, die Hochfrequenztelephonie längs Starkstromleitungen, die erstmalig von Telefunken entwickelt wurde. Weiterhin erfuhren die Arbeitsgebiete und der Personalbestand unserer Firma in dieser Zeit einen Zuwachs, indem die Stammfirmen AEG und S & H ihre elektroakustischen Abteilungen an uns überwiesen (1930). Hierbei traten u. a. Dr. Lichte, Dr. Kotowski, Dr. Beneke, Dr. Bürck, Dr. Bratke, Stephanus, Bartels, Severin, Dr. Narath zu uns über, auch der in der Berliner Olympiade so bekannt gewordene Biak.

Andererseits lief in diesen Jahren unsere Konzession zum Telegrammverkehr leider ab (1929). Die Großstation Nauen, die Empfangsanlagen Geltow und Beelitz, die Betriebszentrale, kurz der gesamte Transradio-Betrieb und diese Firma selbst kamen an das Deutsche Reich. Lieferungen und Lizenzgeschäft wurden dadurch die alleinigen tragenden Pfeiler unserer Firma. So kam Telefunken bescheiden, aber gesund in die Jahre, an denen die Deutsche Regierung eine grundsätzlich andere Zusammensetzung erhielt. Die neue Politik bewirkte zwei Rücktritte in unserer Geschäftsleitung, so daß, nachdem auch F. Ulfers 1933 wegen schwerer Krankheit ausgeschieden war († 1939), lediglich M. Schwab als Mitglied der Geschäftsleitung übrigblieb, was übrigens nicht besagen soll, daß er Nationalsozialist gewesen wäre. Es wurden neu in die Geschäftsleitung aufgenommen: Prof. Dr. H. Rukop, welcher seinen Lehrstuhl an der Universität Köln aufgab, und Dr. K. Rottgardt, bis dahin Vorstandsmitglied bei der Dr. Erich F. Huth GmbH. Dr. H. Engels, bisher Geschäftsführer unserer Niederlassung in Prag, wurde Leiter der Rundfunkempfänger-Abteilung als Nachfolger von F. Kaufmann, welcher bei einem Passagierflug auf einige tausend Meter Höhe einen schweren Schaden infolge seines hohen Blutdruckes davontrug († 1935). Dr. H. Engels wurde 1939 Mitglied der Geschäftsleitung Telefunkens und ist dies noch heute.

Sehr schnell bemerkte man den neuen politischen Kurs in Deutschland auch in der Technik, und zwar zunächst im Rundfunk, als die Aufgabe, einen Volksempfänger zu schaffen, gestellt wurde. Zu dieser Zeit war E. Klotz schon Leiter der Rundfunkempfänger-Entwicklung (wie noch heute), und er konnte eine so gut einexerzierte Mannschaft ins Treffen führen, daß die Einführung der Volksempfänger neben unserem bekannten Markenempfängerprogramm keinerlei Schwierigkeiten bot. Aber fast wichtiger wurde im Hinblick auf Volksempfänger die Röhrenentwicklung, da Telefunken Zulieferer für viele kleine Firmen war und Typenauswahl, Termine und Preise somit politischen Beigeschmack bekamen.

Hier ist vor allem Dr. K. Steimel hervorzuheben, später Leiter der gesamten Röhren-Laboratorien, und jetzt techn.-wiss. Leiter der Firma, der u. a. durch die erfolgreiche Entwicklung der Stahl-Rundfunkröhren-Serie, der Mischhexoden und der speziellen Volksempfängerröhren die Lage Telefunkens in der Röhrenzulieferung an unsere zahlreichen Lizenznehmer stabilisierte und somit viel zum Abschlagen der Zwangslizenz-Angriffe politischer Stellen beitrug. Gegenüber Konkurrenzfirmen war damals kaum ein ernsthafter Kampf im

Rundfunk zu verzeichnen. In Deutschland selbst hatte Telefunken großzügig Lizenzen für den Empfängerbau vergeben. Mit dem bedeutenden holländischen Konzern N. V. Philips Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, bestand ein eingehender Patent-, Lieferungs- und Typenprogramm-Vertrag, später auch ein solcher mit Tungsram-Budapest.

Schon zwischen 1925 und 1930 hatte Telefunken mit der Entwicklung von Bildtelegraphie und von Fernsehen begonnen, einem vielseitigen Arbeitsgebiete, dessen Leiter Prof. F. Schröter war und woran Prof. A. Karolus (heute in Zürich) mitarbeitete. Die prunkhaften Funkausstellungen der Jahre zwischen 1933 und 1940 wiesen stets die Telefunken-Fernseh-Entwicklung, teilweise mit riesenhaften Glühlampen-Waben-Bildern als Attraktionen auf. Technische und personelle Einzelheiten jener Entwicklung sind aus dem Aufsätze von F. Schröter in vorliegender Festschrift (S. 191) zu entnehmen.

Für die drahtlose Industrie, die sich sowieso mit Verstärkern, Lautsprechern und Elektroakustik beschäftigt, sind die Tonfilm-, die Schallplatten- und heute die Magnetophontechnik, allgemeiner ausgedrückt die Tonträger-technik, ein sehr naheliegendes Arbeitsgebiet und eine wertvolle geschäftliche Ergänzung. Telefunken begann 1932, diese Gebiete zu bearbeiten, und erwarb von der Deutschen Grammophon A.G. einen Anteil an der Klangfilm-Gesellschaft, deren übrige Teilhaber AEG und S & H waren.

Telefunken übernahm die technische und kaufmännische Leitung der Klangfilm-Gesellschaft, bis die Anteile und damit auch die Leitung gelegentlich der Abgabe des Telefunken-Anteils von S & H an AEG (1942) im Austausch an S & H übergingen. Hiermit schied Telefunken aus dem Tonfilmgeschäft aus, das allerdings nach dem Kriege (1947) wieder aufgenommen wurde und heute in Form der Abteilung „Kino-Dienst“ mit Sitz in Düsseldorf in kleinem Umfange weiterbesteht.

Die Schallplattentechnik begann Telefunken 1932 unter Benutzung des Mantels der schon etwa 10 Jahre bestehenden Deutschen Dubilierkondensatoren-Gesellschaft, welche zunächst in: „Schallplattengesellschaft mbH“, und ein halbes Jahr später in: „Telefunkenplatte GmbH“ umgetauft wurde. Die Leitung erhielt Dr. Facius. 1938 erweiterte Telefunken diesen neuen Geschäftszweig durch die Übernahme der Gesellschaft und Marke der Deutschen Grammophon AG. Unter der musikalischen Regie von H. Grenzbach, der heute zusammen mit H. Lieber Geschäftsführer der „Teldec“ ist, konnte ein weltbekanntes Repertoire, insbesondere der klassischen Musik, ausgebaut werden. Einige volkstümliche Platten wie „Grün ist die Heide“ und „Die Dorfmusik“ erzielten geradezu Rekorde an Beliebtheit. Im Jahre 1942 gelegentlich der Auflösung des Stammfirmenvertrages wurde die Deutsche Grammophon-Gesellschaft gleichzeitig mit der Klangfilm-Gesellschaft an S & H abgetreten. Die „Telefunkenplatte GmbH“ hat heute ihr Geschäft in die „Teldec Schallplatten GmbH“ in Hamburg, eine Verbindung von „Telefunken“ und der englischen „Decca“, eingebracht und besteht dort als Telefunkenmarke neben der Deccamarke weiter.

IV. Aufrüstung und zweiter Weltkrieg

Wenn der Nationalsozialismus sich im Rundfunk stark bemerkbar gemacht hat, so tat er dies doch bei uns unvergleichlich viel stärker hinsichtlich der Aufrüstung. So trat die zunächst angenehme Aufgabe an uns heran, für neue Arbeitsgebiete zahlreiche Wissenschaftler und Techniker einzustellen. Führende Kräfte hierfür waren in bemerkenswertem Umfange vorhanden, viele davon in vorstehenden Zeilen schon genannt. Es sei hier hinzugefügt, daß etwa zur selben Zeit wie Dr. K. Steimel auch L. Brandt bei uns eingestellt worden war, auf den später als Entwicklungsleiter für Dr. Rottgardts Wehrmachtslieferungen während des zweiten Weltkrieges der Löwenanteil an Organisationsarbeit fallen sollte, und der durch seine vielseitige Tätigkeit auf diesem Gebiete weithin bekannt wurde.

Aus der großen Zahl der bei uns damals mit höchster Aufopferung tätigen Wissenschaftler und Ingenieure sind viele der führenden Kräfte in vorliegendem Aufsatz oder in anderen dieses Bandes, so in den Artikel über Röhrenentwicklung, Senderbau, Fernsehen, Funkmeß, Peiler, UKW usw., namentlich aufgeführt. Wir bedauern sehr, dies nicht in größerem Umfange tun zu können und somit manchem unserer Mitarbeiter, die mit gleichem Recht hier hätten genannt werden können, nicht ebenso gerecht zu werden.

Im Jahre 1939 bekam Telefunken einen Personalzuwachs von rund 7000 Betriebsangehörigen an einem Tage, der sich bis in die Geschäftsleitung hinein auswirkte. Nach langen Erwägungen und Verhandlungen, die schon Dr. E. Mayer um 1932 begonnen hatte, übertrug die Osram-Kommandit-Gesellschaft auf Beschluß der Stammfirmen an Telefunken die im früheren AEG-Glühlampenwerk, Berlin, Sickingenstraße, später Osram-Werk A, untergebrachte Röhrenfabrikation. Telefunken übernahm das gesamte Personal, um Röhren in eigener Regie herzustellen. Dr. K. Mey, Vorstandsmitglied von Osram, zu dessen Bereich das A-Werk in der Sickingenstraße gehörte, wurde dabei ebenfalls Mitglied der Telefunken-Geschäftsleitung. Das Gesellschaftskapital, 1925 nach der Inflation noch zwei Millionen Mark, 1935 auf 10 Millionen erhöht, wurde 1939 abermals, jetzt im Zusammenhang mit der Übernahme der Röhrenfertigung, auf 20 Millionen Mark vermehrt.

Mit dem Personal des Röhrenwerkes gewannen wir auch Dr. E. Wiegand, E. Peters († 1950), C. Hühn, H. Beckenbach, die im Laufe des Krieges und z.T. bis heute in unseren Röhrenwerken wichtige Posten bekleiden.

Mitte der dreißiger Jahre hatte unsere Wehrmachtskundschaft begonnen, auf Gründung von Tochterfabriken für die wichtigsten Artikel, insbesondere Röhren, an abgelegeneren Orten zu drängen, ebenso allgemein auf eine Erweiterung unserer Entwicklungs- und Fabrikationsmöglichkeiten auch in Berlin selbst. Als Folge des ersteren errichteten wir die kleineren Röhrenfabriken in Neuhaus a. Rennsteig und in Erfurt, desgleichen eine Apparatefabrik in Erfurt. Insbesondere aber projektierten wir eine zusammenhängende Büro- und Fabrikanlage von anfänglich 70000, später bis 90000 m² Nutzfläche für Berlin, um deren Finanzierung und Zustandekommen sich besonders M. Schwab großes Verdienst erwarb, und die schließlich in Zehlendorf/Lichterfelde an der Goerzallee gebaut und 1938 bezogen wurde.

Nachdem 1940 das Telefunken-Kapital von den Gesellschaftern AEG und S & H auf 40 Millionen Mark erhöht worden war, wurde im Jahre 1941 der auf manchen Gebieten hinderliche Firmenvertrag zwischen AEG, S & H und der Tochter, da eine allseits zusagende Änderung nicht zustande kam, unter Abtretung der S & H-Anteile an die AEG aufgelöst, so daß Telefunken seitdem 100%ige Tochtergesellschaft der AEG ist. Naturgemäß trat diese Trennung während des Krieges nach außen kaum in Erscheinung. Die technischen Anlagen und Gebäude verblieben mit wenigen Ausnahmen, wie z. B. die Großsenderöhrenprüfhalle im Wernerwerk, bei Telefunken. Die Klangfilm-Gesellschaft und die Grammophon-Gesellschaft gingen an S & H über.

Im Laufe der Kriegsjahre wuchs die Belegschaft von Telefunken auf etwa 40000 Mann an, eine Zahl, die eine ungeheure Mühe in Einstellung, Verpflegung, Unterbringung, Bezahlung, Disziplin und Organisation mit sich brachte. Die steigende Bombengefahr in Berlin veranlaßte schließlich ständige Verlagerungen nach weit auseinanderliegenden Orten in Schlesien, Thüringen, Bayern, Württemberg, Posen, Österreich, Polen, Böhmen, Frankreich und Italien. Telefunken hat zeitweise über 350 räumlich getrennte Arbeitsstellen in diesem Kriege gehabt, ohne daß sich das heute noch genau belegen ließe, denn wohl 90% unserer Akten sind im Kriege und seinen Nachwehen vernichtet worden. So wird sich auch nie mehr mit Sicherheit feststellen lassen, wieviele und welche Belegschaftsmitglieder aus dem weiten Kreis von 1944/45 in diesem Krieg gefallen oder sonst in Verlust geraten sind. Wir bedauern sehr, einem großen Teil davon nicht einmal eine ehrenvolle Erwähnung mit ihren Namen geben zu können.

Die Vorgänge bei der Einnahme Berlins im Frühjahr 1945 und während der darauffolgenden Besetzung bis heute sind aus anderen Artikeln der Telefunken-Zeitung bekannt. Zahlreich sind die Verluste in unserer Gefolgschaft aus diesen Tagen. Zwei Mitglieder der damaligen Geschäftsleitung haben wir seit 1945 nicht wieder gesehen, beide von den russischen Besatzungstruppen verhaftet: Dr. K. Rottgardt und Dr. K. Mey. Für ersteren liegt nunmehr eine offizielle Todeserklärung († 1948) vor. Dr. K. Rottgardt hatte insbesondere die Entwicklungen und Lieferungen unserer Firma für die Wehrmacht zu verantworten und hat dies mit großer Energie und Aufopferung getan, ohne die vielseitigen Anstoßmöglichkeiten, die in einer solchen Lage auftreten müssen, zu scheuen. So werden ihm sowohl seine Anhänger wie seine Gegner aus dieser Zeit sachliche Gerechtigkeit widerfahren lassen und seine große Pflichterfüllung und letzten Endes seinen Willen, seinem Vaterlande zu dienen, anerkennen. Von Dr. K. Mey aber fehlt zuverlässige Nachricht seit Herbst 1945. Die Frage, ob er sich noch unter den Lebenden befindet, blieb bis heute unbeantwortet.

V. Wiederaufbau und heutiger Stand

Der nunmehr fünf Jahrzehnte umfassende Ausbau Telefunktens auf einem Arbeitsgebiete von so vielfältigen Fortschritten und überraschenden Änderungen der Aufgabenstellung brachte manches Auf und Nieder und bedeutete für uns keineswegs eine ununterbrochene Kette von Erfolgen und die klare Einhaltung einer vorgezeichneten, steigenden Kurve. An vielen Abschnitten des Weges fanden sich unvorhergesehene, ja katastrophale Ereignisse, aber auch eigene Fehler, Irrtümer und Umwege ein, die dem jungen Unternehmen den Aufstieg erschwerten und zu deren Überwindung eine verbissene Mühe notwendig war. Doch weit hinaus über alles bisher Erlebte ging der Zusammenbruch von 1945, der Telefunken fast alles an materiellen Werten nahm und die Telefunken-Belegschaft in alle Winde verstreute. Abgesehen von der Beschlagnahme sämtlicher Auslandsvertretungen und -vermögen und der Wegnahme der Patente entstand Telefunken laut DM-Eröffnungsbilanz von 1949 ein Vermögensverlust von rd. 100 Millionen Mark gegenüber 1944.

Unserer Firma verblieb bei Kriegsende an Fertigungsstellen in Berlin praktisch nur das von Osram gemietete Röhrenwerk in der Sickingenstraße, teilweise zerstört und weitgehend ausgeräumt. Das zum Behelfslabora-

torium umgebaute Mietshaus Maxstraße 8 ist kaum als ein Industrieobjekt zu rechnen. Auch das alte Werk Tempelhofer Ufer 9 ist heute nicht mehr als Fabrik verwertbar. Unser größtes und eigenes Werk Zehlendorf/Lichterfelde, das ungefähr 10% seiner Räume durch Kampfhandlungen eingebüßt hatte, wurde alsbald nach der Einnahme von Berlin völlig ausgeräumt. Es ist bis heute noch beschlagnahmt und dient als USA-Hauptquartier. Das Gebäude Hallesches Ufer 30 ist so stark zerstört, daß es den Wiederaufbau nicht lohnt. In Westdeutschland besaß Telefunken bei Kriegsende keine Fabriken oder sonstigen Anlagen, die geeignet gewesen wären, die Telefunken-Angehörigen zusammenzufassen.

Aus der Notwendigkeit der Weiterführung der Firma Telefunken ergab sich der Zwang, neue geeignete Räume zu finden, und erheblicher Bedarf an Maschinen und Einrichtungen. Ihre Beschaffung, insbesondere in der Zeit vor der Währungsreform, war mühevoll und zeitraubend. Heute sind diese Schwierigkeiten überwunden. In Berlin unterhält Telefunken drei Werke:

- 1) Im früheren *Oswarmwerk A, Sickingenstraße*, das inzwischen wieder in Ordnung gebracht wurde, ist die Röhrenfabrik und die Zentralverwaltung untergebracht.
- 2) Das *Geschäftshaus Mehringdamm*, im Kriege ausgebrannt, ist wiederhergestellt und beherbergt die Entwicklung der Hochfrequenzgeräte und Anlagen (Hoga), den Hoga-Vertrieb und die Rundfunkgeschäftsstelle Berlin.
- 3) Im bisherigen *AEG-Werk Schwedenstraße* konnten die Berliner Rundfunkgeräte, die Ela-Fertigung und sonstige Einzelheiten aus verschiedenen Mietobjekten in der Stadt Berlin zusammengefaßt werden.

In Westdeutschland hat sich Telefunken mit zwei weiteren Werken (ff 4 und 5) konzentriert:

- 4) Eines unserer Röhrenwerke ist gegen Ende des Krieges nach *Ulm* verlegt und in den letzten Jahren ausgebaut worden. Das Hauptwerk liegt in der *Söflingerstraße*, mit einem Unterwerk in der *Elisabethenstraße*. Das erstere enthält die Röhrenfertigung, das letztere Entwicklungsstellen.
- 5) In *Hannover, Göttinger Chaussee*, befindet sich in dem früheren Werk der Firma Dr. Erich F. Huth GmbH, deren Anteile Telefunken von dem Mitbesitzer C. Lorenz AG jetzt vollständig erworben hat, unser zur Zeit größtes Apparatwerk. Seine Arbeitsgebiete sind Rundfunkempfänger, Plattenspieler, Fernsehgeräte, Elektroakustik und Spezialgeräte.

Die Aufgabe, mit den verbliebenen Vermögenswerten in Gestalt von zufälligen Lagerbeständen und Haus-einrichtungen, aber zunächst sehr wenig flüssigen Mitteln die Firma in einer Größe und technischen Qualität wieder aufzubauen, die Telefunken einen angemessenen Marktanteil bei angemessenen Preisen und für die Zukunft eine angemessene Rendite sichert, konnte nur in Stufen gelöst werden und machte manche durchgreifenden Maßnahmen und Rationalisierungen nötig. Die Geldanspannung des Unternehmens war zeitweise recht hoch und ist es, gemessen an der früheren Zeit, noch heute. Die Belegschaftsziffer ist klein geworden; im Vergleich mit der Spitze von 40000 Mann im Jahre 1944 ist sie auf etwa $\frac{1}{5}$ zusammengeschmolzen. Viele der ausgezeichneten Techniker und Kaufleute konnten nicht wieder aufgenommen und nur wenige konnten pensioniert werden, aber dennoch sind heute unter unseren Telefunkeuren zahlreiche „alte“, solche, die auf lange Telefunken-Dienstzeit zurückblicken können. Sie sind in vorliegender Festschrift (S. 252) namentlich aufgeführt. Unter ihnen ist auch der Sprecher des Gesamtbetriebsrats, *K. Exner*, der es heute bei einem Lebensalter von nur 55 Jahren zu 41 Dienstjahren gebracht hat.

Die Geschäftsleitung von Telefunken bestand nach dem Kriege und nach Ausfall von *Dr. K. Rottgardt* und *Dr. K. Mey* aus *M. Schwab*, Prof. *Dr. H. Rukop* und *Dr. H. Engels*. Als *M. Schwab* aus politischen Gründen im Jahre 1946 Berlin verließ, wurden *Dr. H. Heymann*, *Dr.-Ing. M. Pohontsch* und *Dr. M. Weth* in die Geschäftsleitung aufgenommen, so daß diese sechs Mitglieder umfaßte. Als im Jahre 1949 Prof. *H. Rukop* und *Dr. M. Weth* in den Ruhestand traten, wurde als neues Mitglied der Geschäftsleitung *Dr.-Ing. H. Heyne* eingesetzt, vordem stellvertretendes Vorstandsmitglied der AEG. *Dr.-Ing. H. Heyne* wurde Vorsitzender der Telefunken-Geschäftsleitung, als *M. Schwab* im Oktober 1951 für AEG und Telefunken Aufgaben im Ausland übernahm.

Der Geschäftsleitung stehen *H. Mueller* und *Dr. K. Steimel* als Generalbevollmächtigte der Firma zur Seite.

Ihnen allen sei hier Glück und Erfolg zum gemeinsamen Nutzen der Inhaber, der Belegschaft und der Kundschaft gewünscht.



Bild 5: Kriegsschaden im Röhrenwerk Berlin

1945—1953: Vom Chaos zu neuer Weltgeltung

Von M. Pohontsch und E. Wiegand

„In den nächsten 10 bis 20 Jahren werden wir übriggebliebenen Hochfrequenz-Fachleute von Telefunken in Deutschland kaum wieder eine angemessene Tätigkeit in unserem Beruf und insbesondere auf unseren bisherigen Arbeitsgebieten ausüben dürfen!“

Dies war die Auffassung zahlreicher Wissenschaftler und Ingenieure von Telefunken, die im Jahre 1945 vor ihren demontierten oder durch die Kriegshandlungen zerstörten Arbeitsstätten standen oder beim Abtransport aller Meßgeräte und Maschinen zusehen oder gar dabei mithelfen mußten. Gefördert wurde diese Ansicht durch die gleichzeitig bekanntgewordenen Betätigungsverbote auf zahlreichen industriellen Arbeitsgebieten, wobei das gesamte Gebiet der Funktechnik für alle Zukunft innerhalb Deutschlands verboten zu sein schien. War es da nicht nur zu verständlich, wenn zahlreiche in Deutschland offenbar zur Untätigkeit verurteilte Spezialisten jede sich bietende Möglichkeit ergriffen, um im Ausland weiter ihrem erwählten Beruf nachgehen und ihm treu bleiben zu können?

Die Unentwegten aber sagten: „Ins Ausland können wir später immer noch abwandern. Unsere Wurzeln befinden sich in Deutschland und insbesondere bei Telefunken. Also warten wir erst ab, wie sich die Dinge hier entwickeln werden. Wir können uns nicht vorstellen, daß unsere alte Firma Telefunken plötzlich ausgelöscht sein soll!“ Dieser starke Glaube an den Fortbestand der Firma und die Zuversicht auf einen Wiederaufbau trotz der fast hoffnungslosen Lage nach dem Zusammenbruch im Jahre 1945 wurden durch einen vollen Erfolg belohnt.

Ohne diese Starkgläubigen des Jahres 1945, die an verschiedenen Stellen in Berlin und in Westdeutschland Telefunken zu neuem Leben erweckten, wäre es nie zu einem Telefunken-Jubiläum im Jahre 1953 gekommen.

Zeitweise waren allerdings die Aussichten für einen Erfolg des begonnenen Wiederaufbaus nach den ersten Jahren insbesondere in Berlin mehr als einmal aufs schwerste in Frage gestellt. Eine der größten Gefahren war die vor der Spaltung Berlins drohende Enteignung, durch die aus Telefunken in Berlin ein volkseigener Betrieb gemacht werden sollte. Nur dadurch, daß Telefunken unter die Property-Control der westlichen Besatzungsmächte gestellt wurde, konnte die aus rein politischen Gründen angestrebte Enteignung unterbunden werden.



Bild 1: Aus der Notzeit nach dem Zusammenbruch. Fertigung von Feuerzeugen.

Bis zur Währungsreform

Durch die Betätigungsverbote bezüglich Forschung, Entwicklung und Fertigung von Funkgeräten, insbesondere für die Nachrichtenübermittlung, Funkortung usw., sowie der zu diesen Geräten und Anlagen erforderlichen Röhren war Telefunken zunächst vollständig gelähmt. Die Verbote bzw. Beschränkungen betrafen die Hauptarbeitsgebiete von Telefunken. Ein weiteres Arbeitsgebiet, der Rundfunkgerätebau, war schon während des Krieges praktisch zum Erliegen gekommen. Auch dieses Arbeitsgebiet durfte erst nach vielen Monaten und nur allmählich wieder aufgenommen werden. In der Zwischenzeit wurden Detektor-



Bild 2: Im Jahre 1945 wurden im Betrieb Maxstraße zunächst kleine Schubkarren hergestellt, die der Bevölkerung Berlins zum Transport von Lebensmitteln dienten.

Empfänger, elektrische Feueranzünder (Bild 1) und zusammenklappbare Transportkarren (Bild 2) hergestellt, soweit die dafür nötigen Materialien beschafft werden konnten. Eine wesentliche Betätigungsmöglichkeit ergab sich aber in der Reparatur von Rundfunkgeräten, weil es natürlich leichter möglich war, für diese Reparaturen einzelne noch übriggebliebene Einzelteile und Röhren zu beschaffen, als die vielen Einzelteile und Bausteine, die zu einem vollständigen Gerät erforderlich gewesen wären. Trotzdem konnten in Berlin früher als in Westdeutschland zunächst Einkreis-Empfänger im Format einer flachen Reiseschreibmaschine und später sogenannte Koffersuper mit ähnlicher Gehäuseform als Rundfunkgeräte aus neuer Nachkriegsfertigung geliefert werden. In Westdeutschland entstand der sogenannte Einheitssuper, der als Gemeinschaftstype verschiedener Rundfunkfirmen gebaut wurde. In Berlin wurde am 24. Dezember 1946 das zehntausendste Rundfunkgerät in Gestalt eines Koffersupers (Bild 3) und am 11. Oktober 1947 das fünfundzwanzigtausendste Rundfunkgerät in Gestalt eines Kleinsupers geliefert. Dies war für damalige Zeiten eine beachtliche Leistung, da durch Fehlen von Einzelteilen oder Gehäusen, durch Trans-

portschwierigkeiten, Stromsperrern und Kohlenmangel oft genug die laufende Fertigung ins Stocken geriet. Auch für die Belegschaft waren die allgemeinen Lebensbedingungen (Ernährung, Kleidung, Wohnungsfrage, Strom, Gas und Heizung im Haushalt) in dieser Zeit besonders ungünstig.

Für den ersten Zeitabschnitt bis zur Währungsreform ist über den Anlagen- und Gerätebau kurz folgendes zu berichten: der erste im Jahre 1945 hereingeholte Auftrag umfaßte eine größere elektro-akustische Anlage für das Berliner Stadthaus. Dieser Auftrag konnte zum größten Teil mit noch geretteten und wieder aufgearbeiteten Geräten erfüllt werden, und war insofern für die Wiederaufnahme der Arbeiten besonders geeignet, als dazu keinerlei Maschinen notwendig waren. Das erforderliche Werkzeug wurde von der Belegschaft aus dem Privatbesitz des einzelnen zur Verfügung gestellt. Die ersten Maschinen wurden aus dem Trümmerschutt geborgen und nach bestem Vermögen wieder aufgearbeitet, und damit die ersten Grundlagen für eine Fertigung der Nachkriegszeit gelegt.

Da der Bau von Rundfunk- und anderen Sendern offiziell verboten war, wurden die Senderspezialisten zunächst mit der Entwicklung von Hochfrequenzgeneratoren für industrielle Zwecke (Hochfrequenzwärme) beschäftigt. Besonders die kapazitive Anwendung der Hochfrequenzwärme wurde eingehend bearbeitet, z. B. Schweißung von Igelit-Schuhen und -Sohlen, Auftauen gefrorenen Bodens, Herstellung von Kunststoffnähten, Trocknung und Verleimen von Holz, Papier und Spinnfasern, Vergütung und Konservierung von Lebensmitteln. Eine Besonderheit auf diesem letzteren Gebiet war die Errichtung einer größeren Hochfrequenzanlage, mit der Roggenmehl und Roggenflocken behandelt wurden, um quellfähig zu werden. Diese hat insbesondere während der Blockade Berlins wertvolle Hilfe geleistet.

Mit Beginn des Jahres 1946 kam die Sondergenehmigung für den Bau des ersten Senders der Nachkriegszeit. Es handelte sich um einen 100-kW-Langwellen-Rundfunksender für eine Besatzungsmacht (Bild 4). Damit war glücklicherweise wieder ein Anfang gegeben für den Bau von zahlreichen Rundfunksendern. Da ferner im Herbst 1946 verschiedene Sender wegen Mangel von Ersatzröhren in die Gefahr gerieten, den Betrieb einstellen zu müssen, wurde von den westlichen Besatzungsmächten eine (wenn auch stark eingeschränkte) Genehmigung zur Fertigung von Senderöhren gegeben, und wenig später konnten dann auch aus der Senderöhren-Abteilung Telefunken die ersten Röhren geliefert werden.

So konnten auch die erfahrenen Senderspezialisten, die bis Ende des Jahres 1945 zum Teil noch mit der Reparatur von Rundfunkgeräten beschäftigt wurden, damit sie der Firma erhalten blieben, schließlich wieder



Bild 3: 1946 wurden wieder Rundfunkempfänger in größerer Stückzahl gefertigt. Kleine tragbare Geräte wurden damals bevorzugt.

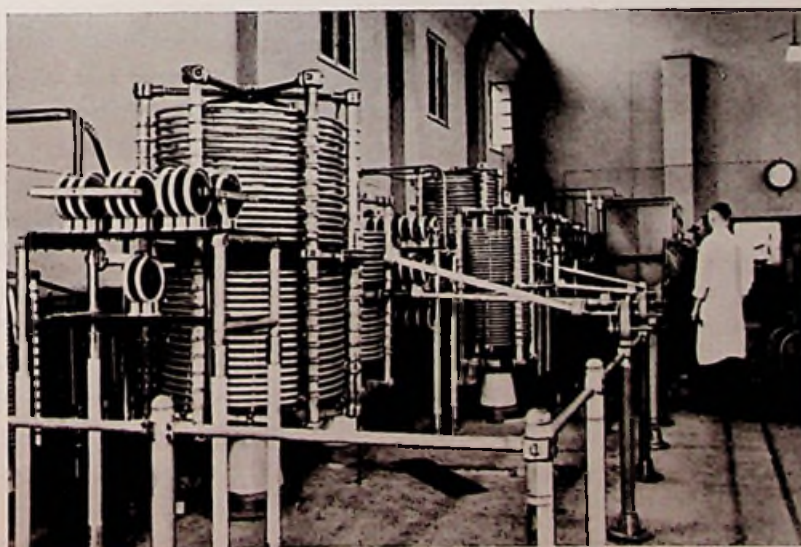


Bild 4: Der erste Sender der Nachkriegszeit war ein 100-kW-Rundfunksender für Königs Wusterhausen.

ihrem ursprünglichen Arbeitsgebiet zugeführt werden. Auch die erste Richtverbindungsstrecke nach dem Zusammenbruch konnte im Wellenbereich von 1,2 m für eine Programmübertragung vom Studio zum Sender in Berlin errichtet werden. Sie ist heute noch in Betrieb. Ein weiteres sehr umfangreiches Arbeitsgebiet eröffnete sich in der Ausrüstung der Streifenwagen der Polizei mit UKW-Anlagen. Als erste wurden in Berlin und Hamburg derartige Funksprechnetze errichtet.

Ähnlich verlief die Entwicklung auf dem Röhrengbiet. Vor Beginn des zweiten Weltkrieges stand ein umfangreiches Typen-Programm an Rundfunk- und Senderöhren sowie Spezialröhren aller Art zur Verfügung — mehr als ausreichend zur Lösung aller vorhandenen Aufgaben. Damals wurden auch bereits die ersten Bildröhren mit Rechteckschirm fabrikationsmäßig hergestellt. Alle diese Röhren konnten sich mit den europäischen und überseeischen Konkurrenzzeugnissen in jeder Beziehung messen und wurden deshalb nicht nur in Deutschland, sondern auch im Ausland in großem Umfang verwendet. Hier sei als Beispiel nur an die „harmonische Serie“ (Rundfunkröhren in der Telefunken-Stahlausführung) erinnert, die ihrer hervorragenden Güte wegen einen großen Abnehmerkreis im Ausland besaß.

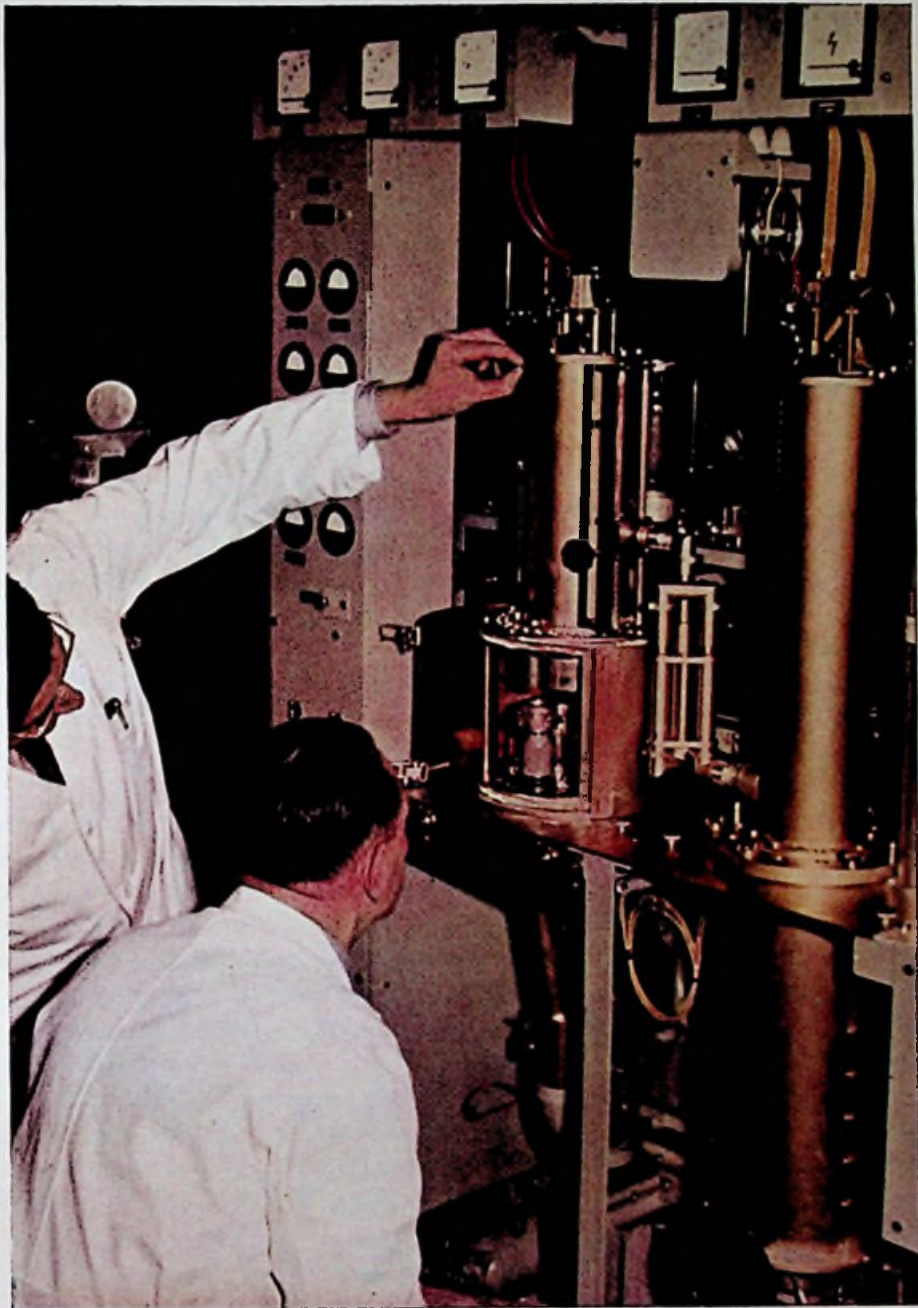
Der Krieg zwang dann Telefunken dazu, die Fabrikation von Spezialröhren bis zum äußersten zu steigern unter Vernachlässigung der nur für zivile Zwecke einsetzbaren Röhrentypen (Rundfunktypen). Diese Umschaltung war technisch gesehen für die zukünftige Entwicklung der Röhrenfabrik von erheblicher Bedeutung, denn es wurden Erfahrungen gesammelt und neue Erkenntnisse gewonnen, die sich auch für die Nachkriegszeit mit großem Vorteil verwenden ließen. Z. B. wurden damals bereits Röhrentypen für das heute für zivile Zwecke so interessante Dezimeter- und Zentimetergebiet in erheblicher Stückzahl gefertigt. Wenn auch die Röhrenwerke der Firma (insbesondere das Berliner) z.T. erhebliche Kriegsschäden (siehe Bild 5 auf S. 213) erlitten und bei den Verlagerungen in den letzten Kriegsmonaten wertvolle Maschinen und Einrichtungen verloren gingen, so war Telefunken doch am Ende des Krieges für das Friedensgeschäft in Röhrenverhältnismäßig gut gerüstet, denn das Stammwerk in Berlin, ein größeres Verlagerungswerk in Ulm sowie zwei kleine Werke in Thüringen waren arbeitsfähig geblieben.

Dieses hoffnungsvolle Bild wurde dann aber durch das, was sich in wenigen Monaten nach Beendigung der Kampfhandlungen ereignete, restlos zerstört. Das Berliner Werk wurde Mai/Juni 1945 — wie zahlreiche andere Berliner Werke — praktisch völlig demontiert (lediglich Mobiliar und Glaswaren blieben zurück), das Ulmer Werk geriet monatelang in die Verfügungsgewalt von Fremdarbeitern, wonach nur der Torso eines Maschinenparkes übrig blieb, und gegen Ende 1945 verlor Telefunken auch noch in Auswirkung der politischen Entwicklung der sowjetischen Besatzungszone seine beiden Thüringer Werke. In Berlin wurde die Lage noch durch die Bankkonten-Sperre besonders erschwert. Es nimmt deshalb nicht wunder, daß so mancher die Möglichkeit eines Wiederaufbaues überhaupt bezweifelte.

Um die geringen übriggebliebenen Bestände an Rohware und Halbzeug schnell verarbeiten und wenigstens einem kleinen Teil der Belegschaft Arbeitsmöglichkeit geben zu können, wurde vorübergehend die Fertigung von Trinkgläsern (aus den Röhrenkolben) (Bild 6), Feuersteinen (aus verbliebenem Mischmetall für Getter), von Kuchenformen usw. aufgenommen. Glücklicherweise stand ein großer Kreis von dem Unternehmen treu ergebenen Ingenieuren und Handwerkern zur Verfügung. Diese Mitarbeiter klaubten unter unsäglichen Schwierigkeiten aus den Trümmern und aus Altmaschinenlagern Maschinenreste heraus und schufen hieraus ohne zeichnerische Unterlagen (denn diese waren gleichfalls weggeholt worden) die Anfänge eines Maschinenparkes, ohne daß ihnen hierfür anfangs auch nur eine einigermaßen angemessene Bezahlung gewährt werden konnte. Und so geschah das Wunder, daß das wohl am schwersten von allen deutschen Röhrenwerken getroffene Berliner Telefunken-Werk die Fabrikation wieder aufnehmen und bereits im August 1945 die ersten nach Kriegsende hergestellten Rundfunkröhren zum Verkauf abliefern konnte. Auch in Ulm ging man mit wahrem Feuereifer daran, die Fertigung wieder in Gang zu setzen, nachdem die übriggebliebenen Maschinenreste freigegeben waren. Das Ergebnis war, daß auch hier bereits 1946 wieder Röhren fabriziert wurden.

Der weitere Ausbau der Fabrikation machte bis 1948 ungeheure Schwierigkeiten, waren doch damals Drähte, Bleche usw. in Normalqualität kaum zu haben, geschweige denn entsprechend den hohen Qualitätsanforderungen, die man an Materialien für die Röhrenfabrikation stellen muß. Es ist erstaunlich, daß trotz dieser Schwierigkeiten die Röhrenqualität im großen und ganzen gehalten werden konnte.

Bei der Herstellung der Senderöhren waren die Schwierigkeiten noch größer als bei der Rundfunkröhrenfertigung, da hierfür zahlreiche Spezialwerkstoffe benötigt werden, die bei dem damaligen Stand der Zulieferindustrie einfach nicht aufzutreiben waren. Nur der jahrzehntelangen Erfahrung der alten Mitarbeiter und ihrem unermüdlichen Einsatz ist es zu danken, daß es immer wieder gelang, die geforderten Röhrenmengen herzustellen und so einen Zusammenbruch des Sendernetzes zu verhindern.



2-kW-Endstufe eines Fernsehsenders





Bild 6: Die ersten Erzeugnisse des Röhrenwerkes Berlin nach dem Zusammenbruch.

Währungsreform und Blockade

Mit der Währungsreform begann ein neuer Abschnitt in der wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands. Während vor dieser der Warenhunger so groß war, daß der Wettbewerb nicht mehr zur Geltung kam, setzte nun wieder ein starker Konkurrenzkampf ein. In den Telefunken-Röhrenwerken wurde das Programm zur Verbilligung der Produktion mit aller Energie vorangetrieben, wobei aber mit aller Schärfe die Bedingung im Vordergrund stand, gleichzeitig die Qualität weiter zu verbessern. Aus diesem Grunde stand der erste Abschnitt im Zeichen der Materialprüfung und Materialverbesserung. Es dauerte nicht lange, und die Materialien mußten wieder — wie vor dem Kriege — Spektralphotometer, Röntgenanlage, Härte-, Dehnungsmesser und viele andere Prüfapparate durchlaufen, ehe sie für die Fertigung freigegeben wurden. Es dauerte leider wesentlich länger, bis die Zulieferindustrie trotz großer Anstrengungen in der Lage war, die alten Forderungen und zahlreiche neu hinzugekommene zufriedenstellend zu erfüllen. Zu stark machten sich hier die schweren Verluste, die die deutsche Grundstoffindustrie erlitten hatte, bemerkbar.

Eine neue schwere Zeit begann gleichzeitig für Berlin durch die Blockade, die zunächst allen weiteren Aufbau stoppte und verschärfte Transportschwierigkeiten sowie neue Nöte in der Material-, Strom- und Kohlenversorgung brachte. Während der Blockade konnten die in Westdeutschland beschafften Rohmaterialien und Einzelteile nur auf dem Luftwege nach Berlin gebracht werden. Desgleichen wurden alle fertiggestellten Geräte und Anlagen aus Berlin nach Westdeutschland ausgeflogen. Der Transport mit Hilfe der Luftbrücke erforderte oft bei großen und schweren Sendeanlagen erheblichen Aufwand. Dennoch wurden auch die größten Rundfunksender (100 kW) einschließlich Stromversorgung über die Luftbrücke abtransportiert.

Bei den bis zur Währungsreform gefertigten Geräten und Anlagen handelte es sich größtenteils um solche, die ohne Inanspruchnahme etwaiger Forschung bzw. Vorentwicklung auf Grund der in den Köpfen der alten Spezialisten verankerten Erfahrungen für den speziellen Fall entwickelt werden konnten. Meist war es nur notwendig, die durch den Zusammenbruch vernichteten bzw. verlorengegangenen Unterlagen für Entwicklung und Fertigung im wesentlichen zu rekonstruieren. In dieser Beziehung trat aber in dem Zeitabschnitt nach der Währungsreform eine in doppelter Hinsicht sehr grundsätzliche Wandlung ein:

Erstens war es nötig, sich aus einer etwas konservativen und überholten Technik, wie sie bis zum Zusammenbruch gebräuchlich war, zu lösen und neue technische Wege zu beschreiten, um allmählich den Anschluß an den Stand der inzwischen auf manchen Gebieten bedeutend fortgeschrittenen internationalen Technik zu gewinnen. Beispiele hierfür sind:

Die gesamte UKW-Rundfunksender-Technik mit Frequenzmodulation, deren Einführung in Deutschland durch den Kopenhagener Wellenplan vordringlich wurde; damit verbunden die Ausrüstung der Rundfunkempfänger mit einem sogenannten UKW-Teil; ferner die insbesondere durch den NWDR vorangetriebene Einführung der Fernsehtechnik (Fernsehsender, Fernsehempfänger, Bildröhren und Dezimeter-Übertragungstrecken); kommerzielle Empfänger für höchste technische Anforderungen und für Großempfangsstationen sowie die Einführung der Richtverbindungsstrecken im UKW- und im Dezimeter-Wellenbereich einschließlich der frequenzmodulierten Fernseh-Übertragungstrecken (Breitbandübertragung).

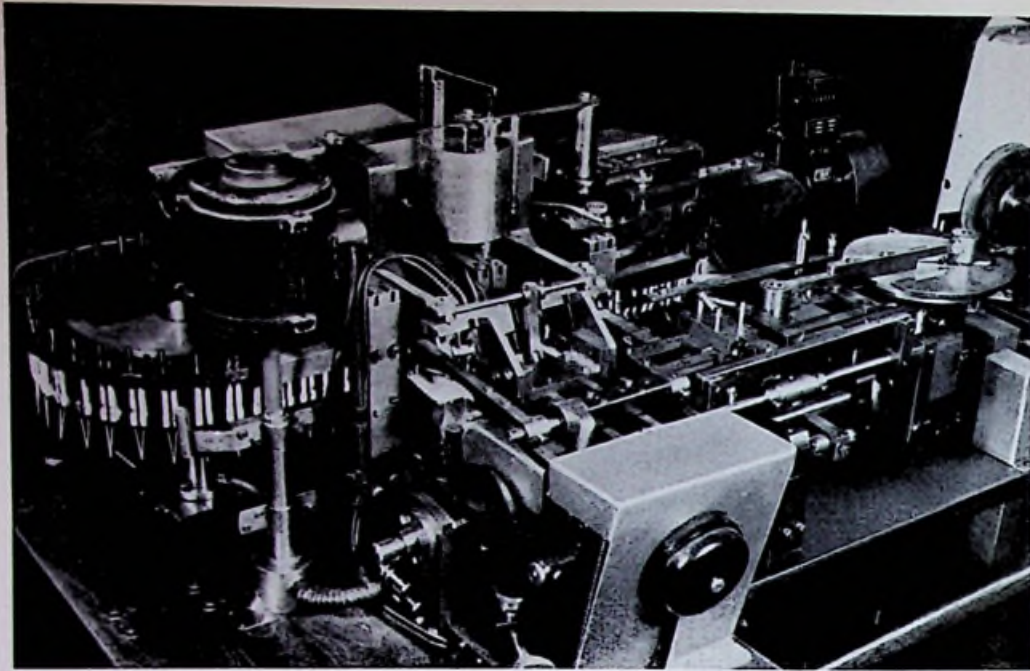


Bild 7: Automat zur Formung der Brenner für indirekt geheizte Kathoden sowie zur Bedeckung mit Isoliermasse.

Zweitens zwang der inzwischen entstandene Konkurrenzkampf, der im Zeichen einer liberalisierten Wirtschaft sowohl um den ziemlich kleinen deutschen Markt als auch um den bitter notwendigen Export entbrannte, zum Anschluß an die Weltmarktpreise. Dies bedeutete für die deutsche Funkindustrie, die sich soeben erst aus vollständigem Chaos zu einem bescheidenen neuen Leben entwickelt hatte, eine harte Anforderung. Das Problem der Wirtschaftlichkeit trat damit entscheidend in den Vordergrund, so daß nicht nur der Anschluß an den internationalen Stand der Technik, sondern auch gleichzeitig der Zwang zu äußerster Rationalisierung und Senkung der Herstellungskosten für den Zeitabschnitt seit der Währungsreform die beiden wichtigsten Faktoren für die deutsche Industrie überhaupt sind. Man kann daher diesen der Wiederaufbauzeit nach dem Zusammenbruch bis zur Währungsreform folgenden zweiten Zeitabschnitt ab Währungsreform am besten als den Kampf um die Erhaltung und Bewahrung des im ersten Zeitabschnitt erzielten Wiederaufbaus bezeichnen.

Anschluß an den Weltstandard

Dieser zweite Zeitabschnitt ist auch heute noch nicht abgeschlossen. Er wird voraussichtlich ein Zustand von längerer Dauer sein, es sei denn, daß durch unerwartete Entwicklungen in der allgemeinen wirtschaftspolitischen Lage entweder ein Stillstand oder ein sehr stürmischer Auftrieb eintritt.

Wie hat nun Telefunken diesen zweiten und wesentlichsten Zeitabschnitt bisher gemeistert?

Rundfunkempfänger

Die drei nach dem Zusammenbruch entstandenen Rundfunk-Fertigungsstätten wurden straff zusammengefaßt. Der Schwerpunkt liegt nunmehr in der Fabrik in Hannover, die zur modernsten und wirtschaftlichsten Fertigungsstätte ausgebaut wurde. Die in Berlin befindliche zweite Fertigungsstätte wurde in ein neues und zweckentsprechendes Fabrikgebäude verlegt, wo ebenfalls nach den neuesten Erfahrungen und wirtschaftlichen Grundsätzen die Fertigung der Rundfunkgeräte mit gutem Erfolg durchgeführt wird. Alle auf den Markt gebrachten Telefunken-Gerätetypen haben den Beifall des Publikums gefunden und gelten sowohl technisch wie auch in ihrer gefälligen äußeren Form als Spitzenleistungen. Diese Geräte haben sich rasch im Export durchgesetzt und sowohl in den europäischen wie auch in den überseeischen Markt Eingang gefunden.

Röhren

Die Fertigungszeit für die Röhreneinheit konnte im Laufe weniger Jahre durch den Einsatz von Hochleistungsmaschinen eigener Konstruktion und durch sonstige Verbesserungen ganz beträchtlich gesenkt werden. So brauchte man früher für die Fertigung eines Brenners für mittelbar geheizte Kathoden 11 Arbeits-

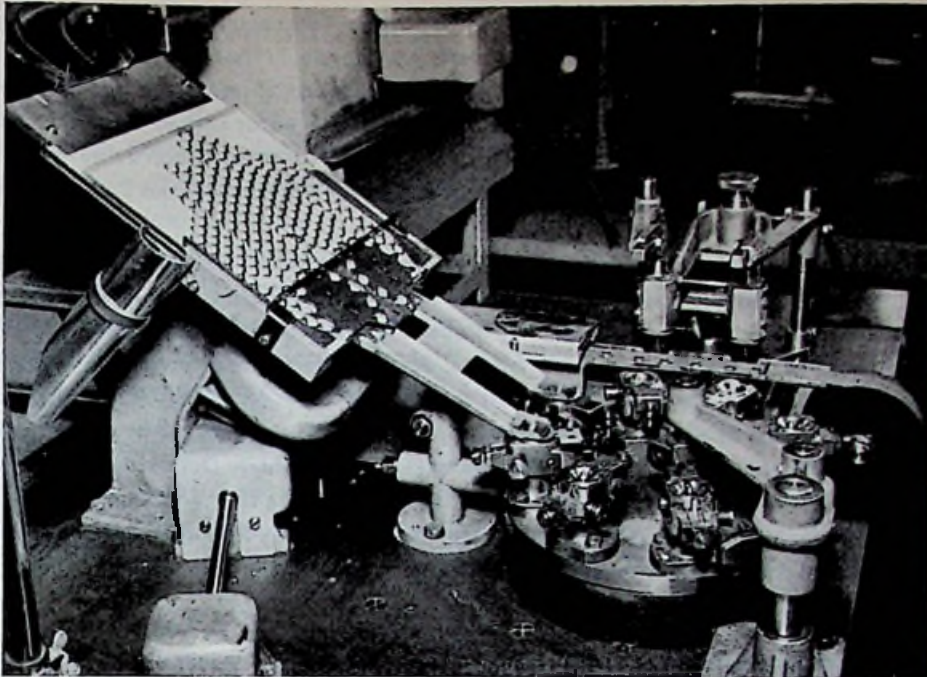


Bild 8: Automatische Herstellung der Getter (mit Hilfe der Getter wird im Inneren der Röhren das Vakuum verbessert).

gänge. Heute wird an einem einzigen Automaten der Draht oder der Wendelschlauch in die geforderte Brennerform gebracht, ein isolierender Überzug aus Aluminiumoxyd aufgetragen und dieser Überzug durch Erhitzen auf 1800°C auf dem Brenner festgesintert, so daß die Brenner einbaufertig den Automaten verlassen (Bild 7). Die Fertigungszeit für den Brenner beträgt nur noch 50% der früheren. — Getter werden vollautomatisch mit einer gegenüber früher fünfmal größeren Leistung hergestellt (Bild 8). — Kathoden werden heute gleichfalls auf Automaten mit der Emissionsschicht versehen. Die Leistung ist nahezu auf das Vierfache von der früher erreichten gesteigert worden (Bild 9). — Die Fertigung der zahlreichen Blechteile, die in einer Rundfunkröhre enthalten sind, wurde durch Einsatz von Stanz- und Mehrschlittenautomaten unter Verwendung von Folge- und Mehrfachwerkzeugen wesentlich verbilligt und verbessert. Dabei ist die Qualität der an solchen Automaten hergestellten Brenner, Gitter, Anoden usw. deutlich gleichmäßiger, als sie sich bei Einsatz von Maschinen, die nur einzelne Arbeitsgänge ausführen, im allgemeinen erzielen läßt.

Parallel zu der Ausgestaltung des Maschinen- und Einrichtungsparks wurde ein Kontrollsystem aufgebaut, das von der Rohware bis zur fertigen Röhre die Fertigung in allen wichtigen Arbeitsgängen überwacht.

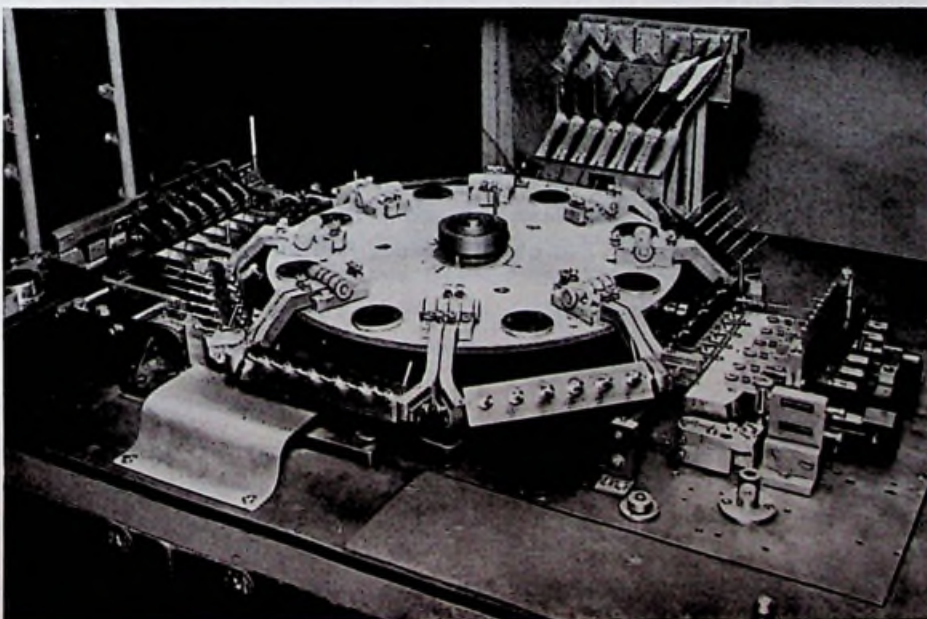


Bild 9: Automat zum Pastieren von Kathodenhülsen.

Laufende Mittelwertkontrollen sorgen dafür, daß die einzelnen Röhreneigenschaften heute in wesentlich engeren Grenzen schwanken als früher. Besonders stark wurden die Prüfmittel und -methoden zur Überwachung der Geräuschqualität in den letzten Jahren ausgebaut, wodurch es gelang, die (beispielsweise im Vergleich zu Amerika) außergewöhnlich hohen Anforderungen der europäischen Gerätehersteller zu erfüllen. Umfangreiche Lebensdauermessungen unter gegenüber dem Normalbetrieb erschwerten Bedingungen haben uns in den Stand versetzt, die Lebensdauergarantie auch für Rundfunkröhren Ende 1948 wieder einzuführen.

Wenngleich die älteren Telefunken-Rundfunkröhren in ihren elektrischen Werten vollauf genügten, wurde dem Wunsche der Gerätehersteller nach raumsparenden Röhren entsprechend ab 1949 ein Typenprogramm sockelloser Rundfunkröhren in der sogenannten Allglastechnik aufgebaut. Diese Typen werden unter der Bezeichnung „Pico-Röhren“ von Telefunken vertrieben. Fertigungstechnisch brachten sie wenig neue Probleme, da viele Spezialröhren der Kriegszeit bereits in ähnlicher Technik fabriziert wurden. — Auch das Senderöhren-Programm wurde um verschiedene Typen erweitert und gestattet heute, alle Senderaufgaben, wie sie der Ultrakurzwellenfunk und das Fernsehen gebracht haben, zu lösen. Damit ist auch, was die äußere Form der Röhren und die Einsatzmöglichkeiten betrifft, der Anschluß an den Weltstandard vollzogen. Daß Telefunken auch fertigungsmäßig ein gutes Stück weitergekommen ist, beweist das Interesse, das vom Ausland zahlreichen Maschinenkonstruktionen unserer Röhrenwerke entgegengebracht wird.

Anlagen

Über das, was auf dem Gebiete der Hochfrequenzanlagen inzwischen von Telefunken geleistet wurde, ist fortlaufend in der Telefunken-Zeitung ausführlich berichtet worden. Diese ist seit 1950 wieder erschienen; die vorliegende Festschrift ist gleichzeitig ihr 100. Heft. Das große Interesse, das sie in inländischen und ausländischen Fachkreisen gefunden hat, ist ein Beweis dafür, daß Telefunken wieder in der Reihe jener Unternehmen steht, welche durch großzügige Veröffentlichung der bei ihnen gewonnenen Erkenntnisse die Grundlage zum allgemeinen Fortschritt der Technik schaffen. Dieser Umstand mag ebenso wie die durch den erfolgreichen Wiederaufbau bewiesenen Tatkraft dafür bestimmend gewesen sein, daß es Telefunken nicht nur gelungen ist, durch den Krieg unterbrochene Beziehungen zu früheren Vertragspartnern, vor allem in Großbritannien und den Vereinigten Staaten, wieder anzuknüpfen, sondern den Kreis der Vertragspartner zu erweitern und die Beziehungen enger zu gestalten.

Der Verkauf technischer Waren, zu denen Rundfunkempfangsgeräte und Röhren gehören, unterliegt den Gesetzen der großen Zahl. Auf diesen Gebieten kann man mit statistischen Mittelwerten rechnen und aus einer Analyse der verflossenen Geschäftsentwicklung mit einer gewissen Sicherheit auf die Zukunft schließen. Bei Hochfrequenzanlagen und den zu ihnen gehörigen Geräten setzt sich dagegen der Umsatz aus verhältnismäßig wenigen Einzelobjekten zusammen, so daß statistisch erhebliche Schwankungen entstehen können. Die mit dem Fortschritt der Technik ständig steigenden Anforderungen machen es zweckmäßig, die Wünsche des Kunden schon bei der Entwicklung und Konstruktion zu berücksichtigen. Aus dem gleichen Grund werden die Geräte meistens erst dann gefertigt, wenn feste Aufträge vorliegen.

Da insbesondere mit dem Ausland die Verbindungen erst einige Zeit nach dem Zusammenbruch erneuert werden konnten, mußte notwendigerweise dieser Teil des Geschäfts später einsetzen als auf dem Gebiete der Rundfunkempfänger und Röhren.

Trotzdem wurden inzwischen in steigendem Maße gute Exporterfolge erzielt, z. B. Lieferung von Großsendern in Europa und Übersee, von Großantennen und UKW-Richtfunkanlagen. Der folgende Aufsatz bringt Einzelheiten über die in jüngster Zeit abgeschlossenen Projekte und die zugehörigen Geräte.

Aufgaben der Hochfrequenztechnik von heute

Von H. Lange

Betrachtet man die Tendenz in der Entwicklung der Hochfrequenztechnik, so erkennt man eine Reihe von Gesichtspunkten, die maßgebend für den technischen Fortschritt sind, und zwar:

1. Erhöhung der Wirtschaftlichkeit
2. Steigerung der Betriebssicherheit
3. Verbesserung der Übertragungsgüte
4. Verringerung des Raumbedarfs und Gewichts
5. Anpassung der Technik an die Zunahme des Verkehrs
6. Erschließung neuer Anwendungsgebiete und Kundenkreise.

Erhöhung der Wirtschaftlichkeit

Der erste Weg zur Lösung dieser Aufgabe erscheint trivial: Vereinfachung der Entwicklungskonzepte und Konstruktionen und Verbesserung der Fertigungsmethoden. Leider ist dieser Weg — besonders in der deutschen Hochfrequenztechnik — nur mit Einschränkungen gangbar. Auf der einen Seite sind die technischen Forderungen in manchen Punkten höher als in anderen Ländern, auf der anderen Seite können die Möglichkeiten, die sich durch Fertigung großer Stückzahlen gleicher Geräte ergeben, wegen des kleineren Marktes nicht annähernd so ausgeschöpft werden, wie anderswo. Bei Betrachtung der Wirtschaftlichkeit sind jedoch weitere Gesichtspunkte zu berücksichtigen, die sich aus der Technik selbst ergeben.

Wesentlich ist beispielsweise die Frage, wo das wirtschaftliche Optimum bei der Einrichtung einer Übersee-Verbindung, beim Aufbau eines Runkfunknetzes oder bei der Errichtung eines UKW-Sprechfunknetzes liegt. Bei Übersee- bzw. ganz allgemein bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen wird zu entscheiden sein, inwieweit zusätzlicher Aufwand auf der Senderseite (Sendeleistung, Antennengewinn) durch Mehraufwand auf der Empfängerseite (Steigerung der Empfindlichkeit, Verbesserung des Rauschabstands, Mehrfachempfang, Empfangsantennengewinn) erspart werden kann. Es wird weiterhin zu überlegen sein, welche Möglichkeiten sich durch Vergrößerung des Nachrichteninhalts je Sender (Einseitenbandbetrieb, Vielkanaltelefonie-Anlagen, Mehrfachtelegrafie-Verfahren) ergeben.

Bei Rundfunk- und Fernsehsendern ist zu entscheiden, inwieweit Mehraufwand auf der Senderseite zu Vereinfachung und Verbilligung bei den Empfängern führt. Ähnlich liegt die Aufgabestellung bei UKW-Sprechfunknetzen. Auch hier wird man, im Gegensatz zu Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, bestrebt sein, den Aufwand auf der Teilnehmerseite möglichst weit herabzudrücken und Mehrkosten auf der Zentralen-Seite in Kauf nehmen.

Aus der Vielzahl von weiteren Möglichkeiten zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit seien nur noch drei Beispiele herausgegriffen:

- Kombination von Antennen für Mittelwellen-, Ultrakurzwellen- und Fernsehsender;
- Mehrfachausnutzung von Antennen (Doppelspeisung);
- zweckmäßige Wahl von Senderleistung und Antennengewinn bei gegebener Strahlungsleistung.

Eine ganz allgemein auftretende Aufgabe ist die Verbesserung des Wirkungsgrads der Gesamtanlage. Diese ist naturgemäß bei Großanlagen (Stromkosten) von besonderer Bedeutung, darf jedoch auch bei kleinsten Geräten (richtiger Kompromiß zwischen Anschaffungs- und Nachschubkosten für Batterien) nicht vernachlässigt werden. Ein Gesichtspunkt, der von den Verbrauchern mit Recht in zunehmendem Maße betont wird, ist die Verringerung von Volumen und Gewicht und damit die Verkleinerung des Raumbedarfs. Ebenfalls von den Verbrauchern kommt die Forderung, Anlagen und Geräte so zu konstruieren, daß Montagezeiten und -kosten möglichst verringert werden.

Steigerung der Betriebssicherheit

Erhöhung der Sicherheit des Betriebes im weitesten Sinne des Begriffs ist in vielen Fällen die Aufgabe der Technik. Auch hier kann nicht nur der triviale Gesichtspunkt, nämlich möglichst hohe Lebensdauer der Geräte und der verwendeten Bauelemente, Röhren, Kontakte usw. betrachtet werden. Aus der Fülle der Einzelprobleme seien erwähnt:

- Bei gewissen Anwendungen kommt es nur darauf an, daß die durchschnittliche Lebensdauer einer Röhre möglichst hoch ist; Frühausfälle einzelner Exemplare können also durch entsprechend längere Lebensdauer weiterer Exemplare ausgeglichen werden.

Bei anderen Anwendungen, vor allem bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, ist es dagegen von entscheidender Bedeutung, daß eine möglichst hohe Mindestlebensdauer von allen Exemplaren erreicht wird. In zunehmendem Umfang wird gefordert, daß Anlagen unbedient betrieben werden können. Sie müssen also entweder in sich über längere Zeiten betriebsicher sein, oder es müssen Maßnahmen vorgesehen werden, die bei Ausfall eines Teiles der Anlage automatisch für Ersatz sorgen.

Im weiteren Sinne fallen hierunter z. B. Ablöseschaltungen bei Ballempfängern, die den in der Übertragungsgüte besseren von zwei an verschiedenen geographischen Stellen arbeitenden Sendern auswählen und bei Mehrfach-Empfangsanlagen, die den besseren Übertragungsweg von einem Sender her aussuchen oder den Übergang von Tag- auf Nachtwelle automatisch durchführen.

Vielfach kann eine Steigerung der Betriebsicherheit durch Erhöhung der Senderleistung erreicht werden, wobei allerdings Grenzen nicht nur durch Wirtschaftlichkeitsüberlegungen, sondern auch durch regionale und internationale Bestimmungen gezogen sind.

Eines der wesentlichsten Probleme ist die Sicherung gegen Störungen. Dies führt zu immer schärfer werdenden Forderungen:

auf der Senderseite z. B. Unterdrückung von Ober- und Nebenwellen, genaue Einhaltung der Sollfrequenz, schneller Wellenwechsel;

auf der Empfängerseite z. B. Verbesserung von Treffsicherheit, Einstellgenauigkeit, Rauschabstand, Selektion, Kreuzmodulationsfestigkeit, Strahlungsfreiheit.

Außerdem sind Störungen durch atmosphärische und ionosphärische Einflüsse, Störungen durch nicht in der Nachrichtentechnik begründete Ursachen, z. B. Zündstörungen durch Kraftwagen usw., zu bekämpfen sowie — last not least — auch beabsichtigte Störungen zu berücksichtigen.

Einfachheit der Bedienung — häufig bedingt durch die Notwendigkeit, ungeschultes Personal einsetzen zu müssen —, übersichtliche und leicht zugängliche Anordnung der Bauteile, einfache Wartung, Prüf- und Überwachungseinrichtungen usw. scheinen so selbstverständliche Forderungen, daß sie gar nicht erwähnt zu werden brauchten, stellen aber den Entwickler und Konstrukteur oft vor nicht leicht zu lösende Aufgaben.

Verbesserung der Übertragungsgüte

Die Forderungen bezüglich der Qualität der Übertragung verschärfen sich laufend. Dies gilt vor allem für Rundfunk- und Fernsehsender, bei denen lineare und nichtlineare Verzerrungen wesentlich herabgesetzt worden sind. Die durch Einführung des UKW-Rundfunks eingetretene „Verwöhnung“ des Rundfunkhörer hat — wie man schon heute feststellen kann — gewisse Rückwirkungen auf die Qualitätsforderungen bei Mittelwellen-Rundfunksendern gehabt. Von entscheidender Bedeutung ist die Qualitätsverbesserung bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, ganz besonders dort, wo eine Mehr- oder Vielzahl von Kanälen zu übertragen ist. Die Forderungen der Verbraucher können auf eine einfache Formel gebracht werden:

Einer Funkverbindung sind nur noch in ständig und sehr rasch sich verringerndem Maße „mildernde Umstände“ gegenüber einer Drahtverbindung zuzubilligen. Das bedeutet größenordnungsmäßige Erhöhung der Ansprüche bezüglich Rauschabstand, Übersprechdämpfung usw., die bei Dezimeteranlagen schon völlig, bei UKW-Richtfunkstrecken stark angenähert gelöst sind und an deren Lösung man auch bei Kurzwellenverbindungen mit den verschiedensten Mitteln und Verfahren immer näher herankommen muß. Es bedeutet ferner, daß in ständig wachsendem Umfang bestimmte Einrichtungen, die der Drahttechnik längst unentbehrlich geworden sind, wie automatische Volumenregler, Rückkopplungssperren usw., in den verschiedensten Gebieten der Funktechnik angewendet werden.

Es möge nicht unerwähnt bleiben, daß die Qualitätsforderungen, die in Deutschland an die Hochfrequenztechnik gestellt werden, in vieler Beziehung höher sind als in anderen Ländern. Hierfür dürften teils sachliche, teils psychologische Gründe maßgebend sein.

Bei sonst gleichen Bedingungen ist die Silbenverständlichkeit bei der deutschen Sprache schlechter als z. B. bei der englischen. Eine gewisse Verwöhnung des Publikums, sowohl bezüglich Rundfunk wie bezüglich Fernsprechverkehr, spielt eine nicht unerhebliche Rolle. Der Deutsche neigt vielleicht auch mehr als andere Völker seinem ganzen Wesen nach dazu, sich einer gewissen *rage de perfection* hinzugeben.

Hinzu kommt als ein sachlicher Grund der Zwang, in der deutschen Hochfrequenztechnik nach dem Ende des Krieges auf vielen Gebieten praktisch neu anzufangen. Sie muß deshalb, um den Vorsprung des Auslands möglichst bald aufzuholen, in erhöhtem Maße bestrebt sein, Zwischenlösungen zu überspringen und — soweit technisch und wirtschaftlich möglich — nicht nach dem Stand der Technik von heute oder gar gestern zu liefern, sondern bei allen Planungen jenen Stand zu berücksichtigen, der zur Zeit der Lieferung der Geräte vorzusehen oder vorauszuahnen ist.

Verringerung des Raumbedarfs und Gewichts

Die Wichtigkeit dieser Forderung für größere Anlagen wurde schon in dem Abschnitt über Wirtschaftlichkeit gestreift. Vielleicht noch größer ist ihre Bedeutung bei allen beweglichen Anlagen, angefangen vom tragbaren Funksprechgerät bis zu kleinen, mittleren und größeren fahr- oder verlastbaren Funktelefonie- und Telegrafanlagen, mobilen Richtfunkanlagen, Schiffsfunkanlagen usw. Die Lösungen liegen hier in der geschickten Wahl der Schaltungen, in Ausnutzung aller konstruktiven Möglichkeiten, vor allem aber im Übergang zu kleineren Röhren und Bauelementen.

Anpassung der Technik an die Zunahme des Funkverkehrs

Die zum Teil geradezu sprunghaft wachsende Verdichtung des Funkverkehrs zwingt die Technik zu immer weitergehenden Verbesserungen ihrer Geräte und Verfahren und zur Einführung neuer Verfahren. In fast allen Frequenzgebieten besteht heute schon Kanalknappheit bzw. sogar Kanalnot. Maßnahmen zur Überwindung dieser Schwierigkeiten, die aus einleuchtenden Gründen zum Teil schon in den Abschnitten „Wirtschaftlichkeit“ und „Betriebssicherheit“ angedeutet wurden, sind u. a.

- richtige Wahl des für eine gegebene Aufgabe am besten geeigneten Frequenzbereiches,
- optimale Verteilung der Kanäle innerhalb eines Bereiches, und zwar sowohl frequenzmäßig als auch örtlich (dies vor allem im UKW-, Dezimeter- und Zentimetergebiet),
- Verbesserung von Frequenzkonstanz, Selektion, Kreuzmodulationsfestigkeit usw.,
- richtige Wahl der für Durchführung eines Dienstes notwendigen und hinreichenden Senderleistung,
- Verwendung von Richtantennen zur Verstärkung der Strahlung in der gewünschten Richtung und/oder Unterdrückung der Strahlung in unerwünschten Richtungen, Gleichwellenbetrieb von Rundfunksendern, Mehrfachausnutzung von Kurzwellensendern durch Einseitenbandbetrieb und Mehrfachtelegrafie, Vielfachausnutzung von UKW-, Dezimeter- und Zentimeter-Richtfunkanlagen durch Verwendung von Trägerfrequenzgeräten.

Erschließung neuer Anwendungsgebiete und Kundenkreise

Die Bedeutung dieses Punktes soll nur stichwortartig durch einige Beispiele aus den letzten Jahren und Ausblicke auf die nähere Zukunft beleuchtet werden.

- UKW-Rundfunk,
- Fernsender, heute auf Band III, seit der Stockholmer Konferenz auch in Deutschland auf Band I und demnächst auf Band IV,
- UKW-Sprechfunk für Sicherheitsdienste, Versorgungsbetriebe, Industrie und Publikum, Polizeifunk, Hafenfunk, Stadtfunk, Landstraßenfunk, Rangierfunk, Stördienstfunk usw.,
- Fernsteuerung von Fahrzeugen, z. B. Lokomotiven in Kohlengruben,
- Fernübertragung von Signalen und Meßwerten,
- Richtfunk mit UKW, Dezimeter- und Zentimeterwellen für ständig wachsende Kanalzahlen,
- neue Navigationsverfahren für See- und Luftfahrt,
- Radartechnik mit allen ihren Anwendungsmöglichkeiten.

Bis vor noch gar nicht allzulanger Zeit konnte die Funktechnik praktisch stets damit rechnen, daß ihre Geräte von sachverständigem oder speziell ausgebildetem Personal bedient und gepflegt wurden. Heute muß in ständig steigendem Maße berücksichtigt werden, daß selbst kommerzielle Geräte in die Hände von wenig oder überhaupt nicht ausgebildetem Personal oder in die des Publikums selbst kommen. Die Anforderungen an Einfachheit und Eindeutigkeit der Bedienung und Betriebssicherheit sind dadurch ganz erheblich gestiegen.

Die in Vorstehendem behandelten grundlegenden Bedingungen, Wirtschaftlichkeit, Betriebssicherheit, Übertragungsgüte, geringer Raumbedarf, kleines Gewicht, Anpassung an zunehmende Verkehrsdichte, Rücksichtnahme auf Laienbedienung, sind naturgemäß nur in seltenen Fällen gleichzeitig erfüllbar, da sie sich zum Teil widersprechen und insbesondere Wirtschaftlichkeit auf der Verbraucherseite nicht immer gleichbedeutend mit Wirtschaftlichkeit auf der Firmenseite ist. Die Hauptaufgabe der Technik ist deshalb, grundlegende Entwicklungsarbeiten so und so rechtzeitig anzusetzen und zu steuern, daß keiner der genannten übergeordneten Gesichtspunkte in unzulässigem Maße vernachlässigt wird. Jedes Teilproblem ist so zu lösen, daß ein optimaler Kompromiß erzielt wird.

Im folgenden soll angedeutet werden, inwieweit dieser Programmaufbau in einzelnen Teilgebieten der Hochfrequenztechnik bis heute erreicht werden konnte, wobei auf Vollständigkeit verzichtet wird, um einzelne besonders interessierende Punkte etwas ausführlicher behandeln zu können.



Bild 1: Von Telefunken gelieferte Kurzwellen-Telegrafiesender der Deutschen Bundespost.

I. Sendeanlagen

a) Verkehrssender

Telefunken hat in den letzten Jahren eine Reihe von 20-kW-Kurzwellen-Telegrafiesendern geliefert, die für moderne Telegrafieverfahren eingerichtet sind und allen Forderungen bezüglich schneller Wellenwechselfähigkeit, Durchstimmbareit über den ganzen Kurzwellenbereich usw. genügen (Bild 1). Weitere Sender sind im Bau bzw. stehen kurz vor der Lieferung. Bei diesen ist durch Verwendung neuer Schaltungen die Frequenzkonstanz — ohne Verzicht auf Durchstimmbareit — größenordnungsmäßig verbessert. Der nach dem Kriege erste deutsche Einseitenbandsender (Spitzenleistung 40 kW) wurde im Jahre 1950 von Telefunken in Betrieb gesetzt. Mit Rücksicht auf die zunehmende Bedeutung der Einseitenbandtechnik arbeitet Telefunken intensiv an der Weiterentwicklung vor allem der Auf- und Abbereitungsschaltungen und wird in nächster Zeit über eine Typenreihe von etwa 5 bis 20 kW Leistung verfügen.

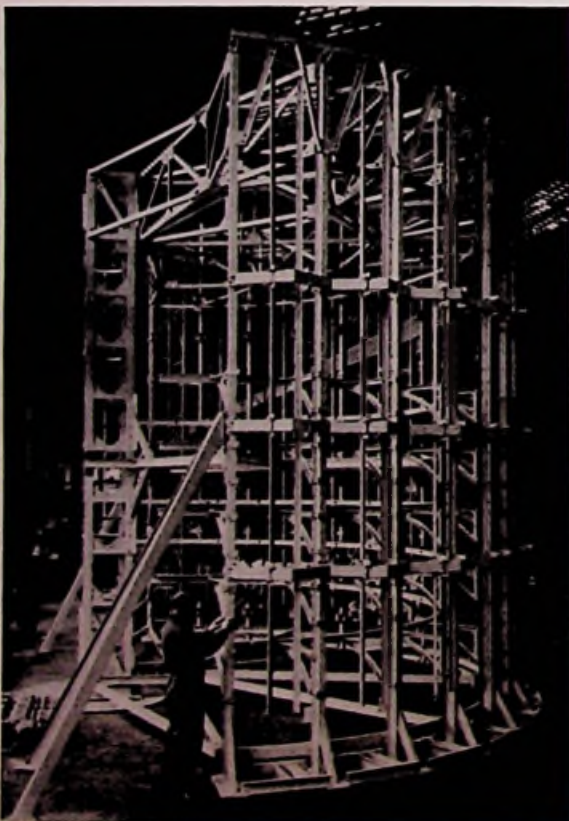


Bild 2: Bau eines Antennenwahlschalters für Kairo.

Das Problem der wahlweisen Schaltung von mehreren Sendern auf eine Vielzahl von Antennen wurde von Telefunken je nach Leistung der Sender, Zahl der Schaltmöglichkeiten und Art der Leistungsübertragung in verschiedener Weise gelöst. Einen dieser Schalter für erdsymmetrische Kabel oder Rohrleitungen, mit dem 5 Telegrafiesender von 20 kW wahlweise auf 10 Antennen geschaltet werden können, wurde für die Kurzwellensendeanlage der Deutschen Bundespost in Elmshorn geliefert. Bild 2 zeigt einen Schalter für erdsymmetrische Freileitungen, der zur wahlweisen Schaltung von 7 Kurzwellensendern mit je 100 kW Trägerleistung auf 15 Antennen dient. Die Aufnahme wurde während der Montage im Werk gemacht. Sie gibt kein vollständiges Bild, dafür aber einen anschaulichen Begriff von den räumlichen Dimensionen.

Die Frage, ob erdsymmetrische oder erdsymmetrische Schaltung technisch und wirtschaftlich zweckmäßiger ist, kann wohl nicht allgemein entschieden werden. Bei kleinen und mittleren Leistungen wird man voraussichtlich auch weiterhin die erstere vorziehen, zumal in letzter Zeit das Problem des frequenzunabhängigen Übergangs von Kabeln auf

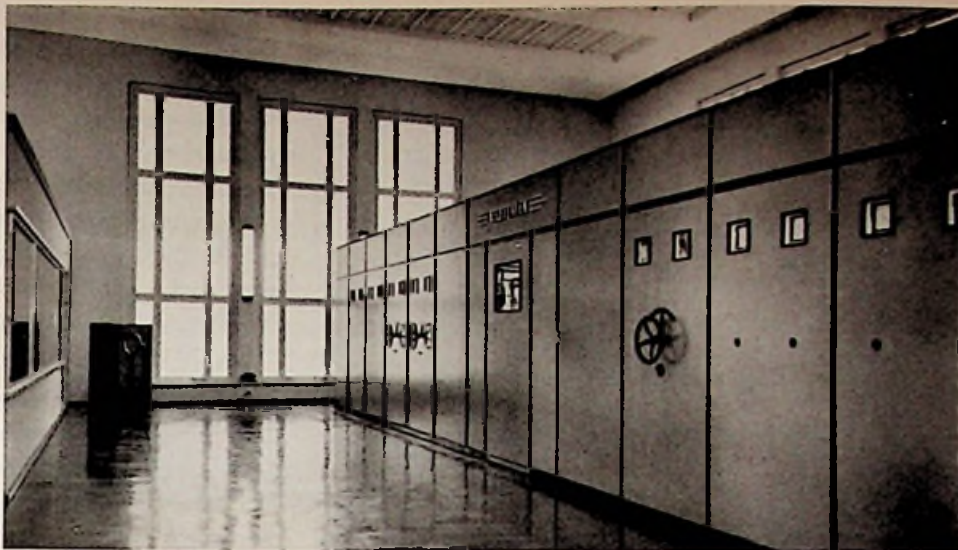


Bild 3: 200-kW-Teil des 300-kW-Rundfunksenders RIAS Berlin.

Freileitungen mit den von Telefunken in großem Umfang gelieferten Symmetrier- und Transformationsleitungen (STL) nach Graziadei gelöst wurde.

Für Langwellendienste hat Telefunken seit 1948 Sender von 30, 50 und 60 kW gebaut, als letzte zwei 50-kW-Sender für die Sendestelle der DBP in Mainflingen. Auch hier wird an der Weiterentwicklung, insbesondere bezüglich Vereinfachung und Verringerung des Raumbedarfs durch Anwendung von Breitbandabstimmung gearbeitet. In der Sendestelle Mainflingen wurde erstmalig eine Einrichtung zur Doppelspeisung einer Langwellenantenne durch zwei 60-kW-Sender eingebaut, deren Betriebsfrequenzen 74,5 und 103,4 kHz betragen. Die Antennenkreiswiderstände sind nur 2 bzw. 3 Ohm. Am Sperrkreiskondensator für 74,5 kHz tritt bei der Oberstrichleistung beider Sender eine Spannung von 60 kV und ein Strom von 350 A auf. Schon einige Jahre früher wurde in Zusammenarbeit mit dem NWDR eine Doppelspeisungseinrichtung für zwei Mittelwellen-Rundfunksender von 10 und 5 kW gebaut, bei der der 10-kW-Sender mit den Frequenzen 1095, 1214 oder 1366 kHz, der 5-kW-Sender mit den Frequenzen 1484 oder 1543 kHz betrieben werden kann.

b) Rundfunksender

Die Reihe der von Telefunken nach dem Kriege gebauten Mittelwellen-Rundfunksender geht von einer Anzahl in den ersten Nachkriegsjahren gelieferter 5-kW-Sender bis zu dem vom Rundfunk im amerikanischen Sektor, Berlin, (RIAS), Ende 1952 in Betrieb genommenen 200-kW-Sender (Bild 3 und 4). Bezüglich Qualität und Wirtschaftlichkeit sind wesentliche Fortschritte anzumerken. Vor dem Kriege wurden z. B. Klirrfaktorwerte



Bild 4: Bedienungsraum für den 300-kW-Rundfunksender RIAS Berlin.

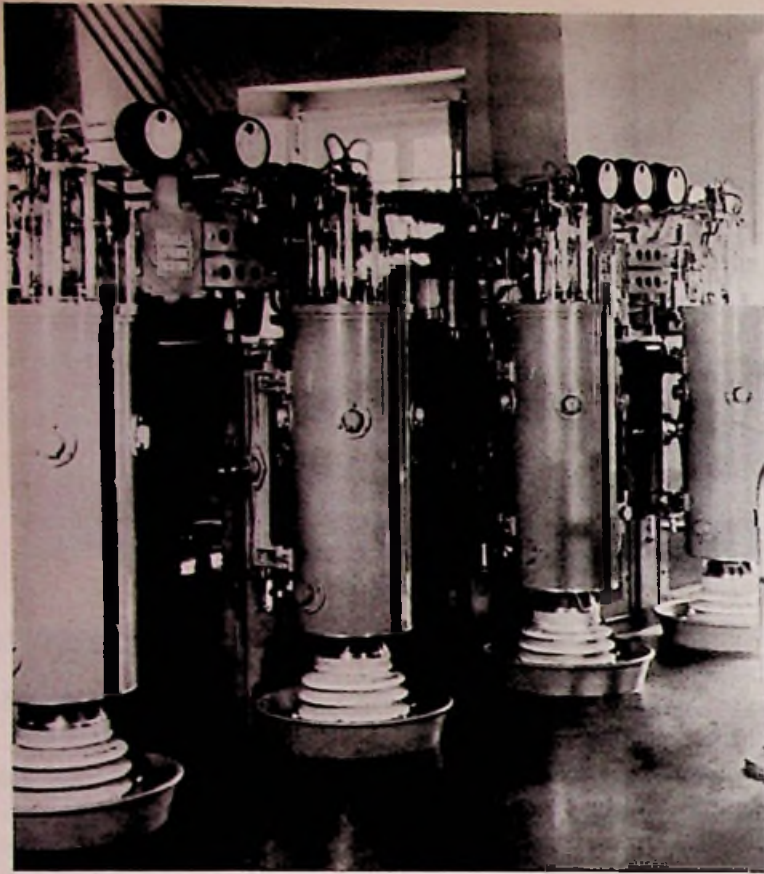


Bild 5: Modulator- und Hochfrequenz-Endstufe einer 170-kW-Gruppe des Deutschlandsenders (1938).

Dieser wurde 1927 auf 60 kW verstärkt. Etwa 10 Jahre später folgte der 500-kW-Sender in Herzberg, der nicht nur durch die Sendertechnik selbst, sondern auch durch seinen selbststrahlenden Mast von 325 m Höhe und durch die für Übertragung von 500 kW dimensionierte Energierohrleitung bemerkenswert war. Heute liefert Telefunken Energierohrleitungen zur Übertragung der größten überhaupt vorkommenden Trägerleistungen.

Die Bilder 5 und 6 geben einen Eindruck von der Entwicklung der Großsendertechnik seit 1938. Bild 5 zeigt die Modulator- und Hochfrequenz-Endstufe einer 170-kW-Gruppe des Deutschlandsenders Herzberg, mit 2×2 Röhren RS 301 je 200 kW. Bild 6 stellt die Modulatorenendstufe des 200-kW-Senders RIAS Berlin dar, die mit zwei Röhren RS 526 bestückt ist. Die Hochfrequenzendstufe des RIAS-Senders (s. Buntbild vor S. 201), arbeitet mit vier Röhren RS 526. Die in enger Zusammenarbeit von Röhren- und Gerätewerk von Telefunken erzielten Fortschritte haben sich in erheblicher Verbilligung der Röhrenanschaffungs- und Betriebskosten, Verein-

von 4% bei 70% Modulationsgrad für Frequenzen bis 3 kHz zugelassen. Heute werden von Telefunksendern mit Anoden-B-Modulation Werte zwischen 1 und 1,5% bei 90% Modulation im ganzen übertragenen Frequenzband erreicht. Der Gesamtwirkungsgrad einer Rundfunksenderanlage, der früher bei etwa 30% lag, ist z. B. beim 200-kW-Sender Rias 50%.

Die allgemeine Entwicklung der Großrundfunk-Sendertechnik bei Telefunken soll im Zusammenhang mit dem letztgenannten Sender wenigstens andeutungsweise behandelt werden: Der erste deutsche Rundfunksender, 1923 im Voxhaus Berlin in Betrieb genommen, arbeitete mit einer Leistung von 0,25 kW. Der 1924 in Königs-Wusterhausen in Betrieb genommene Rundfunksender hatte schon 5 kW. 1925 lieferte Telefunken den ersten „Deutschlandsender“ mit 30 kW, der in Zeesen errichtet wurde.

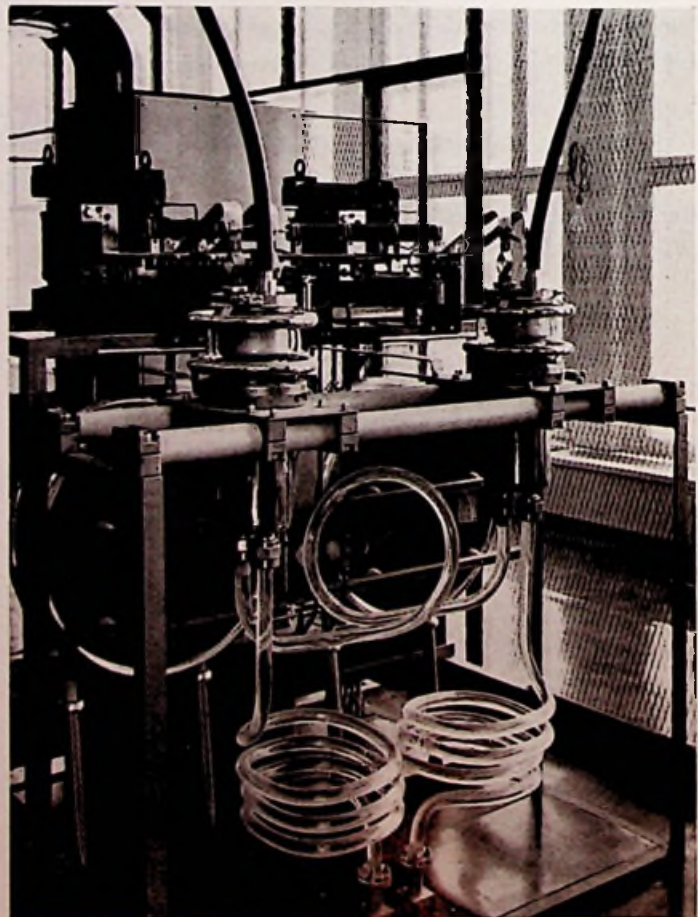


Bild 6: Modulator-Endstufe des 200-kW-Senders RIAS Berlin (1953).

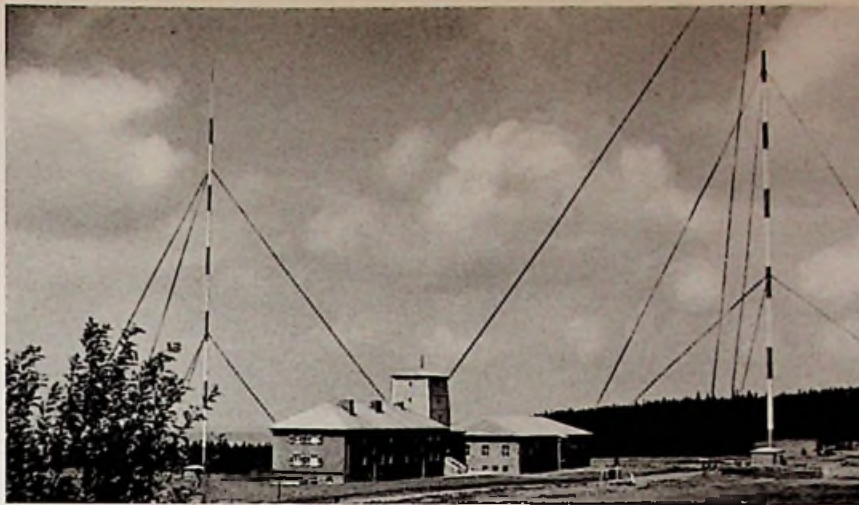


Bild 7: Sendeanlage des Hessischen Rundfunks auf dem Hohen Meißner.

fachung des Senderaufbaus, Verringerung des Raumbedarfs und Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Sendebetriebs ausgewirkt. Von besonderem Interesse ist, daß der 200-kW-Sender in Parallelbetrieb mit dem einige Jahre früher gelieferten 100-kW-Sender des RIAS arbeitet, wobei beide Sender in getrennten Gebäuden untergebracht sind. Zur Parallelschaltung dient ein Netzwerk, das so ausgeführt ist, daß bei Abschaltung oder Ausfall eines der beiden Sender der andere ohne Betriebsunterbrechung weiterarbeitet. Damit ist eine praktisch vollkommene Betriebssicherheit gewährleistet. Der Mittelwellensender ist mit Strahler- und Reflektormast zur Erzielung einer Richtwirkung ausgerüstet und die Anlage wird durch einen 20-kW-Kurzwellen- und einen 3-kW-UKW-Rundfunksender ergänzt. Dabei arbeitet letzterer auf eine Mehrfach-Doppelschlitz-Antenne, die auf einem der beiden Mittelwellenmasten montiert ist, während für den Kurzwellensender eine Spezialantenne geliefert wurde, mit der besonders gute Empfangsbedingungen in der Nahzone erzielt werden.

Als weiteres Beispiel für eine Gesamtanlage ist die Sendestelle des Hessischen Rundfunks auf dem Hohen Meißner zu nennen. Dort stehen ein Mittelwellen-Rundfunksender von 20 kW und ein UKW-Rundfunksender von 10 kW; für den Endausbau sind zwei weitere 10-kW-UKW-Sender und ein 10-kW-Fernsehsender vorgesehen. Sämtliche Sender strahlen über den in Bild 7 rechts stehenden Rohrmast, dessen oberer Teil aus einer 36 m hohen, achtfach bündelnden Doppelschlitzantenne besteht. Bild 8 gibt einen Eindruck vom Inneren dieses Mastes. Bei Aufnahme des Fernsehbetriebes wird noch eine Fernsehantenne aufgesetzt werden. Der in Bild 7 links sichtbare Mast ist über Phasen- und Amplitudenregelglieder so gespeist, daß die Mittelwellenstrahlung in Richtung Sofia (Bulgarien) und Sundsvall (Schweden), deren Sender auf der gleichen Welle arbeiten, ausgeblendet wird. Gleichzeitig wird eine Konzentration der Strahlung auf das eigene Versorgungsgebiet des Senders erzielt.

Das Rundfunksender-Programm von Telefunken wird ergänzt durch 20-kW-Kurzwellensender (geliefert z. B. an den Belgischen Rundfunk) und 50-kW-Kurzwellensender (geliefert für Brasilien).



Bild 8: Im Innern des Schlitzstrahlers auf dem hohen Meißner.



Bild 9: 10-kW-UKW-Rundfunksender des Südwestdeutschen Rundfunks auf der Hornisgrinde.

Besondere Beachtung verdient das UKW-Sender-Programm. Telefunken hat den ersten deutschen UKW-Rundfunksender in Betrieb gesetzt und in den letzten Jahren die Technik so weit weiterentwickelt, daß heute eine Typenreihe von 250 Watt, 3 kW und 10 kW Senderleistung zur Verfügung steht, die allen Ansprüchen gerecht wird. Das zugehörige Antennenprogramm umfaßt einfache und kombinierte Antennen verschiedener Systeme, die je nach besonderen klimatischen und technischen Bedingungen eingesetzt werden (Bild 9).

c) Fernsendeder

Telefunken liefert 1-kW-, 2-kW- und 10-kW-Bildsenderanlagen (s. Buntbild vor S. 217) mit den zugehörigen Tonsendern, Antennenweichen und Antennen. Die Fernsendederentwicklung ist ein besonders typisches Beispiel für den Wert der engen Zusammenarbeit zwischen Röhren- und Geräteentwicklung. Den Möglichkeiten, die durch diese Zusammenarbeit gegeben waren, ist es zu danken, daß Telefunken diese Entwicklung so frühzeitig vorantreiben konnte.

Telefunken hat auch aus den Ergebnissen der Stockholmer Konferenz (Sommer 1952) sofort die Konsequenzen gezogen und ist heute in der Lage, auch Fernsendeder auf dem dort für Deutschland neu eingeführten Band I zu liefern. Für die Erschließung des in weiterer Zukunft vorgesehenen Bands IV sind Vorarbeiten im Gange.

II. Großempfangsanlagen

In diesem Abschnitt soll die Empfängertechnik von Telefunken nicht in ihrer ganzen Breite behandelt werden. Es wird also hier nicht auf alle die Empfänger eingegangen, die direkte Bestandteile von Sende-Empfangsanlagen vom Zentimeter-Gebiet bis zu längsten Wellen sind, dem üblichen Rundfunkempfang dienen oder für besonders hochwertigen Musik- und Sprachempfang (Kontroll- und Ballempfänger) bestimmt sind. Auch die verschiedenen Peil- und Navigationsempfänger sollen hier nicht behandelt werden.

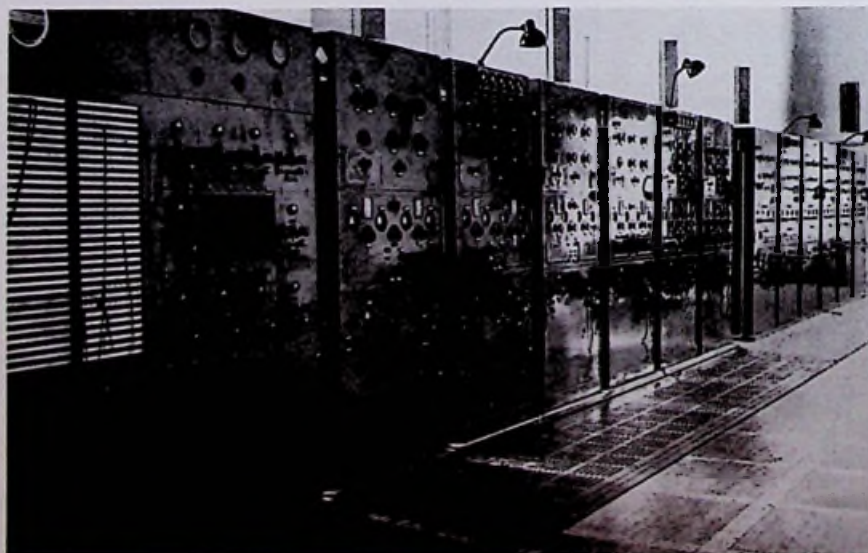
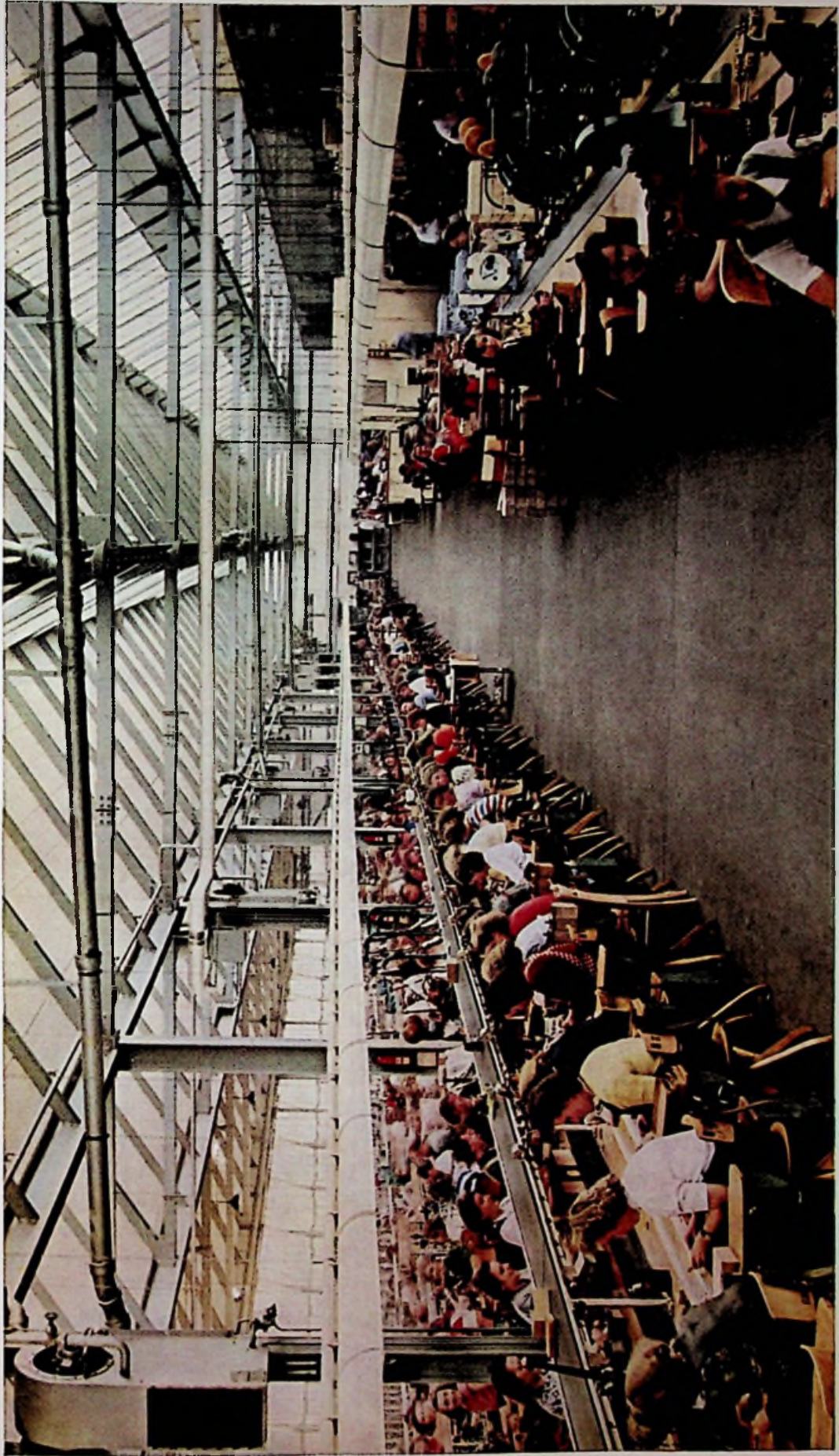
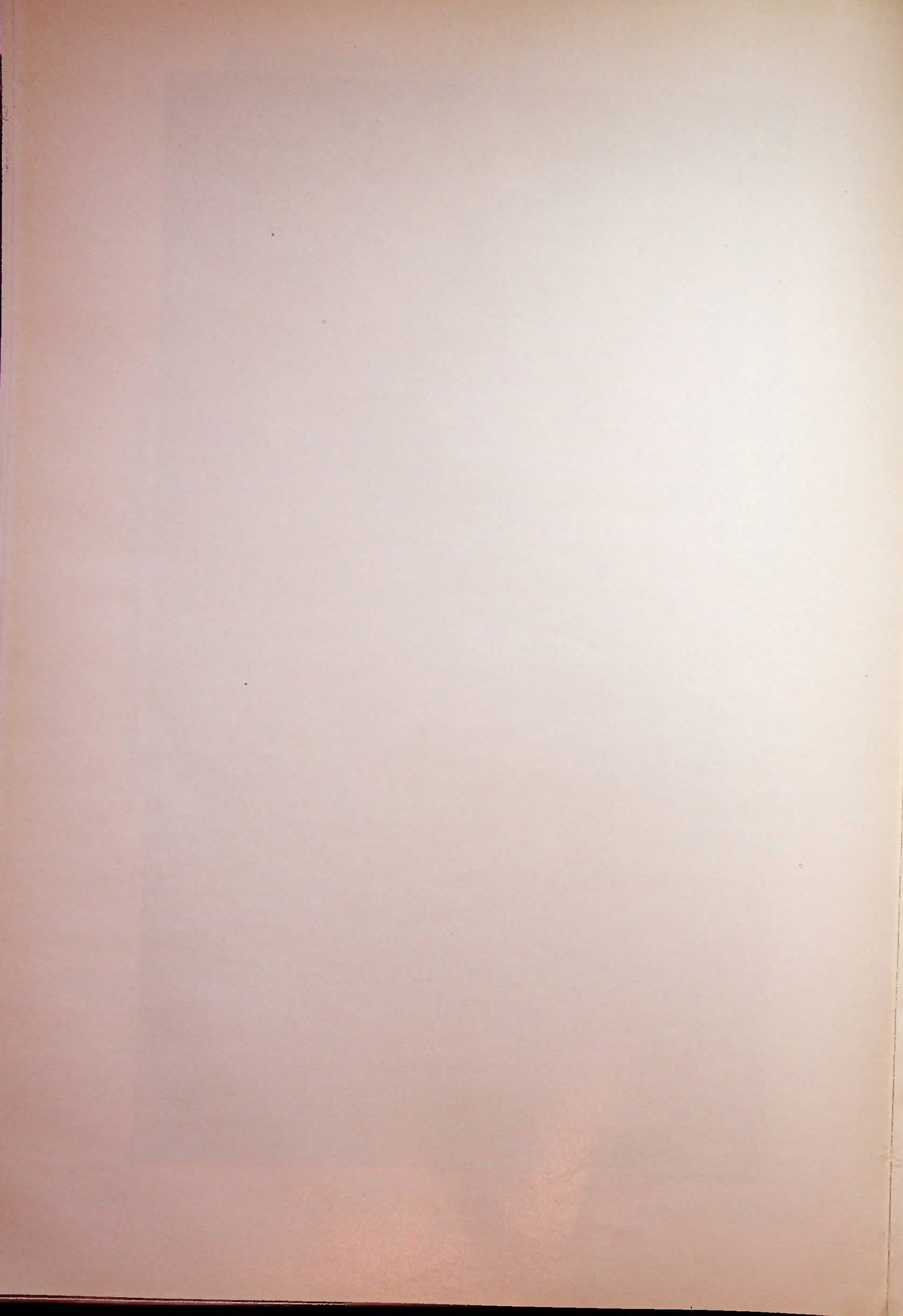


Bild 10: Von Telefunken für die Deutsche Reichspost gebaute Großempfänger.



Bandfabrikation von Rundfunkempfängern im Rundfunkwerk Hannover



Dafür sollen etwas ausführlichere Bemerkungen den in sich selbständigen Großstationsanlagen für den Übersee- und sonstigen Weitverkehrsempfang auf kurzen Wellen gewidmet werden.

Zur Erfüllung der in diesem Betrieb zu stellenden Bedingungen wurde schon Ende der zwanziger Jahre von Telefunken ein Großstationsempfänger entwickelt (Bild 10). Dieser ist heute noch in großem Umfang in Übersee-Empfangsstationen der Deutschen Bundespost in Betrieb.

Mit einer grundlegenden Neuentwicklung, die allen modernen Anforderungen entspricht, wurde vor etwa zwei Jahren begonnen. Die ersten der neuen Anlagen für Mehrfachempfang von Telefonie und von Telegrafie wurden 1953 an die Deutsche Bundespost geliefert. Bild 11 zeigt einen der neuen Großstations-Telegrafieempfänger in der Empfangsstelle Eschborn. Einige Angaben mögen zur Charakterisierung dieser Anlagedienen:

Mehrfachempfang mit Ablöseschaltung, die automatisch den in der Übertragungsgüte besseren Sendeweg auswählt.

Mehrfachempfang mit Ablöseschaltung, die automatisch während der Übergangszeit von Tag- auf Nachtwellen den Sender mit der günstigeren Frequenz auswählt.

Höchste Stabilität, Einstellgenauigkeit und Treffsicherheit.

Wirksamste Trennschärfe durch äußerste Steigerung der Flankensteilheit der Selektionsfilter.

Größtmögliche Kreuzmodulationsfestigkeit.

Leuchtschaltbild zur Anzeige und Drucktasten zur Auswahl der Betriebsarten Einzelempfang — Mehrfachempfang, A 1, A 2, A 3, A 4, F 1 usw.

Tontastgeräte für Multiplexbetrieb.

Einrichtungen zur wirksamen Störfreiung, Regenerierung der Zeichen usw.

Automatisch ein- und abschaltende Speichervorrichtung zur Ausscheidung von Störungen, die durch Schwund und in Tastpausen auftreten.

Einstellbare Ein- und Ausschwing-Zeitkonstanten für die Schwundregelung.

Braunsche Röhren zur Überwachung von Schwunderscheinungen und Nachstimmvorgängen.

Lautsprecher zur akustischen Kontrolle.

Meß- und Überwachungseinrichtungen für Kontrolle der Leistungspegel, Ströme und Spannungen der Röhren usw.

Eingebauter Meßsender zur Funktionsprüfung der Empfangsanlage.

Diese Großempfangsanlagen sind ein besonders gutes Beispiel dafür, daß vom Verbraucher gesehen ein erheblicher Aufwand auf der Empfangsseite eine wirtschaftlichere Lösung darstellen kann als Verstärkung der Leistung und Mehraufwand in Antennen auf der Sendeseite. Dabei mag dahingestellt bleiben, ob bei dieser ersten Entwicklung nach dem Kriege vielleicht in einzelnen Punkten des Guten zuviel getan wurde und ob gewisse Vereinfachungen nach Vorliegen längerer Betriebserfahrungen möglich sein werden.

Die in den Großanlagen enthaltenen Kurzwellenempfänger werden in abgewandelter Form auch als Einzelempfänger geliefert. Diese werden für Funküberwachung und höchste Ansprüche stellenden Verkehr eingesetzt. Die Empfänger werden ergänzt durch Tontastgeräte für Betrieb von Fernschreibmaschinen, Einseitenband-Ablöseschaltgeräten usw.

Eine gleichwertige Empfängertypen für Grenz-, Mittel-, Lang- und Längstwellen liegt in ersten Mustern vor. Für geringere Ansprüche wird das Empfängerprogramm durch einige weitere Typen — Allwellenempfänger, Grenz- und Kurzwellenempfänger — ergänzt. Letztere werden auch in einfacheren Mehrfachempfangsanlagen eingesetzt. Telefunken liefert ferner Kreuzschienen-Wahlschalter für Großempfangsanlagen, Antennen und sonstigen Zubehör.

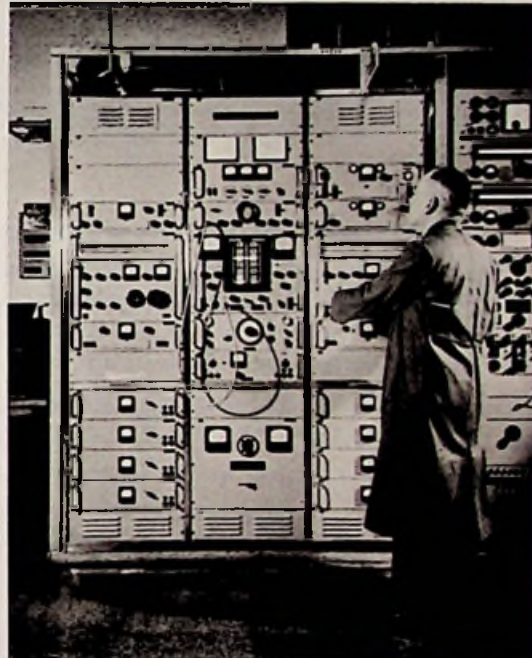


Bild 11: Telefunken-Großstations-Telegrafie-Empfänger der Deutschen Bundespost.



Bild 12: Blick vom Fernmeldeturm Heinenburg auf das Weserbergland.

III. Richtfunk

Bis zum Jahre 1945 hatte Telefunken in großen Stückzahlen frequenzmodulierte Dezimeter-Richtfunkanlagen geliefert, mit denen ein europäisches Richtfunknetz aufgebaut war. Nach dem Kriege konnte mit dem Aufbau eines Laboratoriums für dieses Gebiet aus verschiedenen Gründen erst 1949 begonnen werden.

Dezimeter-Richtfunkverbindungen mit PPM

Die Aufgabestellung war eine völlig neue. Anfangs waren nur wenige Kanäle zu übertragen, und bezüglich der Übertragungsqualität wurden nur die unbedingt notwendigen Ansprüche gestellt. Nunmehr mußte von vornherein darauf gesehen werden, daß die Entwicklung zu Anlagen führte, die übertragungstechnisch und wirtschaftlich gegen hochwertige Kabelverbindungen zu konkurrieren haben würden. Die erste Aufgabe, die auf Grund eines Auftrages der Deutschen Bundespost in Angriff genommen wurde, war die Errichtung einer Erprobungsstrecke im 2000-MHz-Band zur Übertragung von 24 Telefoniekanälen mit Impulsphasenmodulation (Ida 24). Bei der Inbetriebnahme dieser Strecke im Jahre 1952 wurde erstmalig der Beweis erbracht, daß die Dezimeter-Richtfunktechnik in der Lage ist, alle Bedingungen des CCIF für internationale Kabelverbindungen bezüglich Rauschabstand, Übersprechdämpfung usw. zu erfüllen.



Bild 13: Fernmeldeturm.

Die wirtschaftliche Bedeutung dieser PPM-Anlage, die auch für 12 Kanäle — jederzeit erweiterungsfähig auf 24 Kanäle — geliefert wird, liegt dort, wo Verbindungen ohne oder mit nur wenig Relaisstellen benötigt werden, also z. B. für den Fernspreverkehr in der unteren Netzebene, weil in diesen Fällen wesentliche Ersparnisse durch Wegfallen der Trägerfrequenzanlagen in den Endstellen erzielt werden.

Ferseübertragungsanlagen

Ende 1950 wurde mit der Entwicklung von Fernsehübertragungsanlagen (Freda I) begonnen. Die Strecke Hamburg—Köln (Bild 12 bis 15) mit vier Endstellen in Hamburg, Hannover, Langenberg und Köln, zwei Abzweigstellen in Wuppertal und Mellen-dorf und sechs Relaisstellen konnte bereits in der

zweiten Hälfte des Jahres 1952 in Betrieb gesetzt werden. Die Anlagen, die ebenfalls im 2000-MHz-Band arbeiten, können wohl mit Recht als eine Spitzenleistung der Dezimetertechnik bezeichnet werden. Erwähnenswert ist, daß die Zeit für die Montage der gesamten Strecke, die in drei Bauabschnitten durchgeführt wurde, nur knapp drei Monate betrug und daß für die Einmessung und Inbetriebsetzung der einzelnen Funkfelder und der ganzen Strecke nur jeweils wenige Tage benötigt wurden.

Entwicklung und Bau der Freda I gaben eine wertvolle Grundlage für die Weiterentwicklung auf dem Dezi-

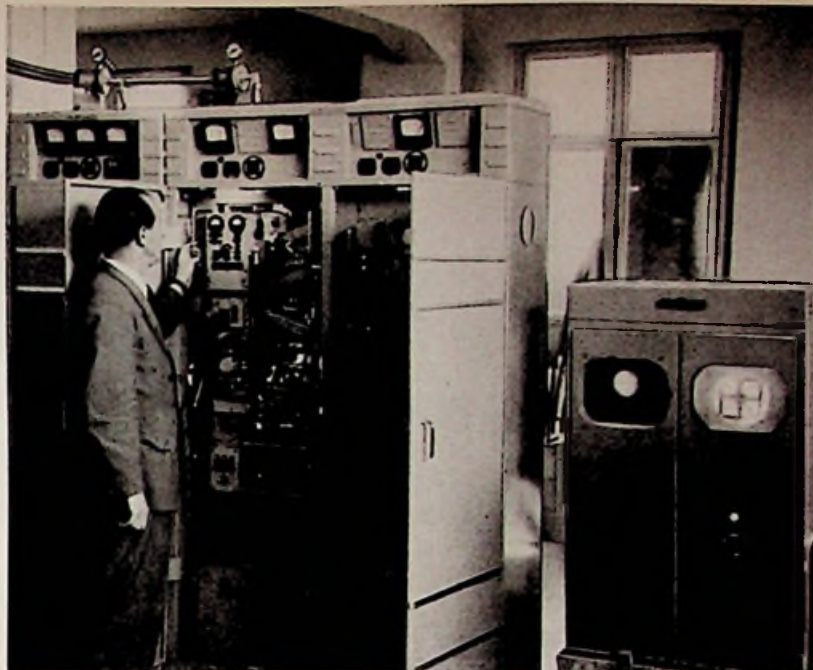


Bild 14: Endstelle der Dezimeter-Richtfunkanlage FREDA I.

meter- und Zentimeter-Richtfunkgebiet, die nunmehr im wesentlichen auf Anlagen für hohe und höchste Kanalzahlen ausgerichtet ist. Bei diesen wird auf den 4000-MHz-Bereich übergegangen und die Technik der Wanderfeldröhren angewandt. Nebenher laufen grundlegende Untersuchungen für noch höhere Frequenzbereiche.

Die Nachkriegsentwicklungen von Telefunken auf diesem Gebiet der Technik können als ein Beispiel dafür angesehen werden, daß es der deutschen Hochfrequenztechnik in zunehmendem Maße gelingt, den technischen Vorsprung des Auslands, der durch die erzwungene jahrelange Unterbrechung entstanden ist, dadurch verhältnismäßig rasch aufzuholen, daß gewisse Zwischenlösungen übersprungen werden.

UKW-Richtfunk

Neben dem Dezimeter- und Zentimeter-Richtfunk hat nach dem Kriege der Richtfunk im Meterwellengebiet besondere Bedeutung gewonnen. Während im erstgenannten Frequenzbereich die Reichweite praktisch durch die optische Sichtweite beschränkt ist und auch durch Steigerung der Senderleistung, Antennenbündelung und Empfängerempfindlichkeit kaum vergrößert werden kann, geben die Ultrakurzwellen die Möglichkeit, Entfernungen bis zu 250 km und mehr zu überbrücken.

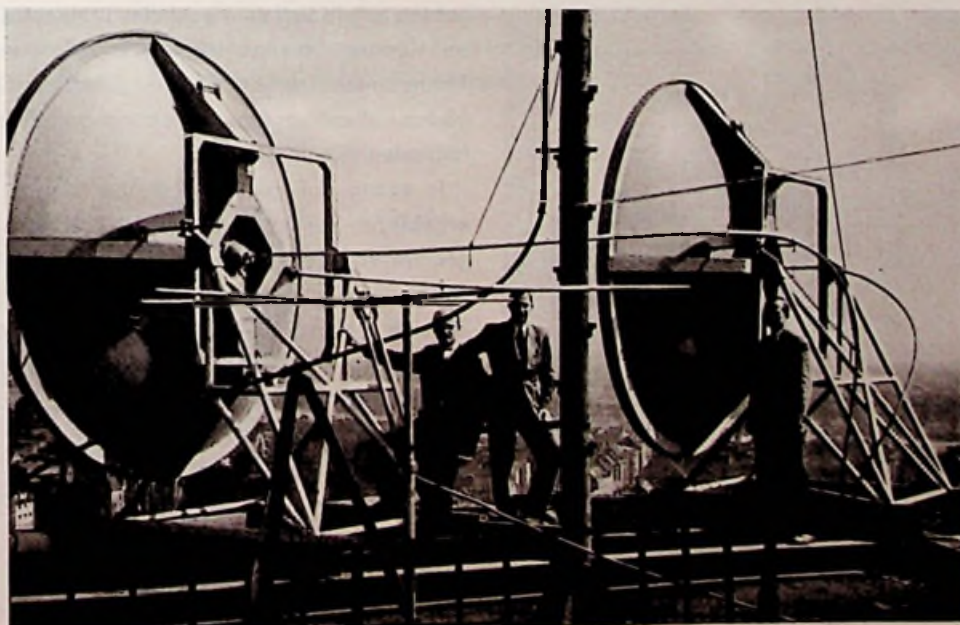


Bild 15: Dezimeter-Spiegel auf dem Dach eines Hochhauses in Köln.



Bild 16: Verlastbare UKW-Richtfunkanlage.

Als erste Anlage lieferte Telefunken 1950 eine Verbindung Westdeutschland—Berlin, im Frequenzbereich 41—68 MHz mit 1 kW Sendeleistung für Übertragung eines Trägerfrequenzbündels von 15 Telefonikanälen, die dadurch bemerkenswert war, daß sie zwecks möglichst weitgehender Verbesserung des Rauschabstands für 500 kHz Hub ausgelegt wurde. Heute wird mit Rücksicht auf die schon in der Einleitung erwähnte Frequenznot auf die Vorteile eines so großen Modulationsindex wieder verzichtet. Anlagen im 160-MHz-Band, die hauptsächlich zur Übertragung von Rundfunkprogrammen vom Studio zum Sender eingesetzt werden, schlossen sich an. Heute werden frequenzmodulierte UKW-Richtfunkanlagen für die Frequenzbereiche 41—68 bzw. 45—75 MHz für ortsfesten und mobilen Einsatz in größeren Stückzahlen geliefert (Bild 16).

In Verbindung mit Trägerfrequenzanlagen, die von der AEG ebenfalls in mobiler Ausführung geliefert werden, können bis zu 24 Telefonikanäle übertragen werden. UKW-Richtfunkanlagen für größere Kanalzahlen in den Bereichen oberhalb 235 MHz befinden sich in Entwicklung. Eine nicht unerhebliche Bedeutung dürften einfache und preiswerte Anlagen für etwa drei Telefonikanäle gewinnen, deren Entwicklung auf der Grundlage der normalen UKW-Sprechfunkgeräte durchgeführt wurde, und mit deren Lieferung in Kürze begonnen wird.



Bild 17: Mit Telefunken-Funksprechgeräten ausgerüsteter Zollkutter.

IV. UKW-Sprechfunk

Der UKW-Sprechfunk hat auch in Deutschland nach dem Kriege eine stürmische Entwicklung durchlaufen. Durch den immer dichter werdenden Einsatz und die Erschließung immer neuer Anwendungsgebiete ergab sich sehr bald eine fühlbare Knappheit an Kanälen, die zu ständig schärfer werdenden Forderungen bezüglich Frequenzkonstanz, Ober- und Nebenwellendämpfung, Selektion und Kreuzmodulationsfestigkeit führten.

In bezug auf Raumbedarf und Gewicht wurden erhebliche Verbesserungen erzielt. Das Lieferprogramm von Telefunken umfaßt heute ortsfeste und Fahrzeuganlagen für den 40-, 80- und 160-MHz-Bereich, hauptsächlich für Versorgungsbetriebe, Industrie, Hafen- und Stadtfunkanlagen (Bild 17) und Sicherheitsbehörden (Bild 18). Für Rangierfunkanlagen werden die Geräte in Sonderausführungen in robusten Gußgehäusen geliefert.

Für die Polizei wurden neue Geräte (Bild 19) entwickelt, die sich durch besonders geringes Gewicht, größere Zahl von schaltbaren Kanälen, Umschaltbarkeit von Gegensprech- auf Wechselsprechbetrieb usw. auszeichnen. Mit diesen Geräten kann in den



Bild 18: Einbau eines Telefunken-Funksprechgerätes in einem Motorrad für Zollgrenzschutz.



Bild 20: Teleportgerät bei der Bergwacht.

Gegensprechverkehr aller bestehenden Stadtpolizeianlagen eingetreten und außerdem direkter Wechsel-sprechverkehr von Wagen zu Wagen durchgeführt werden. Alle Anlagen erfüllen höchste Forderungen bezüglich Betriebssicherheit und Qualität und werden bereits mit Beginn dieses Jahres für den in nächster Zukunft einzuführenden verringerten Kanalabstand von 50 kHz geliefert.

Das Sprechfunkprogramm wird ergänzt durch die tragbaren Geräte Teleport II (Bild 20), ein Einkanalgerät im 160-MHz-Band, und Teleport III, ein 12-Kanal-Gerät im gleichen Band (Bild 21). Das letztere ist dadurch bemerkenswert, daß für die 12 Kanäle nicht, wie bisher üblich, 12 Satz Quarze benötigt werden. Das Gerät enthält nur insgesamt drei Quarze. Der Kanalwechsel wird mit Hilfe eines temperatur-kompensierten Keramik-Variometers vorgenommen, dessen Antrieb mit 12 Raststellungen versehen ist. Weitere UKW-Sprechfunkgeräte für verschiedene Einsatzzwecke sind in Entwicklung bzw. liegen im Muster vor. Besonderer Wert wird dabei auf Verringerung von Gewicht und Volumen gelegt.

Ein tragbares Gerät, das nicht mit UKW, sondern mit Langwellen in der Gegend von 2000 m arbeitet, sei hier ebenfalls genannt, das Grubenfunkgerät Montavox, welches zur Verständigung im Untertagebetrieb von Bergwerken dient.

Zur Ergänzung und Vervollständigung der eigentlichen Sende-Empfangs-Anlagen liefert Telefunken Betriebszentralen in verschiedenen Ausführungen, Funkvermittlungsanlagen, vollständige Endstellen für den Übergang ins öffentliche Fernsprechnetz, Selektivrufeinrichtungen usw.

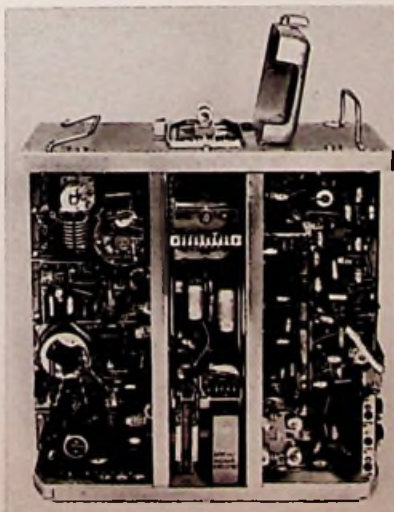


Bild 19: Kanal-Fahrzeuggerät.

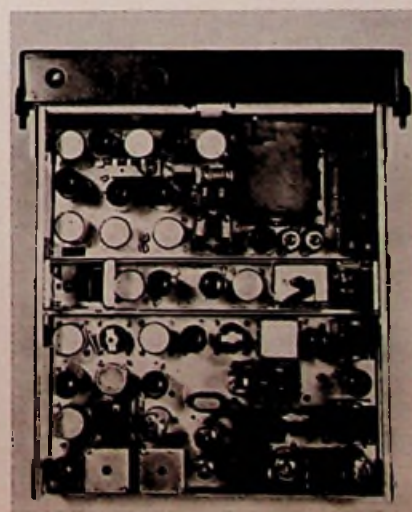


Bild 21: Tragbares 12-Kanalgerät Teleport III.

V. Schiffsfunk, Navigation und Radar

Auch das Schiffsfunk-Geräteprogramm mußte nach dem Kriege völlig neu aufgebaut werden. Telefunken liefert heute: Funkfeuersender, Kurz-, Mittel- und Grenzwellensender für Telegrafie- und Telefoniebetrieb, Notsender, Rettungsbootstationen, Empfänger, Peiler, UKW-Sprechfunkgeräte für Seeschifffahrt, Hafen- und Lotsenfunk, Großfähren usw. Auf dem Navigations- und Radar-Gebiet mußte infolge der jahrelangen Einschränkungen der Fertigungs- und Entwicklungsfreiheit, die auch heute noch nicht vollständig aufgehoben sind, in besonderem Maße auf ausländische Entwicklungen und Unterlagen zurückgegriffen werden.

In Lizenz der Decca Navigator Comp. Ltd. errichtete Telefunken die deutsche Deccakette mit einer Mutter- und drei Tochterstationen, die heute eine wesentliche Navigationshilfe für die Schifffahrt in der Nordsee bietet. Auch die Fertigung der Decca-Navigatorempfänger wurde von Telefunken zur Deckung des Bedarfs der deutschen Seefahrt aufgenommen. Telefunken liefert Schiffs-Radaranlagen in Lizenz der Decca Radar Ltd. mit allem notwendigem Zubehör.

Bei dem Bau von Radaranlagen für andere Verwendungszwecke stützt sich Telefunken ebenfalls — zum mindesten für die nächste Zeit — auf Erfahrungen und Unterlagen unserer ausländischen Vertragspartner um auch auf diesem Gebiet den Vorsprung des Auslands möglichst rasch wettzumachen.

Auf dem Gebiet der klassischen Navigation ist es Telefunken in wenigen Nachkriegsjahren gelungen, seine Stellung unter den führenden Firmen der Welt wieder zu erobern. Bei Schiffspeilern und großen Adcockanlagen wurden durch neuartige Schaltungen technische Ergebnisse erzielt, die Telefunken auch auf dem Weltmarkt voll konkurrenzfähig machen. Besonders ist hier darauf hinzuweisen, daß die Kurzwellen-Adcocks (Bild 22) wesentlich unabhängiger von den Bodenverhältnissen am Aufstellungsort geworden sind, so daß diese Anlagen sich auch für mobilen Einsatz eignen. Tragbare Peiler, Sichtpeiler und Sichtzusätze für größere Anlagen sind in Entwicklung.

Die vorstehenden Ausführungen können und sollen keine umfassende Übersicht über die Aufgaben, die sich Telefunken gestellt hat, und über das Fabrikationsprogramm geben. Eine ganze Reihe von Geräten für spezielle Verwendungszwecke, Meßgeräte, Meßgestelle, Quarze für die verschiedensten Anwendungszwecke und Frequenzbereiche, Industriegeneratoren usw. konnten nicht behandelt werden. Ebenso wurde nicht eingegangen auf die laufenden Grundlagen- und Vorentwicklungen für Geräte und Verfahren.

Der vorliegende Aufsatz soll lediglich einen Eindruck von der Vielzahl der Aufgabenstellungen und der Breite des heutigen Arbeitsgebiets von Telefunken vermitteln und zeigen, welche allgemeinen Überlegungen und Richtlinien in der modernen Hochfrequenztechnik besonders wesentlich erscheinen und wie sich diese in einigen markanten Bestandteilen des Lieferprogramms ausgewirkt haben bzw. auszuwirken beginnen.

Den Herren *H. Kobierski*, *K. Müller*, *R. Siegert* und *G. Vogt* danke ich für ihre Unterstützung bei der Vorbereitung und Sichtung des umfangreichen Materials.

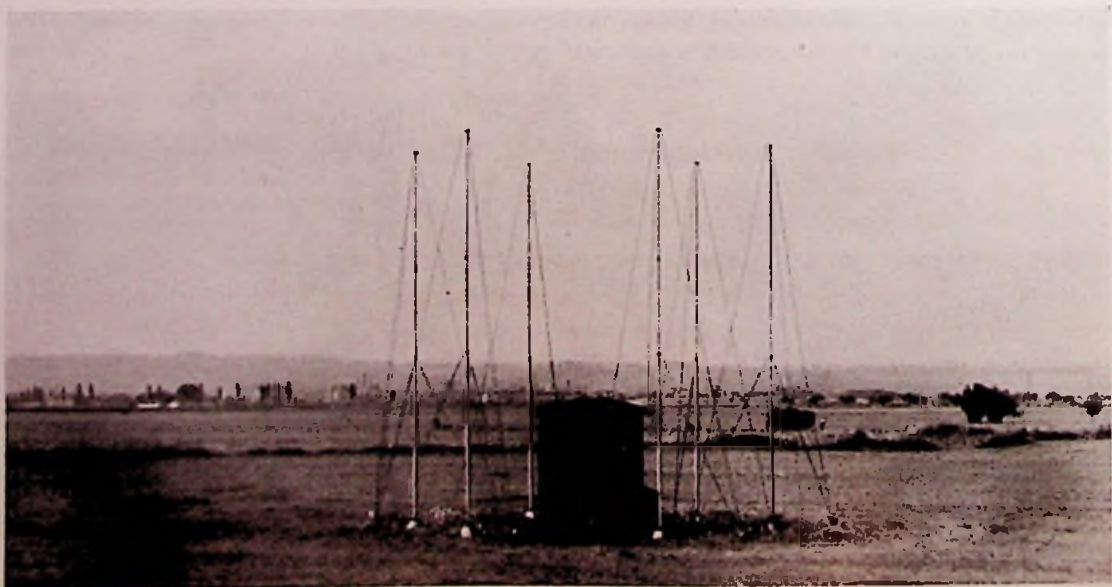


Bild 22: Telefunken-Kurzwellen-Adcock.



Bild 1: Vordergebäude des Telefunken-Werkes Hannover enthält Vertrieb/Verwaltung — Technik — Einkauf.

Fertigung von Rundfunkgeräten

Von E. Klotz und R. Mantz

Die Hochfrequenztechnik, soweit sie die Aufgabe hatte, auch ohne verbindende Drahtleitungen auf weite Entfernungen Nachrichten zu übermitteln, trat mit dem Unterhaltungsfunk vor fast dreißig Jahren in ein ganz neues Gebiet ein. Die Möglichkeit, jedem einzelnen Haushalt Vorträge, Musik, das Neueste aus der Wirtschaft und der Politik direkt und gleichzeitig zu übermitteln, zeigte ungeahnte Ausblicke, stellte aber ungelöste Aufgaben auf den verschiedensten Gebieten der Entwicklung und Fertigung.

Um Geräte von absoluter Betriebssicherheit und einfachster Bedienung erschwinglich und brauchbar weiten Abnehmerschichten zuzuführen, mußten diese Geräte in industrieller Massenfertigung hergestellt werden.

In den ersten Jahren hatte die Entwicklung die technischen Grundlagen für diese neue Aufgabe zu finden und durchzubilden. Das galt für jedes Einzelteil, für die Röhren und für die Schaltungen. In vielen Fällen mußten erst die Rohstoffe geschaffen werden, die den Spezialanforderungen gerecht waren.

Die technischen Sprünge der ersten Jahre waren groß; Audion und Neutrolyn-Empfänger, Überlagerungs-Empfänger, direkt und indirekt geheizte Röhren, Triode, Pentode, Regelröhre, Batteriebetrieb, Netzanschlußbetrieb, Schaffung des Hochfrequenz Eisens, der Elektrolyt-Kondensatoren, der Kleinstkondensatoren aus spezialkeramischen Massen waren die vorbereitenden Abschnitte in den ersten Jahren, die die geforderte Qualität der Empfänger und die Stabilität und Zuverlässigkeit der Einzelteile schufen. Erst dann konnte der Ingenieur darangehen, Rundfunkgeräte in Fließbandfertigung herzustellen.

Ein moderner UKW-Empfänger mittlerer Preisklasse besteht aus mehr als 1000 verschiedenen Teilen, von denen jedes die ihm zukommende Funktion im zusammengebauten Gerät mit Sicherheit ausführen muß. Das erfordert scharfe Einengung der Fertigungsstreuungen an jedem Stück und ein immer gleichmäßiges, einwandfreies Zusammenfügen aller elektrischen und mechanischen Teile zum ganzen Empfänger. Es gehört eine sorgfältige vorbereitende Ingenieurarbeit dazu, um für diese komplizierten Geräte eine Massenfertigung aufzubauen. Das wesentliche Merkmal einer solchen Fertigung liegt in einer bis ins kleinste gehenden Unterteilung der Arbeit. Der einzelne Arbeiter hat nur einen einen kurzen Zeit dauernden Arbeitsvorgang immer wieder durchzuführen. Hierdurch ergibt sich höchste Präzision und fehlerfreie Qualitätsarbeit auch beim Einsatz einer großen Zahl von ungelerten Arbeitern, besonders von Frauen und Mädchen.

Der Umfang der Zerlegung der Arbeitsgänge ist durch die Zahl der täglich zu fertigenden Empfänger gegeben. Sollen z. B. an einem bestimmten Band am Tage 500 Empfänger einer Type die Fabrik verlassen,

so ergibt das für dieses Fertigungsband einen Empfänger pro Minute. Die Unterteilung der Arbeiten ergibt dann einen Arbeitstakt von einer Minute für jeden Arbeitsplatz. Der vom Ingenieur aus vielen Teilen bestehende Aufbau des Empfängers wird vom Planungs-Ingenieur in so viel Einzelgruppen zerlegt, daß auf jeden Arbeitsplatz eine Minute Arbeit entfällt, und Arbeitsplatz für Arbeitsplatz fügt nacheinander den ganzen Empfänger zusammen.

Jede Gruppe in der Fabrik hat sich diesem Takt zu fügen. Er bestimmt das Tempo in jeder einzelnen Spezialwerkstatt. Jede Teilefertigung ist also in ihrer Kapazität hierauf abzustimmen. Auch der Einkauf hat sich in der Lieferung der von ihm zu beschaffenden Rohmaterialien oder auch der fertig zu kaufenden Einzelteile dem Ablauf unterzuordnen.

Bei diesem System ist eine sorgfältige und für die anschließende Fertigung ausschlaggebende Vorarbeit vieler Ingenieure notwendig. Wenn es eingelaufen ist, geht die Arbeit in einer Ruhe und Sicherheit ausstrahlenden Gleichmäßigkeit vor sich, dann erreicht die Fertigung bei kürzester Fertigungszeit eine hohe Qualität und Stabilität des Fertigungsproduktes.

Telefunken, das älteste deutsche Unternehmen auf dem Hochfrequenzgebiet, verfügt heute über eine Rundfunkfabrik in Berlin und über eine zweite in Hannover. In Hannover ist nach dem Kriege unter Anwendung der Erfahrungen einiger Jahrzehnte eine neuzeitliche Produktionsstätte entstanden, in der alles Wesentliche den oben geschilderten Gesetzen einer Massenfertigung untergeordnet ist (Bild 1).

Die Fertigung läßt drei Abschnitte erkennen:

- 1) Einzelteilherstellung; 2) Bausteinherstellung in der Vormontage; 3) Hauptmontage.

In der ersten Halle trifft das Rohmaterial ein, durchläuft das Rohstofflager und wird in dem danebenliegenden Maschinenaal verarbeitet. Hier in der Teilefertigung sind in Maschinenstraßen die Stanzen, die Drehautomaten, die Bohr- und Schweißmaschinen zusammengefaßt. Hier entstehen alle mechanischen Einzelteile der Empfänger. In der Galvanik oder in der Spritzerei wird ihre Oberfläche behandelt. Dann laufen die Einzelteile nach eingehender Revision über ein unterirdisch geführtes Transportband in das Zentrallager der zweiten Halle, die eine Länge von 106 m und eine Breite von 60 m hat.

Die Fertigung dieser Einzelteile ist durch den errechneten Terminplan vorbestimmt. Alles muß in der Zeit- und Reihenfolge im Zentrallager ankommen, in der es in der Hauptmontage gebraucht wird; denn

dieses hat nur zur Sicherung eines gleichmäßigen Ablaufs für einen gewissen Ausgleich zwischen den Werkstätten zu sorgen und nicht einer Vorratsbildung zu dienen.

Das Zentrallager nimmt außer den selbstgefertigten auch die von außerhalb zugelieferten Einzelteile auf. Letztere werden vorher in einer Eingangsrevision einer genauen Prüfung unterzogen. Auf der einen Seite des Zentrallagers sind zwei Spezialwerkstätten untergebracht: die Wickelei, die alle Hochfrequenzspulen wie auch Niederfrequenz- und Netztrafos herstellt, und der Lautsprecherbau. Auch diese beiden Werkstätten liefern ihre Erzeugnisse an das Zentrallager. In diesem werden nun die für die Hauptmontage benötigten Bausteine und Einzelteile zusammengestellt und dem Anfang der Montagebänder zugeleitet.

Um sicherzustellen, daß dem Rhythmus der Arbeit entsprechend an jedem Arbeitsplatz die benötigten Einzelteile im richtigen Augenblick ankommen, ist am Anfang eines jeden Bandes eine Taktuhr (Bild 2) aufgestellt.

Immer dann, wenn der Zeiger eine der besonders gekennzeichneten Stellen

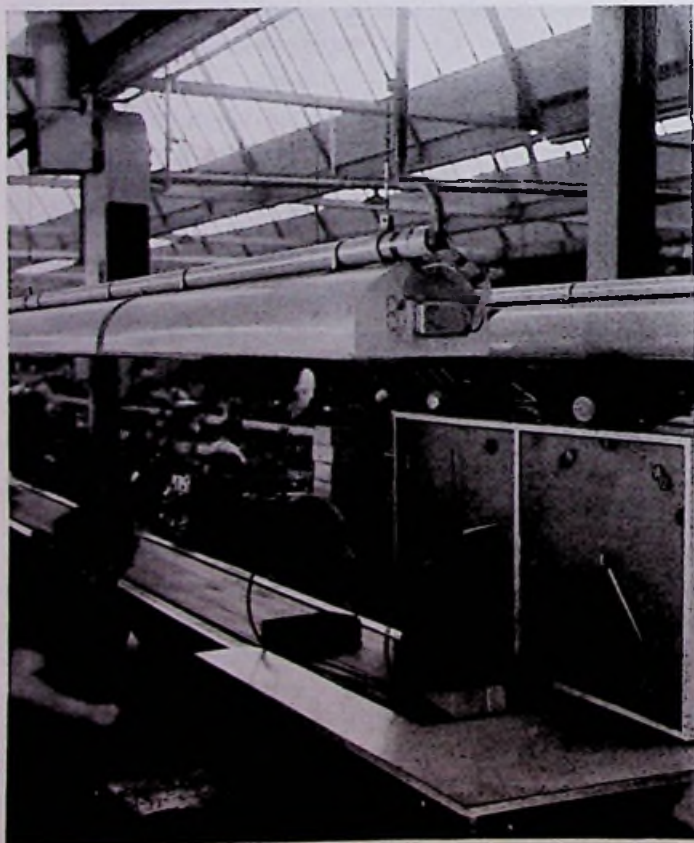


Bild 2: Die Taktuhr regelt den Arbeitstakt und gibt an, welche Teile zu welchem Zeitpunkt zur Weiterleitung auf das Transportband gelegt werden müssen.

durchläuft, muß das entsprechende Einzelteil oder eine bestimmte Zusammenstellung von Einzelteilen auf das Band gelegt werden.

Kurz bevor der Zeiger eine ganze Umdrehung vollendet hat, wird an jedem Platz des Bandes ein Vorseignal sichtbar. Jede Arbeitskraft am Band weiß jetzt, daß in einigen Sekunden ihr Arbeitsgang fertig sein muß. Die volle Umdrehung des Zeigers entspricht dem Abschluß eines Arbeitstaktes. Das Signal leuchtet hell auf und jedermann gibt sein Gerät zum nächsten Platz weiter.

Es kann vorkommen, daß ein Einzelteil bei der Montage beschädigt wird. Um auch in diesem Fall den Arbeitsrhythmus nicht zu stören, nimmt die Arbeiterin ein neben ihrem Arbeitsplatz stehendes „Puffergerät“ und gibt es statt des ausgefallenen beim Taktwechsel weiter. Das defekte Gerät wird auf das Transportband gestellt, läuft bis zu einigen am Bande eingerichteten Reparaturplätzen und wird nach seiner Instandsetzung über den rücklaufenden Teil des Bandes zu dem Arbeitsplatz zurückgeführt, von dem es gekommen ist. Dort steht es dann als neues Puffergerät zur Verfügung.

Nach den Arbeitsplätzen, an denen die Einzelteile in das Chassis eingebaut und die Schaltung zum vollständigen Empfänger zusammengelötet wird, kommen die Plätze, in denen Spulen und Kondensatoren mit Hilfe von Meßgeräten auf ihre richtigen Werte eingestellt werden (siehe Buntbild von S. 229). Nachdem dann das Gerät eine Schüttelvorrichtung und einige Kontrollplätze (Bild 3) durchlaufen hat, wird es in das von einem Kettenförderer zugeführte Gehäuse gesetzt. Der Kettenförderer läuft an der Decke entlang über alle Montagebänder hinweg und läßt die Gehäuse auf Rutschen abkippen, von denen sie zum Arbeitsplatz gleiten.

Das fertige Gerät wird in Prüfkabinen in allen seinen Funktionen kontrolliert und durch denselben Kettenförderer, der die Gehäuse heranbrachte, in die Packerei transportiert. Jede zweite Schaufel des Kettenförderers bringt außerdem einen Karton in die Packerei und nach der Verpackung den fertig verpackten Empfänger in das Fertiglager, das neben dem Gehäuselager liegt. Von dort aus beginnt der Kreislauf des Kettenförderers von neuem.

Es soll noch erwähnt werden, daß ein Stichprobenprüffeld dem Kettenförderer wahllos Geräte entnimmt, bevor sie verpackt werden. Diese Geräte werden einer zusätzlichen Qualitätskontrolle unterzogen, um die im Rahmen der normalen Fertigung durchgeführten Prüfungen zu überwachen.

Der geschilderte Fabrikationsablauf wird einen Eindruck gegeben haben, wie bei kürzesten Wegen und möglichst automatischer Steuerung alle Arbeitsvorgänge ineinander verzahnt sind. Vier Bänder sind in der Montagehalle aufgebaut und auf jeder Seite besetzt. Da jede Bandseite eine eigene Taktuhr hat, können an jedem Band zwei Empfängertypen mit verschiedenen Taktzeiten und daher unterschiedlichen Stückzahlen gefertigt werden.

Im Verbindungsbau zwischen den beiden Hallen (Bild 4) — also mitten zwischen den Fertigungsstätten — sitzen die Planungs- und Fertigungs-Ingenieure, die bis ins kleinste und genaueste den Ablauf vorbestimmen, die ihn lenken und die Störungen beseitigen.

So hat eine vor dreißig Jahren begonnene Entwicklung zu dem geführt, was sich die Wirtschaftler und Techniker einstmals erträumt hatten. Mit der Methode der Bandfertigung wurde es möglich, selbst die kompliziertesten Rundfunkempfänger wirtschaftlich herzustellen. So wurden die Voraussetzungen erfüllt, die das Rundfunkgerät betriebssicher und auch für breite Kreise erschwinglich machten.

Der Begriff „Fließbandfertigung“ umfaßt die im Gleichtakt einer Produktionskette arbeitenden Menschen. Bei der Ausarbeitung der Methodik darf niemals vergessen werden, daß diese Menschen mit ihren individuellen

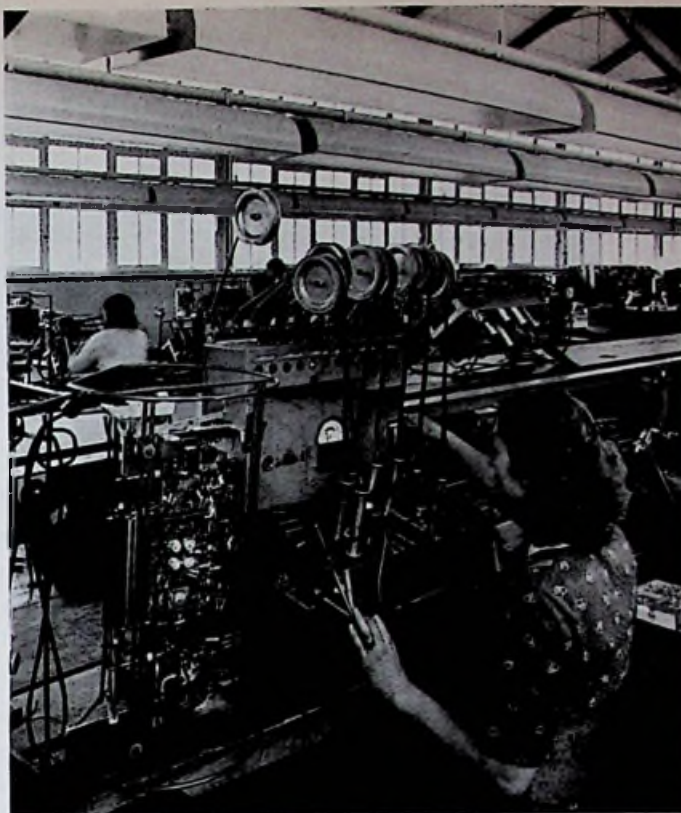


Bild 3: An diesem Platz wird von einem Automaten die Schaltung auf Fehlerfreiheit geprüft.



Bild 4: Telefunkenwerk Hannover. Blick vom Verwaltungsgebäude auf den Verbindungsbau. Dahinter die Halle II, im Vordergrund das Dach der Halle I.

Veranlagungen einen gewissen persönlichen Spielraum brauchen, wenn sie auf die Dauer gute und nützliche Arbeit leisten sollen. Dieser Tatsache Rechnung zu tragen, ist ebenfalls eine Aufgabe des Fertigungstechnikers, die mit großer Gewissenhaftigkeit gelöst werden muß, wenn das Fließbandsystem seinen Zweck erfüllen soll. Der Techniker darf erst befriedigt sein, wenn der arbeitende Mensch nicht durch Störungen im Ablauf der Arbeit zusätzlich belastet ist.

In Kürze wird auch das Fernsehen diesen Weg nehmen. Der Technik stellen sich hier neue Aufgaben. An die Erfahrungen, die Telefunken im Bau von Fernsehempfängern bereits in jahrelanger Fertigung vor dem Kriege gewonnen hat, kann angeknüpft werden. Aber auch die in der Rundfunkfertigung inzwischen erworbenen Kenntnisse werden viel dazu beitragen, den Weg zu einem im Fließband gefertigten Fernsehempfänger zu verkürzen.



Rundfunkwerk Berlin, Schwedenstraße.



Telefunken-Riesentonsäule auf dem Berliner Ausstellungsgelände





Bild 1: Telefunken-Tonstrahler im Dom zu Passau.

Lautsprecheranlagen

Von A. v. Brackel und H. Petzoldt

Unter dieser Bezeichnung versteht man im Sprachgebrauch nicht den einzelnen Lautsprecher, der in einem Rundfunkempfänger eingebaut ist, sondern eine elektroakustische Anlage, die es gestattet, Sprache oder Musik einem größeren Personenkreis zu Gehör zu bringen oder von einem Raum aus in andere Räume zu übertragen.

Im Englischen wird diese Art von Lautsprecheranlagen mit „Public address system“ bezeichnet, wobei das Charakteristische derartiger Anlagen, nämlich die „Ansprache der Öffentlichkeit“, deutlich zum Ausdruck kommt. Die an solche Anlagen zu stellenden Anforderungen sind nicht allein durch die Anzahl der Zuhörer oder durch die Größe des zu „beschallenden“ Raumes bestimmt, sondern es muß auch auf eine große Anzahl von Nebenbedingungen geachtet werden. Diese sind ebenso vielgestaltig wie die „anzusprechende Öffentlichkeit“ selbst.

Allen verschiedenartigen Anwendungsgebieten ist aber ein Grundzug gemeinsam: Man will von einer Stelle aus mit einem Zuhörerkreis in Verbindung treten, der so groß ist, daß der einzelne Redner, der Schauspieler, ja, selbst ein ganzes Orchester ohne besondere Hilfsmittel nicht „durchdringen“ kann. Die Bemühungen, die Wirkung des einzelnen zu steigern, setzten deshalb sofort ein, als sich größere Gruppen von Menschen zu sakralen Feiern, zu künstlerischen Veranstaltungen oder politischer Gemeinschaftsarbeit zusammenfanden. Das Amphitheater des Altertums, die erhöhte Bühne des Mittelalters, die Kanzel in der Kirche sind die ersten Ansätze hierfür. Man kann jedoch mit dem Schalldeckel über der Kirchenkanzel und dem muschelartigen

Bau eines Musikpavillons die akustische Wirkung nur bis zu einem gewissen Grade verbessern. Weitaus größer ist die Verbesserung, die man heute mit elektroakustischen Mitteln, d. h. mit Mikrofon, Verstärker und Lautsprecher, erzielen kann.

Diese Vergrößerung des Wirkungsbereiches ist jedoch nicht nur ein energetisches Problem. Bei der Beschallung von Räumen wird z. B. meist gefordert, daß der Lautsprecher nicht zu sehr in Erscheinung tritt, sondern sich unauffällig in die Architektur des Raumes einfügt. In früheren Jahren wurde für viele Kirchen der Einbau einer Lautsprecheranlage oft abgelehnt, weil die große Anzahl der verteilt montierten Lautsprecher die Feierlichkeit des Gotteshauses störten. Hier hat die von Telefunken entwickelte Strahlergruppen-technik einen großen Fortschritt gebracht (Bild 1). Mit ihr ist es möglich, auch hallige Kirchenräume zentral zu beschallen, da die Lautsprecher infolge ihrer Anordnung den Schall vorzugsweise in Richtung auf die Zuhörer abstrahlen und den die Verständlichkeit störenden Nachhall scheinbar herabsetzen.

Diese Wirkung wird bekanntlich [1] dadurch erreicht, daß eine größere Anzahl von Konuslautsprechern senkrecht übereinander zu einer Gruppe vereinigt werden. Man erzielt dadurch auch für tiefe Frequenzen eine Bündelung in der Vertikalen, während in der waagerechten Richtung keine Bündelung eintritt. Bringt man eine solche Gruppe in einer gewissen Höhe über dem Fußboden so an, daß die nahen Gebiete außerhalb des Richtbereiches liegen, während die entfernten Plätze voll von der Richtfläche der Gruppe getroffen werden, so kompensieren sich Entfernungs- und Winkelabhängigkeit des Schalldruckes. Dadurch bleibt die Lautstärke innerhalb des beschallten Gebietes nahezu gleich. Um seitlich von der Gruppe einen großen Bereich auch bezüglich der hohen Frequenzen zu erfassen, können die einzelnen Lautsprecher um die vertikale Gruppenachse nach rechts und links verdreht werden. Dadurch wird die Richtcharakteristik in horizontaler Richtung auch für die hohen Frequenzen hinreichend breitgemacht.

Mit dem Bündelungseffekt ist zwangsläufig eine Verbesserung der Abstrahlung verbunden, so daß der Wirkungsgrad einer Gruppe wesentlich höher liegt als der eines einzelnen Gruppenlautsprechers. Dies gibt die Möglichkeit, an Verstärkerleistung zu sparen bzw. bei unveränderter Verstärkerleistung eine größere Lautstärke zu erzielen.

Im Jahre 1949 baute Telefunken die ersten Strahlergruppenanlagen der Welt in die Stadtpfarrkirche München-Pasing und in die Paulskirche Frankfurt a. Main ein. Seit dieser Zeit hat Telefunken weit über 100 Kirchen mit solchen Anlagen ausgerüstet.

Im Ausland erkannte zuerst der Vatikan den damit erreichten Fortschritt in der Beschallungstechnik und gab Telefunken die Anlage für die Lateran-Basilika in Rom in Auftrag.

Die Verwendung von Lautsprecheranlagen für kirchliche Zwecke beschränkt sich keinesfalls auf Innenräume. Großveranstaltungen im Freien, wie sie z. B. bei den Deutschen Katholikentagen stattfinden, sind ohne solche Anlagen nicht durchführbar. Den bisher größten Wirkungsbereich fand die von Telefunken erstellte Anlage auf der geweihten Stätte Fatima in Portugal [2]. Über 300000 Menschen befanden sich auf der 6,5 ha großen Fläche, die mit nur zwei Lautsprecheranordnungen zentral beschallt wurde. Bei dieser Anlage konnte der Schalldruck in einem Bereich zwischen 10 und 400 m Entfernung so vorteilhaft verteilt werden, daß er in 400 m Entfernung nicht geringer war als in 20 m Entfernung und bei etwa 100 m auf den doppelten Betrag anstieg.

Derartige Großveranstaltungen zeigen, in welch ungeheurem Ausmaß die Wirkung des einzelnen Redners gesteigert werden kann. Jener für die heutige Form der menschlichen

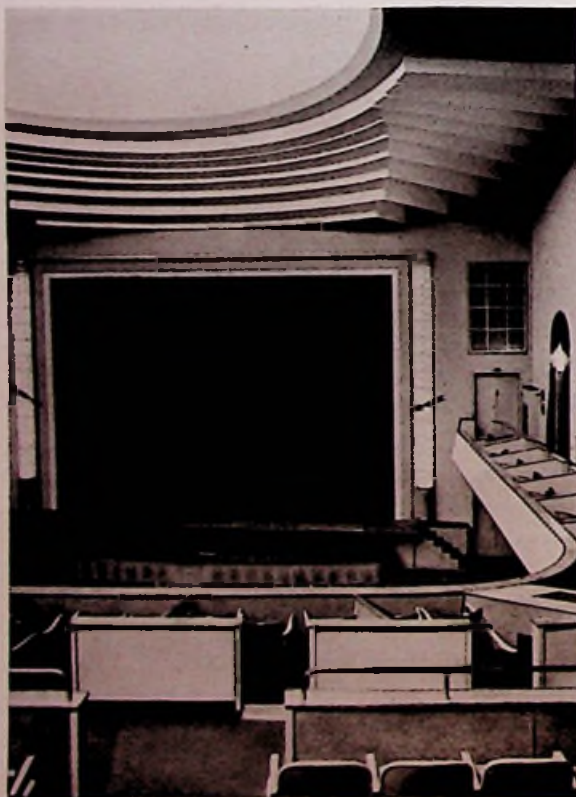


Bild 2: Telefunken-Tonstrahler (unsichtbar neben der Portalbeleuchtung eingebaut) im Metropol-Palast Stuttgart.



Bild 3: Telefunken-Lautsprecheranlage im Universitätsstadion Bogota, Columbien.

Telefunken für sich in Anspruch nimmt, an den Fortschritten auf dem Gebiete der Elektroakustik einen maßgebenden und zum Teil führenden Anteil zu besitzen.

Die Einheit zwischen optischem und akustischem Geschehen konnte früher selten erreicht werden. Aus akustischen Gründen war man gezwungen, eine größere Anzahl von Lautsprechern verteilt im Raume oder im Freigelände anzubringen. Zwar konnte man sie unauffällig einbauen, aber der Schall kam bei dieser Anordnung von oben oder von der Seite her und nicht aus der Richtung des optischen Geschehens. Erst durch die Strahlergruppentechnik war es möglich, die Lautsprecher in unmittelbarer Nähe des Rednerpultes oder der Bühne anzuordnen, so daß der in seiner Wirkung stark gesteigerte Schall seinen Ursprung in der natürlichen Schallquelle zu haben scheint.

Infolgedessen bestehen vom künstlerischen Standpunkt aus gesehen keine Einwände mehr, Lautsprecheranlagen auch im Theaterbetrieb einzusetzen (Bild 2). Sie dienen u. a. zur Erzeugung einer „Geräuschkulisse“, worunter die zur Handlung gehörende akustische Begleitung, wie Glockengeläut, Donner usw. zu verstehen ist. Der Vorzug der elektrischen Geräuscherzeugung liegt nicht nur in der bequemen Konservierung durch Platten oder Tonbänder, sondern auch in der genau dosierbaren Lautstärke. Bei der heute erreichten Wiedergabequalität bestehen auch keine Bedenken mehr, einen nicht sichtbaren Chor oder Bühnenmusik (hinter der Bühne gespielte Musik) auf elektroakustischem Wege wiederzugeben.

Gesellschaft so bedeutsame Vorgang der Gedankenübertragung von einem Menschen auf viele hat mit der Verbreitung des Buchdruckes begonnen und im Rundfunk neue Gestalt erhalten. Buch und Rundfunk lassen zwar Verbindungen vom einzelnen Schriftsteller und Redner zu Millionen von Lesern und Hörern entstehen, sie unterbrechen aber gleichzeitig den unmittelbaren Kontakt, jene Rückwirkung, die z. B. im Theater zwischen Publikum und Schauspieler besteht. Diese unmittelbare Beziehung wird durch die Lautsprecheranlage wiederhergestellt und wird in ihrer Wirkung um so größer sein, je mehr es gelingt, das optische und akustische Geschehen zu einer Einheit zu verschmelzen. Erst diese Einheit macht Großveranstaltungen für alle Teilnehmer zu einem vollkommenen Erlebnis, zu einem wirklichen „Miterleben“. In diesem Miterleben steckt die kulturelle und soziologische Bedeutung der Lautsprecheranlagen, die nur erreicht werden konnte, nachdem technisch hierfür die Voraussetzungen geschaffen worden waren. Es ist eine sachliche Feststellung, wenn



Bild 4: Zentrale Beschallung der 22000 Personen fassenden Westfalenhalle in Dortmund durch eine Telefunken-Anlage mit Tonkorb.

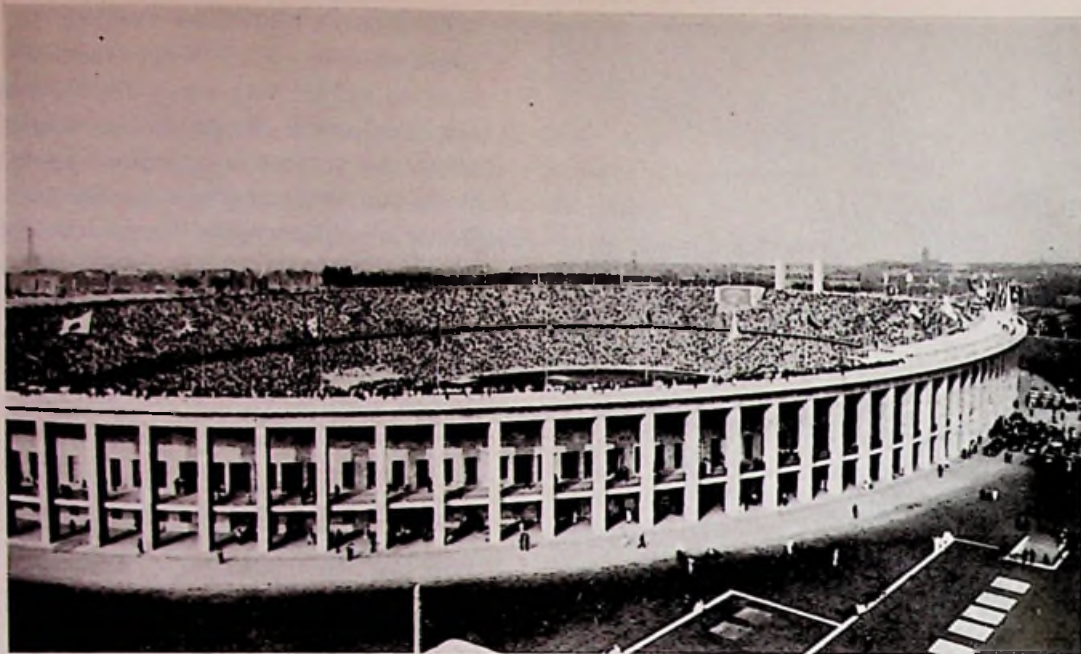


Bild 5: Hauptkampfbahn in Berlin während der Olympischen Spiele 1936, für die Telefunken sämtliche Lautsprecheranlagen erstellt hatte.

Man kann sich von der Wirkung der „zentralen Beschallung“ bei vielen Gelegenheiten überzeugen, z. B. bei einer Orchesterübertragung durch Tonsäulen in den Gartenanlagen des Berliner Ausstellungsgeländes (s. Buntbild vor S. 239). Ein weiterer Vorteil der zentralen Beschallung ist der Wegfall eines weitverzweigten Lautsprecherleitungsnetzes, so daß Telefunken-Tonsäulen auf vielen Sportplätzen des In- und Auslandes aufgestellt wurden. Bild 3 zeigt eine Aufnahme aus Bogota, Columbien. Auch für die Olympischen Spiele in Helsinki hat Telefunken einen großen Teil der erforderlichen Lautsprecheranlagen geliefert [3].

Wenn die Strahlergruppen aus räumlichen Gründen nicht in unmittelbarer Nähe der natürlichen Schallquelle angebracht werden können, wie es z. B. oft in Ausstellungs- und Sporthallen der Fall ist, dann wählt man eine andere Anordnung der Lautsprechergruppen, den sogenannten „Tonkorb“ (Bild 4). Auch bei seiner Anwendung bleibt das Prinzip der zentralen Beschallung erhalten, und das als Folge einer verteilten Lautsprecheranordnung leicht entstehende Doppelhören wird vermieden. Obwohl die im Bild gezeigte Anlage mit gutem Recht als „Großanlage“ bezeichnet werden kann, erscheint sie doch klein im Verhältnis zu



Bild 6: Lautsprecher im Vorraum des Cinema-Teatro-Monumental in Lissabon, für das Telefunken eine umfangreiche elektroakustische Theateranlage lieferte.



Bild 7: Lautsprecher-Anlage in der Station Odenplan der U-Bahn Stockholm.

den Anlagen, die von Telefunken zu den Olympischen Spielen 1936 in Berlin errichtet worden waren. 22 Anlagen mit insgesamt 11,5 kW Verstärkerleistung sorgten damals für die Beschallung der verschiedenen Wettkampfstätten. Bild 5 gibt eine Vorstellung von der Größe der Hauptkampfbahn, die damals noch mit einer größeren Anzahl verteilter Lautsprecher beschallt wurde.

Die Forderung nach Einheit von akustischem und optischem Eindruck gilt aber nicht für alle Anwendungen von Lautsprecheranlagen. Dies ist z. B. der Fall bei der Übertragung einer Darbietung in andere Räume, d. h. wenn der optische Eindruck unterbrochen ist. Bild 6 zeigt einen Theatervorraum, in dem Einzellautsprecher geschickt in die Innenarchitektur eingefügt worden sind. Auch dort, wo nur unpersönliche Mitteilungen gegeben werden, steht die Einheit der beiden Sinneseindrücke zwar nicht im Vordergrund, doch wird man das Prinzip der zentralen Beschallung aufrechterhalten, wenn es sich um hallige Räume, z. B. Bahnhöfe (Bild 7) handelt oder wenn mit Rücksicht auf Störgeräusche eine möglichst gleichmäßige und besonders gute Übertragung zu fordern ist. Bild 8 zeigt eine Telefunken-Tonsäule auf einem Flugplatz.

Die vorstehenden Ausführungen beschränkten sich auf den Lautsprecher. Der Grund dafür liegt darin, daß dieser das dem Ohr und vielfach auch dem Auge nächste Element einer Beschallungsanlage ist. Dem Lautsprecher kommt auch deshalb eine besondere Bedeutung zu, weil bei ihm die technischen Schwierigkeiten größer sind als bei Mikrofon und Verstärker.

Während das Mikrofon zwar akustische Energie in elektrische umzuwandeln hat, dabei aber nur äußerst kleine Leistungen umzusetzen braucht, der Verstärker zwar größere Leistungen liefern muß, aber von den mechanischen Schwierigkeiten frei ist, hat der Lautsprecher sowohl die Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie vorzunehmen als auch erhebliche Leistungen abstrahlen. Der Lautsprecher kann aus physikalischen Gründen nicht beliebig verkleinert werden, beim Mikrofon dagegen ist dies möglich, und die neue Bauform (Bild 9 a) wird bereits allen Wünschen in bezug auf Unauffälligkeit und Handlichkeit gerecht. Eine besondere Ausführung (ELAM 201) gestattet außerdem die Umschaltung auf zwei Betriebsarten mit verschiedener Richtcharakteristik (Bild 9 b).



Bild 8: Telefunken-Tonsäule auf dem Flughafen Frankfurt/Main.



Bild 9 a: Telefunk-Kondensatormikrofon — System Dr. Schoeps — für Rundfunk- und Fernsehstudios.

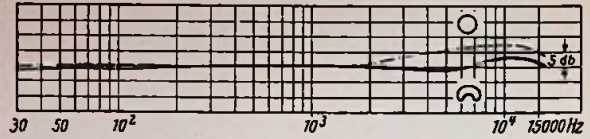


Bild 9 b: Frequenzcharakteristik des Mikrofons ELA M 201. Dieses Mikrofon arbeitet in niederfrequenter Schaltung und kann wahlweise als Nieren- und Kugelmikrofon benutzt werden. Beim Wechsel der Betriebsart wird durch Herausziehen bzw. Hineindrücken der Mikrofonkapsel ein innerhalb der Kapsel angeordneter Druck-Zug-Schalter betätigt. In der Schaltstellung „Kugelcharakteristik“ ist ein roter Ring am Hals der Mikrofonkapsel sichtbar, der in der Schaltstellung „Nierencharakteristik“ verdeckt ist.

Der Verstärker ist in vielen Anlagen ein verhältnismäßig unscheinbares Gerät, das irgendwo im Verborgenen steht. Wenn es sich aber darum handelt, von vielen Mikrofonen aus eine große Anzahl von Lautsprechern zu speisen, so benötigt man Verstärkerzentralen mit Regieeinrichtungen, die einen erheblichen Umfang besitzen können. Das ist z. B. der Fall bei einer Rufanlage für ein größeres Werk (Bild 10), die nicht nur dazu dient, einzelne Personen zu suchen, sondern auch für die Mitteilungen an die Belegschaft und für die musikalische Unterhaltung während der Arbeitspausen zur Verfügung steht.

Auch bei derartigen Anlagen wird die große Bedeutung der Elektroakustik für das Zusammenarbeiten einer größeren Zahl von Menschen ersichtlich. Von einer einzigen Stelle aus kann eine Mitteilung gleichzeitig in viele Räume und ins Freigelände durchgegeben werden. Genau so wie bei den Großveranstaltungen sind diese Anlagen nicht nur eine Folge, sondern auch eine der Ursachen für die wachsende Größe unserer heutigen Gemeinschaft. Die Stimme vor dem Mikrofon wird nicht nur in ihrer Lautstärke erhöht, sie wird in ihrer Wirkung fast unbegrenzt vervielfacht.

Literatur

- [1] F. Bergtold, Nachkriegsentwicklung auf dem elektroakustischen (Ela-) Gebiet: *Telefunken-Zeitung* Jg. 23 H. 87/88 (Sept. 1950) S. 106.
- [2] Zentrale Beschallung: *Telefunken-Zeitung* Jg. 25 H. 94 (März 1952) S. 68.
- [3] *Telefunken-Lautsprecheranlagen auf den Olympischen Spielen in Helsinki: Telefunken-Zeitung* Jg. 25 H. 97 (Nov. 1952) S. 275.

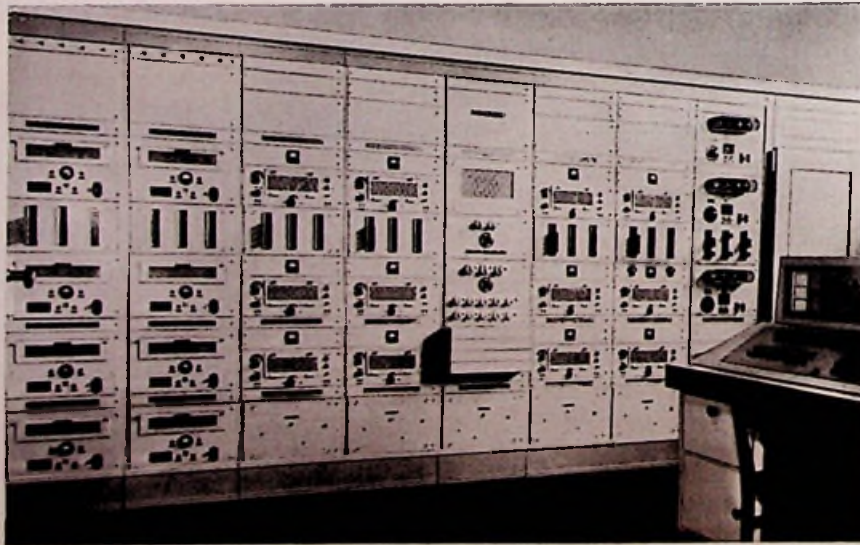
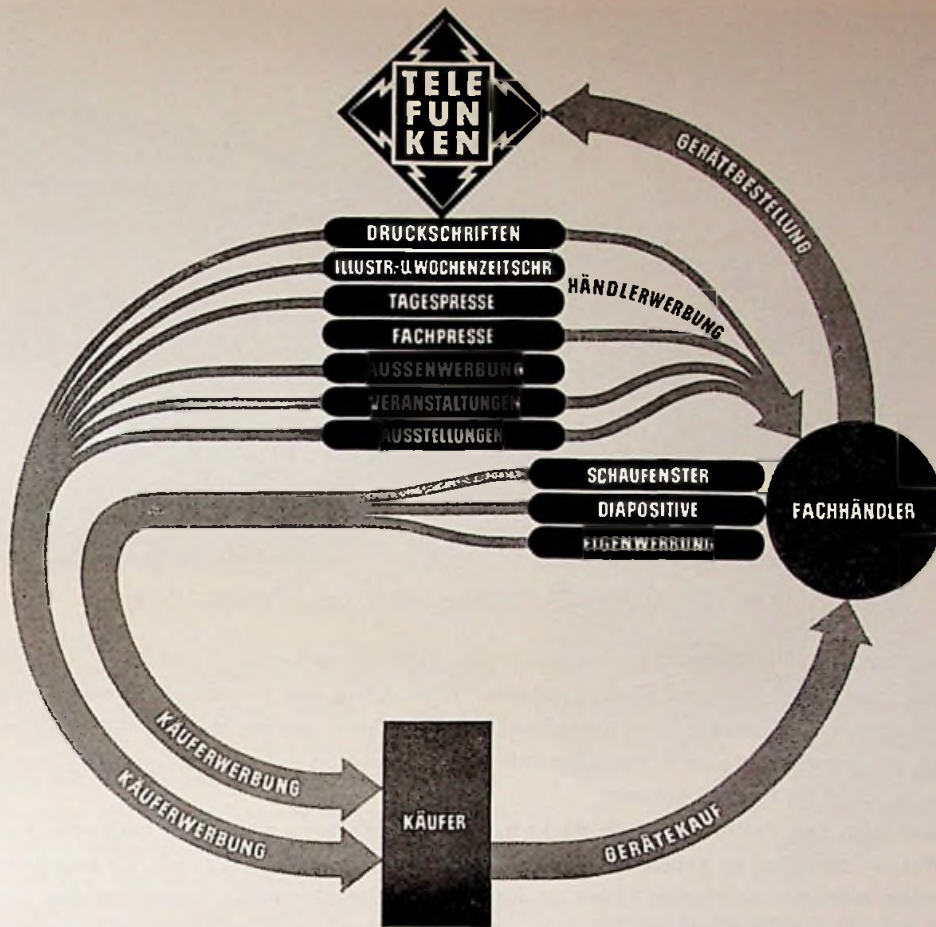


Bild 10: Verstärkerzentrale der von Telefunken gelieferten Großanlage des Volkswagenwerkes in Wolfsburg.

Das Bild zeigt die achteilige Gestellfront, in der sämtliche Verstärker und Schalteinrichtungen untergebracht sind. Mit Hilfe des rechts auf dem Bild sichtbaren Regietisches können zwei Übertragungen getrennt voneinander gleichzeitig durchgeführt werden (Zweiprogrammtrieb). Die Zusammenschaltung der Mikrofone, Plattenspieler usw. mit den Verstärkern und Lautsprechern ist relaisgesteuert. Die Verstärkerleistung der Zentrale beträgt rd. 900 Watt. Über eine Fernleitung nach dem Vorwerk in Braunschweig können die Mikrofondurchsagen und Musiksendungen des Hauptwerkes in Wolfsburg nach Braunschweig übertragen werden. Die im Vorwerk befindliche Verstärkerzentrale wird ebenfalls von Wolfsburg aus ferngesteuert.



Unsere Rundfunkwerbung

Von W. Himmelmann und H. Schenk

Telefunken-Rundfunkempfänger, Telefunken-Röhren, Plattenspieler und Schallplatten fallen unter den Begriff des Markenartikels und der ihm eigenen Absatzwege. Dieser Markenartikelvertrieb unterscheidet sich vom Direktverkauf — wie er z. B. bei Sendeanlagen und kommerziellen Empfängern in Betracht kommt — dadurch, daß er sich mit seinen Ankündigungen bzw. seiner Werbung zwar an den Endabnehmer wendet, den Verkauf jedoch ausschließlich über den Fachhandel leitet. An Stelle des persönlichen, also direkten Vertrauensverhältnisses zum Endabnehmer, wie es für das Anlagen-Geschäft von größter Bedeutung ist, muß für den Vertrieb der Rundfunkgeräte usw., d. h. der Erzeugnisse mit Markenartikelcharakter, etwas anderes treten, das bei dem anonymen Käufer zum Kennzeichen der Vertrauenswürdigkeit werden konnte und schließlich werden mußte: DIE MARKE und damit alle die dazugehörigen Voraussetzungen, die sich an eine erfolgreiche Einführung und Behauptung eines Markenartikels knüpfen.

Die Geburt der Telefunken-Werbung, ihr Aufbau und Ziel

Als sich in den 20er Jahren der Rundfunkempfänger in schnellem Aufstieg einen ständig wachsenden Markt eroberte und die Werbung sehr bald obligatorisch wurde mit ihren Aufgaben, das Publikum aufzuklären und für eine Massennachfrage zu sorgen, bot sich nichts an Erfahrungen, aus denen diese junge, neu auf den Plan getretene Industrie in werblicher Hinsicht hätte schöpfen können. Eine Rundfunkwerbung wurde praktisch neu geboren. Telefunken hat sich hierfür hervorragender graphischer Mitarbeiter bedient und hat es schon in kurzer Zeit verstanden, eine Rundfunkwerbung mit eigener Note zu finden. Nicht das Anpreisen mit billigen Superlativen war Stil und Ausdruck der Telefunken-Werbung, sondern der immer wiederkehrende Hinweis auf die wirklichen Leistungen von Telefunken; diese allein sollten den technischen Fortschritt, der unsere Arbeit begleitete, beweisen. Mit der folgerichtigen Durchführung dieser auf Pioniertaten Telefunkens sich aufbauenden Werbung wurde die Glaubwürdigkeit und damit das Vertrauen zur Marke errungen und gefestigt. Schlagzeilen



Telefunkenstand auf der Deutschen Funkausstellung in Düsseldorf, 1950.

wie: „Telefunken, die älteste Erfahrung, die modernste Konstruktion“, oder „Telefunken, die deutsche Weltmarke“, bedeuteten gegenüber dem Käuferkreis eine Verpflichtung und wurden von diesem mit entsprechend hohen Erwartungen beantwortet. So erlangte der Telefunken-Stern und die Marke Telefunken im Laufe der Zeit überall ein Bürgerrecht und wurde über Jahrzehnte hinaus bis auf den heutigen Tag zum Symbol für zuverlässige Qualität im In- und Ausland.

Neben dieser auf dem Vertrauen in die Marke basierenden Werbung galt es, ihr auch optisch einen immer wiederkehrenden Blickfang zu geben. Telefunken führte die blaurote Hausfarbe ein. Sie begegnet uns bereits von den ersten Anfängen werblicher Arbeit an auf Plakaten, Druckschriften, Aufstellern usw. und zieht sich wie ein roter Faden durch alle Werbemaßnahmen über Jahrzehnte hindurch, immer in Verbindung mit dem Telefunken-Stern und der Firmenzeile Telefunken, die in ihrer klaren Schrift und Linienführung zu den prägnantesten Markenzeichen zählt.

Mit dieser in Blickrichtung auf Tradition, Qualität und Fortschritt geführten Werbung übernimmt Telefunken (wie es bei jedem Markenartikel der Fall ist) dem Rundfunkhörer bzw. Abnehmer gegenüber auch die Qualitätsgarantie. Es ist vor allem die Sorge Telefunkens — und nicht nur die des Handels —, das Vertrauen zur

Marke zu pflegen (denn die Marke ist nur so lange mächtig, wie die Ware mächtig ist) und die Nachfrage immer wieder zu wecken und zu erhalten, weil der Rundfunkempfänger, die Röhre oder die Schallplatte beim Abschluß mit dem Händler noch nicht verkauft sind, sondern erst dann, wenn auch er sie an den Letztabnehmer abgesetzt hat.

Dieser vorstehend angedeutete Vertriebsweg läßt erkennen, daß die Vertriebswerbung für die Teile der Telefunken-Fertigung, die Markenartikelcharakter tragen, gleichbleibende Faktoren aufweist und einem Kreisverlauf ähnlich ist: Telefunken richtet seine Werbung direkt an den Endabnehmer; dieser wird oder soll dadurch veranlaßt werden, die Telefunken-Erzeugnisse beim Fachhandel zu verlangen, der sich wiederum wegen Auffüllung seiner Gerätebestände an die Telefunken-Geschäftsstellen wendet, die dann bei dem zentralen Vertrieb im Werk, also beim Hersteller, um weitere Lieferungen ersuchen.

Die Stellung des Fachhändlers im Kreislauf der Werbung

Der eigentliche Verkäufer in letzter Instanz ist nach diesem Vertriebsweg der Fachhändler. Auch für ihn werblich zu sorgen, ihn davon zu überzeugen, daß er mit Telefunken-Erzeugnissen seinen Kunden ein hochwertiges Produkt liefert, ist eine ganz wesentliche Aufgabe der werblichen Betreuung.



Die an das Publikum gerichtete Werbung soll in all ihren verschiedenartigen Ausdrucksformen bewirken, daß der Interessent das Geschäft des Rundfunkhändlers betritt und das Telefunken-Erzeugnis verlangt. Dieses Verhalten eines Käufers bestätigt die Güte der Ware und der Werbung. Trotzdem spricht der Fachhändler das letzte Wort. Keine Werbung kann sich zum Schluß stärker erweisen als der persönliche Einfluß, die Beratung des Fachmanns und die Vorführung des Gerätes durch ihn, kurzum — stärker als das gesprochene Wort. Die Erfahrung zeigt, daß der Fachhändler in den meisten Fällen dasjenige Gerät verkaufen wird, an dessen Verkauf er aus diesem oder jenem Grunde interessiert ist.

Die bedeutsame Rolle, die der Fachhändler im Vertriebsprozeß spielt, wurde von Telefunken von jeher berücksichtigt, und die Verbindung zum Fachhandel war immer Gegenstand einer besonders aufmerksamen Pflege. Hierzu bediente sich Telefunken seiner Hauszeitschrift „Der Telefunken-Sprecher“, die praktisch mit dem Beginn der Verbindung zum Handel ins Leben gerufen wurde. Hierin hat Telefunken in kurzen Abständen laufend über alles berichtet, was für den Handel interessant ist und seiner Arbeit im Interesse des Rundfunks dient.

Der Händler wird aber auch in seinen eigenen lokalen Werbemaßnahmen in vielerlei Hinsicht unterstützt mit Mitteln, die neben den zentralen Werbemaßnahmen Telefunkens zusätzlich bereitgestellt werden. Er erhält für seine Eigenwerbung Klischees, Matern, Anzeigenvorlagen, Diapositive und Filmstreifen. Seine Hausfassade wird mit den werbewirksamen blauroten Telefunken-Schildern und Ausstecksternen ausgestattet, die ihn als Rundfunkfachgeschäft schon auf weite Entfernung kenntlich machen. Für seine Schaufenster werden von jeher die verschiedenartigsten Aufsteller und Plakate sowie Lichtwerbung geschaffen — alles Dinge, die den vor dem Schaufenster stehenden Kunden beeinflussen sollen, der Einladung einer Vorführung im Geschäftslokal zu folgen. In reichlicher Anzahl stehen dem Fach-



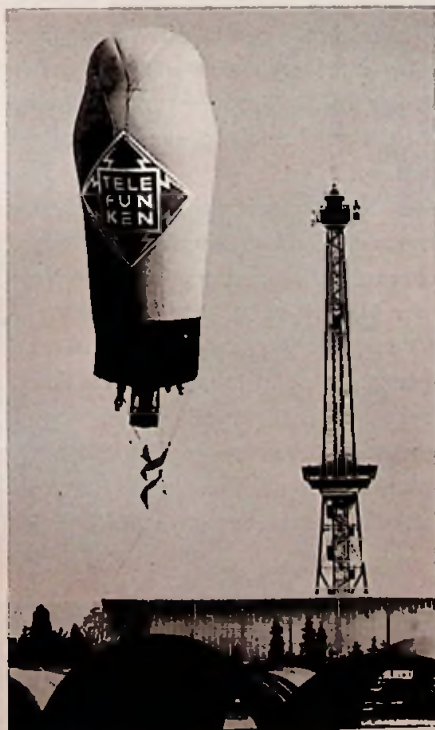
Die bewährten Bauformen der
TELEFUNKEN
RÖHREN
für Rundfunk- und fernsempfänger

händler Druckschriften werblichen oder aufklärenden Inhalts zur Verfügung, um alle Interessenten damit zu versorgen. Händlerbriefe werden ausgearbeitet und vorbereitete Texte auf Wunsch überlassen. Gemeinsame Werbeaktionen aus besonderem Anlaß geben seinen Verkaufsbemühungen Unterstützung und Auftrieb. Für den Aufbau eigener kleiner Ausstellungen bekommt er Vorschläge und Ausstellungshilfe.

Zusammenarbeit mit der Presse

Die Rundfunkfachpresse und die Organe des Rundfunkhandels stehen von jeher in enger Wechselbeziehung zur Telefunken-Werbung. Die laufende Insertion in diesen Fachzeitschriften ist Ausdruck der engen Verbundenheit zu ihr und Beweis ihrer hohen Einschätzung als Werbeträger.

Unabhängig davon bestehen auch zu Schriftleitungen und Fachschriftstellern enge wechselseitige Beziehungen über eine eigene Pressestelle. Durch einen seit mehr als 20 Jahren laufenden Pressedienst werden sie, ebenso wie die Tagespresse, laufend über Entwicklungsarbeiten, Neuschöpfungen, wirtschaftliche und technische Fragen unterrichtet. Auch die von der Presse an Telefunken herangetragenen Wünsche nach Unterlagen und Bildern aus allen Gebieten der Funktechnik und Funkwirtschaft — die infolge der führenden Stellung von Telefunken auf dem Hochfrequenzgebiet



Fesselballon in Gestalt einer Telefunkenröhre auf der Industrieausstellung Berlin 1951.

verständlicherweise sehr zahlreich sind — werden erfüllt und durch Aufsätze von leitenden Entwicklern und Ingenieuren der Firma Telefunken ergänzt.

Die Käuferwerbung in ihrer vielgestaltigen Durchführung

Den weitaus größten Aufwand an Werbemitteln beansprucht naturgemäß das Werben um den Kunden, den Endabnehmer. Im Wettbewerb um seine Gunst feiert die schöpferische Triebkraft als Dienerin des gesunden Wettbewerbs die schönsten Triumphe. Telefunken-Rundfunkempfänger, Schallplatten, Röhren usw. in höchster Vollendung waren das Resultat, das durch den heutigen UKW-Rundfunk seine Krönung erfuhr und neue verlockende Aussichten für das kommende Fernsehen verspricht. Dieser Dynamik verdankte Telefunken von jeher die ständig neuen Impulse für seine Werbung im Telefunken-Stil. Werbung und Berichterstattung trugen es in alle Welt hinaus, daß die Entwicklung der drahtlosen Nachrichtentechnik aufs engste mit dem Namen Telefunken verbunden ist. Bis heute haben mehr als 7 Millionen Telefunken-Empfänger den Weg in alle Welt gefunden. Telefunken ist zu einem Qualitätsbegriff für das drahtlose Nachrichtenwesen geworden.

Der Film wurde als Dokumentar-, Real- und Trickfilm für die Rundfunkhörerwerbung, aber auch für Schulungs- und Aufklärungszwecke in nennenswertem Umfang in den Dienst der Werbung gestellt.

Die Außenwerbung in Gestalt von Neon- und Fassadenwerbung wurde Jahr für Jahr zielbewußt aufgebaut und ständig technisch verbessert, ohne daß sich die typischen Merkmale der Schutzmarke und der Telefunken-Zeile veränderten. An markanten Brennpunkten des Verkehrs wurden Neon-Großanlagen errichtet, die weit hin leuchtend die Blicke von Tausenden von Menschen täglich aufs neue auf sich zogen.

Gelegentlich der großen deutschen Funk- und Industrieausstellungen zeigte Telefunken auf seinen mit bekannten Architekten gebauten Ausstellungsständen das praktische Resultat seiner Forschungsarbeiten auf dem gesamten Nachrichtengebiet: Sendeanlagen aller Art, Sende-, Spezial- und Empfängerröhren, Rundfunkempfänger, Mikrophone, Plattenspieler, Fernsehgeräte usw.

Gute Qualität der Telefunken-Erzeugnisse begründet den Dauererfolg der Werbung. Der Telefunken-Stern wird zum Symbol des Vertrauens zur Marke

So hat Telefunken mit seiner jahrzehntelangen Werbung als Interpret der Telefunken-Leistung im In- und Ausland erreicht, daß sich mit seiner Marke sofort die Idee der Qualität verbindet, daß nicht der schnelle Augenblickserfolg des Überredens, sondern der viel mühsamer zu erringende Dauererfolg der Überzeugung seine Geschäftsfreunde und das Publikum gewonnen hat. Werbung allein, ohne die Grundlage bester Leistung, hätte Telefunken niemals zu der bevorzugten Markenartikelfirma machen können.

Als Telefunken nach dem Zusammenbruch 1945 seine Fertigungsstätte aus den Ruinen neu aufbaute und mit dem Erscheinen seiner ersten Empfänger und Röhren auch mit der Werbung neu beginnen mußte, war wiederum — wie seinerzeit beim Beginn des Rundfunks — nichts mehr vorhanden, was in den vergangenen Jahrzehnten aufgebaut, optisch an Telefunken erinnerte. Mit leeren Händen mußte Telefunken erneut auf die Plattform des Wettbewerbs treten. Aber schon bald zeigte sich, daß der Telefunken-Stern und die Marke Telefunken eine starke Stütze im Wiederaufbau darstellten und daß nicht nur im Inland, sondern auch im Ausland die frühere Größe und Bedeutung Telefunkens nicht vergessen war.

Im Jubiläumsjahr 1953, also nach wenigen Jahren Aufbau seiner Markenartikelwerbung, darf Telefunken erneut die Gewißheit haben, daß der Käufer das althergebrachte Vertrauen über Kriegs- und Nachkriegszeit hinweg behalten bzw. wiedergewonnen hat. Nach den schweren Jahren des Aufbaues kann die Werbung, von den neuen technischen Erfolgen Telefunkens auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik ausgehend, im bewährten Stil auf Tradition und Fortschritt aufbauen. Für die Zukunft wird der Wunsch der Menschen nach einer besseren Lebensweise, nach Erleichterungen und Verbesserungen auch die Richtung der Telefunken-Werbung bestimmen, die — soweit es sich um Erzeugnisse der Hochfrequenztechnik handelt — den Weg zur Befriedigung dieser Bedürfnisse zu weisen hat. Oberstes Grundgesetz wird dabei immer die Wahrheit in der Aufklärung über Qualität und Leistung bleiben. Das Vertrauen zur Marke Telefunken und zum Telefunken-Stern als Gütezeichen und damit die Gunst des Käufers können nur durch einen sauberen werblichen Wettbewerb erhalten werden.

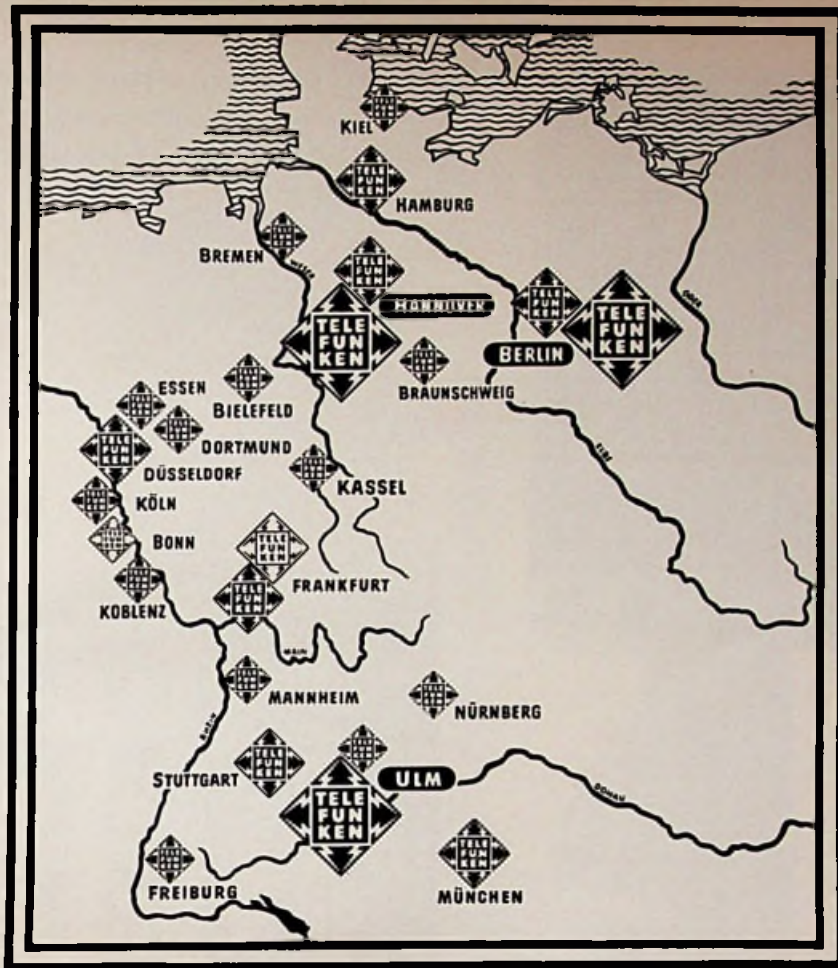


VON EINST...



...UND HEUTE





Werk Berlin



Sickingenstr. 71

Geschäftsleitung
Fabrikenleitung
Finanz-, Hauptpersonal-
und Rechtsabteilung
Hauptbuchhaltung

Sickingenstr.71,Rö/W-B

Leit. d. Geschäftsber. Röhren
Fabrikation von Empfänger-
und Senderröhren, Sende-
röhrenentw.
Zweigstelle der Vertriebsabt.
Röhren

Sickingenstr.71,Hoga/W-B

Fabrikation von Hochfre-
quenzgeräten und -Anlagen
(Rundfunksender, Fernseh-
sender, Funksprechgeräte
usw.)

Mehringdamm 32-34, Hoga

Leitung des Geschäfts-
bereiches Hoga
Vertriebsabteilung Hoga
für Inland und Ausland

Entwicklung v.Hochfrequenz-
geräten und -Anlagen
Musterbau
Zweigst.d.Vertrags-u.Patent-
abt.

Schwedenstr. 9, Ru/W-B

Fabrikation von Rundfunk-
empfängern und elektro-
akustischen Geräten

Werk Hannover



Göttinger Chaussee 76

Patent- und Vertragsabteilung
Vertrieb Waren Inland

Lavesstraße 3
Vertrieb Waren Ausland

Göttinger Chaussee 76, Ru/W-H

Leitung des Geschäftsber. Rundfunk/Ela
Entwicklung und Fabrikation von Rundfunk-
und Fernsehempfängern, Plattenabspiel-
geräten und elektro-akustischen Geräten
Werbe- und Presseabt.

Werk Ulm



Söflinger Str. 96, Rö/W-U

Techn.-wiss. Leitung
Vertriebsabteilung Röhren
Entwicklung und Fertigung von Empfänger-
röhren, Fernsehbildröhren, Oszillo-
graphenröhren, Spezialröhren, Kristalloden

Elisabethenstr. 3, Hoga/W-U

Entwicklung und Fertigung von Hoch-
frequenzgeräten u. -Anlagen (Nachrichten-
und Navigationstechnik)
Musterbau



Geschäftsstellen Berlin Düsseldorf Frankfurt Hamburg Hannover München Stuttgart



Verkaufsbüros Köln Kassel Bremen Bielefeld Nürnberg Mannheim
Dortmund Koblenz Kiel Braunschweig Freiburg
Essen Ulm

Behördenverbindungsstellen

Frankfurt



Bonn





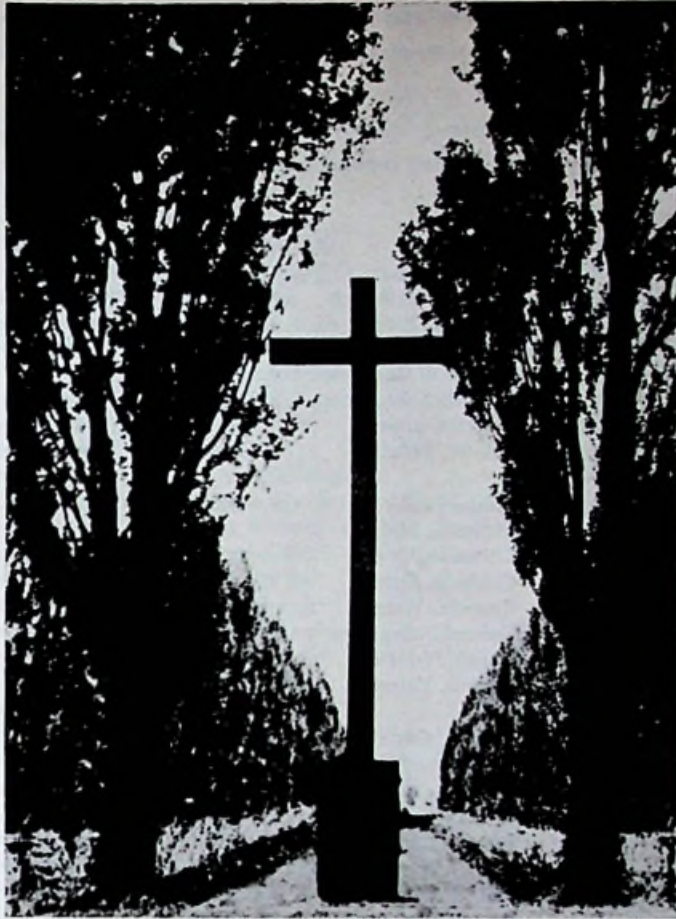
Bild links: Das Bürohaus Berlin, Besselstraße. In diesem bescheidenen Gebäude begann 1903 die „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., System Telefunken“ ihre Arbeit.



Bild rechts: Das Bürohaus Berlin, Lindenstraße, in das Telefunken bald nach der Gründung der Gesellschaft einzog, bot nicht nur mehr Raum, sondern auch eine repräsentativere Fassade.

Verzeichnis der Abbildungen von TELEFUNKEN-Gebäuden

Berlin, Besselstraße (zerstört)	Bild auf Seite 250
Berlin, Lindenstraße	Bild auf Seite 250
Berlin, Hallesches Ufer (zerstört)	Bild auf Seite 147
Berlin, Tempelhofer Ufer	Bild auf Seite 148
Berlin, Sickingenstraße	Bild vor Seite 149
Berlin-Zehlendorf (beschagnahmt)	Bild auf Seite 147
Berlin, Mehringdamm	Bild vor Seite 149
Berlin, Schwedenstraße	Bild auf Seite 238
Hannover, Göttinger Chaussee	Bild auf Seite 235
Ulm, Söflinger Straße	Bild auf Seite 148



Unsere Toten zum Gedächtnis

Eine große Zahl von früheren Mitarbeitern Telefunkens weilt nicht mehr unter den Lebenden. Die beiden Weltkriege sowie die Wirrnisse nach dem Zusammenbruch haben besonders viele dahingerafft. Unter den Opfern befinden sich Mitglieder aus allen Kreisen unserer Gemeinschaft, vom einfachen Mitarbeiter bis zum Vorstandsmitglied. Über dem Schicksal von manchen liegt auch heute noch völliges Dunkel. Sie alle haben an dem Werden von Telefunken mitgewirkt; wir danken ihnen und gedenken ihrer in Achtung und Trauer.

Unsere Jubilare

Auf den folgenden Seiten sind die Namen von rund 600 heute noch lebenden Mitarbeitern zusammengestellt, die mindestens 25 Dienstjahre in unserem Unternehmen erreicht haben; etwa 200 davon befinden sich bereits im Ruhestand (i. R.).

Obwohl die Personalunterlagen während des Zusammenbruchs größtenteils verlorengegangen sind, konnten die für die Berechnung der Dienstzeit maßgebenden Daten in den meisten Fällen mit genügender Sicherheit festgestellt werden.

A ckermann, Erhard	4. 10. 22	Brose, Martha	22. 1. 17	Feldhege, Heinrich	i. R. 14. 2. 22
Adolph, Minna	i. R. 2. 8. 09	Brückner, Friedrich	i. R. 11. 7. 17	Fenske, Gustav	i. R. 19. 4. 22
Albrecht, Kurt	1. 4. 26	Brüdgam, Albert	i. R. 12. 5. 22	Ferdinand, Emil	i. R. 7. 8. 22
Algner, Fritz	17. 6. 26	Büge, Luise	i. R. 9. 8. 19	Ferdinand, Hans	i. R. 8. 9. 20
Anders, Marie	i. R. 24. 9. 12	Burghardt, Ferdinand	i. R. 21. 3. 05	Fery, Hans	15. 12. 22
Ansorg, Hermann	15. 1. 26	Burgschat, Anna	i. R. 21. 1. 12	Fiedler, Martha	i. R. 6. 12. 16
Amhoff, Paul	i. R. 20. 10. 22	Buschius, Erna	9. 2. 26	Finck, Martin	i. R. 29. 12. 09
Arndt, Heinz	14. 10. 25	Büttner, Rudolf	4. 11. 20	Finkel, Franz	i. R. 1. 5. 12
Aschenbrenner, Elsa	1. 9. 23	C asper, Luise	i. R. 17. 10. 18	Fischbach, Martha	i. R. 30. 4. 20
Aurich, Max	i. R. 4. 10. 11	Christian, Ella	6. 3. 18	Fischer, Johann	i. R. 5. 2. 12
B abel, Adolf	i. R. 15. 6. 19	Christoph, Otto	20. 5. 13	Fischer, Paul	7. 12. 25
Bading, Gustav	i. R. 30. 8. 20	Clausing, Arthur	i. R. 1. 10. 13	Fischer, Rudolf	i. R. 8. 8. 13
Baes, Ella	i. R. 4. 5. 14	Closjans, Werner	25. 1. 23	Fleischhauer, Hans	18. 2. 24
Balden, Gertrud	13. 3. 28	Conrad, Margarete	i. R. 16. 5. 10	Forberger, Robert	8. 6. 25
Balzer, Edmund	9. 9. 20	Corell, Heinrich	1. 4. 28	Frädriich, Hermann	i. R. 26. 10. 11
Bamberg, Erna	19. 1. 26	Cyriaci, Valentin	5. 3. 23	Franke, Kurt	11. 5. 25
Banachowicz, Ella	10. 6. 22	D amm, Gustav	i. R. 15. 1. 12	Franz, Oskar	i. R. 3. 7. 14
Baranski, Anna	30. 8. 19	Dams, Martha	i. R. 14. 6. 17	Franzke, Gertrud	i. R. 1. 3. 17
Bargenda, Franz	i. R. 23. 11. 13	Darlong, Heriha	14. 8. 24	Freitag, Emil	i. R. 1. 10. 20
Barnack, Emma	i. R. 8. 1. 11	Dartsch, Karl	i. R. 27. 8. 21	Freyer, Helmut	7. 1. 26
Barschdorf, Paul	i. R. 9. 1. 12	Daue, Arthur	i. R. 28. 1. 12	Freytag, Kurt	24. 10. 14
Barneck, Kurt	13. 5. 25	Dausel, Hans	27. 11. 26	Fries, Alice	i. R. 16. 2. 25
Bartsch, Anna	i. R. 1. 5. 04	Demski, Anna	i. R. 20. 12. 19	Friese, Anna	10. 3. 24
Baum, Willi	15. 12. 26	Dielenheim, Anna	15. 6. 19	Fritsche, Hermann	i. R. 1. 12. 05
Baumhammel, Richard	i. R. 6. 2. 24	Diercks, Hans-Claus	15. 6. 15	Fuhrmann, Conrad	i. R. 15. 1. 23
Bechstedt, Richard	i. R. 15. 12. 24	Dießner, Willi	15. 2. 22	G alow, Helene	21. 10. 13
Becker, Elise	i. R. 25. 11. 16	Dluzak, Bernhard	2. 1. 21	Ganson, Minna	i. R. 13. 7. 24
Becker, Erich	i. R. 20. 7. 11	Dobernack, Paul	28. 2. 21	Gassmann, Karl	i. R. 26. 3. 13
Becker, Rudolf	i. R. 7. 11. 12	Dobrunz, Max	i. R. 5. 8. 14	Gatling, Gertrud	3. 2. 26
Behrend, Erich	24. 12. 12	Dörr, Georg	i. R. 7. 10. 11	Galz, Viktoria	22. 7. 19
Bendig, Stanisla	i. R. 30. 6. 27	Dowideit, Gustav	i. R. 1. 6. 10	Gebhardt, Emil	i. R. 20. 2. 21
Berg, Walter	24. 7. 19	Dräger, Walter	i. R. 20. 1. 24	Geiler, Oskar	11. 5. 26
Berger, Frieda	i. R. 7. 9. 10	Dreibholz, Rudolf	5. 2. 24	Geitz, Eduard	1. 10. 27
Bergmann, Hedwig	7. 2. 21	Drescher, Robert	16. 4. 09	Gelbert, Hans	17. 9. 24
Bergmann, Walter	6. 10. 26	Dupke, Paul	18. 12. 24	Gelbrich, Arthur	i. R. 19. 2. 15
Bernhardini Margarete	2. 2. 28	Dürschmidt, Paul	10. 10. 27	Gelinsky, Ernst	i. R. 11. 11. 14
Beuter, Paul		Durst, Willi	29. 8. 26	Gerstel, Erich	i. R. 16. 4. 06
Dr. rer. pol.	2. 1. 27	Duscha, Walter	i. R. 22. 11. 12	Geschke, August	i. R. 21. 8. 07
Beyer, Bruno	i. R. 19. 8. 12	Düsing, Werner, Dr. phil.	1. 8. 27	Glocksin, Martha	3. 10. 21
Beyer, Minna	26. 4. 26	E bel, Max	1. 1. 25	Gloszeit, Edwin	i. R. 16. 6. 23
Bielitz, Wulf	1. 1. 26	Ebert, Paul	i. R. 23. 11. 16	Göbel, Alfred	16. 8. 27
Bischoff, Kurt	1. 3. 25	Ebinger, Olga	5. 11. 18	Goebel, Kurt	5. 9. 25
Bitzkus, Wilhelm	i. R. 10. 5. 10	Edert, Reinhard	i. R. 12. 2. 25	Goeke, Anna	28. 1. 28
Blümel, Karl	i. R. 1. 2. 13	Effenberg, Viktor	15. 9. 24	Göllner, Hans	i. R. 16. 2. 12
Bodel, Paul	2. 6. 10	Ehrendreich, Willy	12. 10. 24	Gothe, Albrecht, Dr. phil.	1. 1. 20
Boeckh, Helene	i. R. 19. 4. 20	Eichel, Margarete	4. 4. 23	Gottbehüt, Max	i. R. 15. 10. 12
Boemfeld, Erich	11. 4. 28	Eichholz, Bruno	12. 4. 19	Goltschalk, Franz	7. 5. 21
Böhnke, Erich	12. 3. 28	Elfeldt, Fritz	i. R. 1. 6. 13	Götz, Richard	i. R. 5. 6. 13
Bolz, Fritz	11. 7. 27	Else, Anna	i. R. 14. 6. 19	Götzmann, Margarete	27. 7. 22
Bonatz, Rudolf	18. 12. 25	Engelhardt, Georg	11. 5. 27	Gravel, Else	i. R. 22. 11. 21
Born, Johanna	1. 2. 23	Ernesti, Berta	16. 6. 22	Grewé, Albert	17. 2. 28
Bötcher, Wilhelm	16. 5. 25	Ernst, Julius	22. 5. 25	Grimpe, Erich	12. 12. 23
von Brackel, Arnold	20. 1. 28	Exner, Karl	12. 3. 12	Gronau, Emil	13. 4. 26
Brauns, Erich	i. R. 2. 1. 05	F asold, Walter	10. 8. 26	Grubert, Werner	11. 9. 25
Breitenfeld, Erich	1. 10. 20	Fehse, Paul	i. R. 10. 10. 05	Grüneich, Robert	29. 4. 25
Bretke, Ida	i. R. 31. 5. 07			Grunemann, Harry	i. R. 18. 6. 17
Broetzmann, Arthur	3. 5. 24			Grünert, Frieda	i. R. 11. 9. 19
				Grütz, Erich	i. R. 1. 4. 12

Guder, Hedwig	15. 2. 11	Jörend, Hermann	i. R. 10. 1. 14	Krüger, Bruno	19. 8. 26
Gummlich, Kurt	i. R. 6. 10. 63	Jost, Mathias	i. R. 1. 11. 19	Krüger, Ella	i. R. 29. 4. 19
Günther, Hedwig	29. 10. 25	Jung, Emmy	21. 11. 27	Krüger, Emil	i. R. 26. 2. 13
Haferkorn, Otto	i. R. 12. 7. 16	Junge, Willi	2. 11. 27	Krüger, Otto	24. 9. 23
Hagemeister, Elise	28. 2. 25	Käfer, Hermann	1. 7. 24	Krüger, Werner	2. 10. 22
Hagen, Ernst	1. 2. 26	Kahl, Marie	i. R. 13. 8. 10	Kube, Käte	i. R. 21. 5. 23
Hagen, Maria	i. R. 1. 4. 05	Kaminski, Margarete	i. R. 16. 6. 21	Kucke, Willy	15. 6. 27
Hahn, Ernst	i. R. 1. 10. 12	Kämmerer, Charlotte	1. 1. 21	Kuhles, Arno	i. R. 13. 1. 11
Hahn, Martha	i. R. 31. 1. 18	Kannwitz, Fritz	1. 12. 17	Kühlewind, Walter	1. 1. 24
Hallböck, Gustav	20. 6. 23	Karpe, Willi	i. R. 17. 2. 25	Kühn, Ella	i. R. 24. 4. 17
Handtrag, Martin	i. R. 4. 12. 16	Karwatka, Fritz	15. 5. 28	Kühne, Max	i. R. 1. 12. 04
Hartwig, Arthur	i. R. 5. 10. 11	Kasburg, Wilhelm	2. 5. 26	Kühne, Otto	i. R. 6. 9. 06
Hass, Paul	i. R. 25. 1. 26	Kauder, August	i. R. 1. 8. 05	Kujahn, Margarete	29. 11. 19
Hasselberg, Else	15. 11. 27	Keller, Klara	i. R. 22. 8. 12	Kulbe, Erich	10. 4. 22
Hasselkus, Ernst	i. R. 1. 7. 12	Kellermann, Erich	14. 10. 12	Kunath, Paul	i. R. 18. 8. 14
Haubenschild, Paul	i. R. 6. 12. 06	Kern, Otto	3. 1. 27	Kuntze, Oskar	i. R. 1. 7. 12
Hausmann I, Paul	30. 6. 24	Kettner, Berta	i. R. 14. 7. 09	Kupczyk, Paulus	i. R. 11. 4. 23
Hausmann II, Paul	5. 10. 25	Kieken, Charlotte	i. R. 24. 10. 10	Kupke, Magdalene	i. R. 6. 5. 20
Hayes, Erna	i. R. 23. 9. 15	Klaedike, Kurt	18. 9. 24	Lablack, Karl	i. R. 5. 9. 18
Heese, Charlotte	i. R. 1. 6. 21	Klahr, Albert	3. 4. 25	Labs, Albert	4. 10. 22
Heffner, Karl	i. R. 1. 1. 14	Klaszczyński, Walter	2. 4. 28	Lahme, Wilhelm	i. R. 4. 4. 11
Heinrichs, Auguste	i. R. 16. 3. 16	Kleemann, Werner	26. 7. 27	Lange, Wilhelm	8. 1. 24
Heinrichs, Elsbeth	i. R. 1. 2. 16	Kleiber, Richard	i. R. 27. 9. 03	Langner, Alfred	1. 4. 26
Hellwig, Otto	i. R. 31. 8. 09	Kleindienst, Erich	5. 9. 26	Lansberg, Wilhelm	i. R. 12. 1. 14
Helmchen, Alwine	i. R. 3. 8. 19	Kleinow, Arthur	i. R. 28. 12. 06	Larys, Maria	i. R. 5. 3. 27
Hennig, Käthe	2. 6. 19	Klempin, Emma	i. R. 28. 5. 14	Lausch, Hedwig	28. 4. 25
Hennig, Pelagia	1. 3. 23	Kletscher, Hermann	i. R. 1. 4. 09	Lauterbach, Berta	6. 6. 23
Hensel, Charlotte	1. 11. 18	Klewitz, Wilhelm	i. R. 19. 7. 16	Laux, Franz	i. R. 10. 8. 09
Herde, Paul	i. R. 16. 7. 10	Klingbeil, Frieda	7. 1. 26	Lebrenz, Walter	i. R. 15. 9. 08
Herrmann, Wally	i. R. 1. 10. 19	Klingbeil, Klara	13. 3. 19	Leck, Anna	i. R. 15. 8. 18
Herrmann, Willy	i. R. 4. 3. 11	Klingner, Karl	i. R. 17. 12. 13	Leeker, August	i. R. 13. 11. 17
Herzberg, Max	6. 3. 22	Klinke, Katharina	i. R. 21. 4. 24	Lehle, Wilhelm	i. R. 25. 5. 10
Heske, Erna	26. 11. 22	Knickbein, Bruno	i. R. 15. 6. 15	Lehmann, Arthur	3. 7. 22
Hesselberg, Robert	1. 11. 13	Klotz, Ernst	1. 8. 25	Lehmann, Emil	i. R. 23. 1. 23
Heymann, Herbert,		Klug, Kurt	3. 1. 26	Lehmann, Erna	i. R. 15. 5. 19
Dr. rer. pol.	15. 4. 25	Knobel, Margarete	16. 2. 15	Lehmann, Georg	25. 6. 25
Himmelmann,		Knopf, Gertrud	5. 6. 27	Lehmann, Johanna	15. 8. 26
Wilhelm	20. 12. 23	Kobliske, Erna	29. 8. 23	Lehmann, Margarete	i. R. 31. 12. 16
Hinger, Wilhelm	i. R. 6. 1. 25	Koch, Rudolf	3. 3. 19	Lehmann, Walter	10. 8. 27
Hinz, Anna	i. R. 2. 11. 17	Kockat, Else	29. 10. 25	Leib, August	i. R. 1. 8. 08
Hitzschke, Fanny	i. R. 5. 6. 24	Kockel, Fritz	i. R. 5. 5. 13	Leitner, Willy	1. 10. 20
Hoelz, Elise	19. 7. 20	Koehler, Felix	i. R. 20. 1. 10	Lemm, Margarete	1. 1. 24
Hoffmann, Alfred	i. R. 28. 3. 22	Koepke, Meta	i. R. 7. 7. 17	Lenz, Ernst	i. R. 17. 12. 19
Hoffmann, Heino	i. R. 31. 5. 20	Kohl, Walter	3. 4. 28	Lenzin, Frieda	16. 10. 17
Hoffmann, Hildegard	i. R. 19. 12. 10	Kohler, Erna	15. 10. 26	Lech, Paul	i. R. 1. 1. 13
Hoffmann, Karl	i. R. 29. 12. 11	Köhler, Charlotte	17. 9. 22	Leß, Gertrud	i. R. 1. 8. 13
Höpfner, Frieda	15. 5. 19	Kölling, Marie	11. 7. 25	Letz, Artur	17. 7. 18
Höring, Adolf	1. 4. 27	Kondla, Maria	i. R. 20. 12. 19	Liebe, Lothar	i. R. 24. 11. 16
Horn, Edwin, Dr. jur.	1. 3. 28	König, Elisabeth	i. R. 13. 3. 23	Liebich, Fritz	21. 4. 27
Horn, Georg	1. 1. 28	Köppen, Martha	20. 2. 21	Liebner, Martha	i. R. 26. 12. 19
Horn, Walter	25. 3. 15	Korduan, Paul	19. 1. 26	Liedtke, Gertrud	i. R. 2. 4. 17
Howirk, Emma	i. R. 18. 2. 19	Kornell, Elise	i. R. 1. 1. 18	Liedtke, Hans	27. 3. 26
Hrudzik, Arthur	i. R. 24. 6. 19	Kossack, Berta	i. R. 7. 4. 13	Liedtke, Margarete	18. 6. 23
Hübel, Karl	i. R. 11. 6. 17	Kowalski, Karl	28. 6. 24	Lietz, Elisabeth	7. 8. 26
Hühn, Curt	11. 8. 25	Kraemer, Ottilie	i. R. 18. 12. 23	Linz, Erich	1. 1. 28
Hük, Else	i. R. 1. 7. 19	Krafft, Marie	i. R. 22. 3. 15	Lippert, Elise	8. 4. 22
Hungerland, Willy	20. 2. 26	Krause, Alois	i. R. 16. 7. 20	Liß, Ernst	i. R. 1. 8. 06
Huschga, Walter	15. 10. 23	Krause, Eugen	10. 11. 27	List, Minna	i. R. 5. 3. 20
Hüser, Hermann	i. R. 21. 9. 25	Krause, Friedrich	2. 11. 23	Lobback, Curt	10. 2. 28
Jacob, Walter	1. 6. 26	Krebs, Walter	i. R. 16. 12. 12	Löbnitz, Luise	i. R. 18. 6. 17
Jaensch, Willi	28. 9. 25	Krepel, Richard	1. 2. 26	Lock, Michael	8. 2. 18
Jahn, Georg	i. R. 1. 4. 17	Kresse, Heinrich	16. 4. 28	Loeser, Georg	10. 4. 22
Jahnke, Hans	3. 1. 23	Kretschmann, Hedwig	i. R. 14. 11. 24	Löhnig, Emil	i. R. 15. 6. 14
Jahnke, Julius	31. 8. 25	Kretschmar, Paul	i. R. 1. 1. 21	Lohse, Wilhelm	i. R. 8. 2. 20
Jancke, Paul	i. R. 1. 9. 05	Kretlow, Otto	i. R. 14. 8. 15	Lösch, Robert	15. 4. 26
Janshen, Hermann	1. 10. 22	Kreuzer, Ernst	20. 3. 23	Lotz, Johannes	15. 10. 23
Jauer, Ella	9. 10. 16	Kriebel, Anna	i. R. 9. 1. 20	Lübke, Franz	i. R. 9. 10. 23
Jedrzejezak, Josef	7. 7. 27	Krietsch, Apolonia	i. R. 31. 5. 08	Lück, Willi	1. 7. 26
Jesse, Wilhelm	10. 7. 26	Krietsch, Max	i. R. 24. 2. 15	Luckau, Margarete	17. 10. 25
Jirchoft, Erna	17. 3. 19	Krining, Richard	i. R. 19. 1. 23	Ludwig, Martha	13. 9. 24
Joachim, Willi	15. 10. 26	Kroll, Herbert	27. 12. 26	Lüttcher, Walter	16. 5. 24
		Kroworz, Paul	1. 8. 27	Lux, Heinz, Dr. techn.	1. 12. 24

Maaß, Bruno	18. 5. 25	Ody, Paul	i. R. 20. 3. 20	Riedel, Paul	6. 1. 26
Maaß, Willi	11. 7. 13	Ohle, Dora	2. 11. 17	Ringleb, Meta	i. R. 16. 5. 23
Mackiewicz, Walter	1. 5. 23	Ohle, Hans	23. 6. 19	Ritter, Johannes	1. 1. 24
Maerzke, Edgar	18. 3. 25	O'Kelly, Richard	i. R. 2. 5. 23	Ritter, Karl	i. R. 5. 2. 20
Maetzke, Fritz	15. 10. 20	Opitz, Georg	21. 10. 27	Röhl, Else	i. R. 10. 6. 18
Maier, Hermann	1. 11. 23	Ortmann, Anna	i. R. 4. 10. 20	Röhr, Rudolf	16. 3. 21
Mann, Martha	6. 11. 24	Ossowski, Peter	i. R. 31. 8. 17	Rosemann, Hermann	1. 1. 28
Mantz, Rudi	1. 10. 25	Otto, August	i. R. 1. 10. 22	Rosenberger, Margarete	18. 12. 19
Marczak, Josef	i. R. 14. 6. 20	Otto, Elfriede	16. 3. 28	Rothe, Horst, Dr. Ing.	1. 5. 27
Marggraf, Willi	2. 12. 27	Otto, Frieda	i. R. 16. 3. 20	Rothe, Walter	1. 5. 17
Markgraf, Elise	i. R. 20. 11. 17	Pallul, Franz	6. 4. 20	Rückriem, Albert	i. R. 5. 6. 19
Maß, Hans	i. R. 5. 10. 11	Palme, Kurt	1. 2. 26	Rudolph, Kurt	17. 1. 24
Matley, Erwin	1. 11. 24	Pätzold, Richard	i. R. 1. 6. 24	Rudolph, Otto	13. 12. 14
Mayer, Rudolf	i. R. 1. 6. 27	Pawlowski, Erich	20. 4. 28	Rukop, Hans,	
Meier, Erna	28. 12. 20	Pechwitz, Max	23. 2. 21	Prof., Dr. phil.	1. 12. 19
Meißner, Alexander,		Peeck, Paul	i. R. 1. 5. 12	Runge, Wilhelm,	
Prof., Dr. techn.	i. R. 1. 7. 07	Pehrisch, Rudolf	1. 11. 27	Prof. Dr.-Ing.	1. 11. 23
Meißner, Anna	i. R. 15. 7. 25	Penke, Paul	13. 2. 12	Saarmann, Gertrud	5. 11. 23
Meißner, Gertrud	11. 1. 18	Perlick, Erich	i. R. 1. 10. 24	Sachs, Klara	i. R. 2. 3. 17
Melka, Bronislaus	6. 8. 21	Perlick, Walter	28. 11. 14	Sachse, Fritz	12. 9. 26
Melzer, Margarete	i. R. 18. 5. 19	Perrot, Anna	i. R. 4. 2. 20	Sasse, Arthur	5. 10. 27
Menge, Alfred	i. R. 28. 3. 11	Persike, Helene	13. 7. 26	Sauer, Gertrud	i. R. 12. 6. 13
Meyer, Wilhelm	20. 5. 20	Peter, Arthur	11. 8. 23	Schadewald, Fritz	i. R. 17. 8. 24
Michaelis, Gertrud	6. 4. 26	Petrage, Emilie	i. R. 15. 2. 17	Schäfer, Hans	12. 8. 24
Michel, Friedrich	13. 12. 23	Pfeiffer, Otto	i. R. 20. 8. 01	Schäfer, Käthe	25. 1. 27
Michels, Artur	20. 6. 27	Philipp, Walter	17. 7. 13	Schäfflein, Erich	1. 6. 27
Mielke, Marie	i. R. 4. 10. 11	Pichola, Karl	16. 4. 28	Schall, Hans	18. 12. 16
Mierau, Albert	2. 5. 20	Pietsch, Walter	14. 5. 25	Schalow, Alfred	i. R. 2. 5. 23
Milde, Heinz	15. 2. 27	Poetsch, Clara	i. R. 14. 5. 17	Scharfe, Heinrich	i. R. 6. 10. 09
Mirachi, Hieronymus	30. 9. 18	Pohle, Otto, Dr. phil.	1. 10. 21	Scheffler, Richard	i. R. 15. 4. 14
Möbius, Fritz	20. 2. 25	Polenski, Paul	10. 6. 22	Scheiwe, Erich	22. 1. 23
Moderegger, Edith	7. 5. 24	Pomnitz, Georg	i. R. 15. 2. 18	Schenk, Dorothea	i. R. 2. 5. 18
Molinski, Gerhard	15. 8. 21	Powilleit, Heinrich	24. 4. 20	Schenk, Frieda	18. 5. 16
Möllendorf, Hulda	i. R. 1. 7. 12	Prange, Willy	1. 8. 14	Scherbening, Hermann	2. 5. 26
Morack, Anna	i. R. 19. 3. 12	Prechtel, Frieda	7. 1. 26	Schestokat, Berta	i. R. 25. 1. 22
Mosig, Waldemar	27. 11. 27	Priebe, Arthur	25. 6. 18	Schimmek, Paul	i. R. 29. 11. 17
Motzkus, Bruno	1. 8. 23	Priebe, Gertrud	1. 2. 18	Schlösser, Emil	i. R. 30. 9. 09
Mueller, Hermann	10. 3. 19	Priepke, Otto	12. 6. 17	Schlösser, Richard	25. 9. 17
Mulack, Gertrud	25. 6. 26	Prinsler, Margarete	2. 11. 26	Schlüter, Ernst	i. R. 1. 12. 22
Müller, Arthur	20. 7. 14	Prinz, Fritz	1. 11. 23	Schmeißer, August	i. R. 3. 4. 13
Müller, Ernst	i. R. 6. 1. 05	Pröscholdt, Franz	i. R. 18. 12. 05	Schmekel, Friedrich	29. 5. 27
Müller, Käthe	7. 2. 27	Protze, Curt	1. 9. 27	Schmidt, Arthur	i. R. 1. 1. 09
Müller, Martha	i. R. 3. 1. 16	Pulfrich, Hans, Dr. phil.	1. 10. 16	Schmidt, Dora	20. 7. 25
Müller, Max I	i. R. 22. 6. 11	Pult, Alfred	1. 10. 16	Schmidt, H. C.	1. 5. 22
Müller, Max II	i. R. 16. 7. 07	Purann, Hermann	i. R. 18. 10. 20	Schmidt, Heinz	1. 4. 24
Müller, Paul I	i. R. 7. 10. 07	Pusch, Julius	i. R. 1. 1. 13	Schmidt, Hermann	i. R. 1. 4. 11
Müller, Paul II	i. R. 1. 10. 12	Püschel, Willi	20. 2. 25	Schmidt, Karl	i. R. 23. 7. 06
Müllner, Edmund	i. R. 1. 10. 10	Quade, Walter	i. R. 15. 11. 15	Schmidt, Maria	i. R. 9. 2. 20
Mundt, Oswald	i. R. 9. 3. 23	Radtko, Wilhelm	28. 2. 19	Schmitten, Kurt	i. R. 21. 8. 19
Munkeiwitz, Herbert	16. 6. 25	Rasch, Curt	i. R. 18. 9. 13	Schnitzeler, Peter	1. 9. 25
Munko, Hyazinth	i. R. 14. 10. 12	Ratajczak, Gertrud	i. R. 13. 11. 14	Schnutz, Karl	i. R. 28. 10. 25
Muth, Ernst	i. R. 8. 5. 15	Ratsch, Berta	i. R. 8. 10. 18	Schön, Else	i. R. 25. 11. 22
Muth, Herbert	7. 1. 26	Raube, Fritz	i. R. 28. 12. 17	Schoen, Kurt	i. R. 22. 9. 19
Nairz, Otto	i. R. 1. 10. 13	Rautenstock, Otto	i. R. 7. 5. 24	Scholz, Paul	i. R. 22. 5. 06
Naß, Elfriede	5. 3. 18	Rauter, Richard	20. 1. 23	Schötz, Selma	i. R. 7. 11. 16
Nehls, Maria	i. R. 5. 12. 17	Reber, Hermann	i. R. 20. 6. 07	Schramm, Anna	i. R. 5. 11. 09
Neuenfeldt, Fritz	15. 9. 26	Rechenberg, Johanna	6. 9. 18	Schramm, Else	i. R. 3. 1. 18
Neuhaus, Martha	21. 2. 23	Redlin, Karl	i. R. 8. 8. 25	Schramm, Willi	i. R. 1. 10. 05
Neumann, Anna	22. 9. 27	Rehlinger, Elisabeth	13. 5. 19	Schröder, Anna	i. R. 16. 6. 19
Neumann, Erna	17. 6. 19	Reinhard, Eugen	i. R. 9. 5. 04	Schröder, Elise	i. R. 9. 11. 16
Neumann, Hermann	i. R. 15. 4. 10	Rex, Alfred	4. 11. 16	Schröder, Wilhelm	24. 12. 24
Neumann, Willi	i. R. 1. 7. 21	Ribbach, Hans	1. 5. 21	Schröter, Oswald	22. 10. 23
Nickel, Ernst	23. 4. 26	Richardt, Friedrich	i. R. 1. 9. 13	Schubart, Friedrich	24. 1. 17
Niedergesäß, Max	24. 8. 24	Richter, Erich	2. 7. 22	Schuch, Adele	i. R. 14. 10. 18
Nießner, Anton	i. R. 14. 3. 23	Richter, Johann,		Schuetze, Erna	i. R. 25. 6. 17
Nikolinski, Marg.	i. R. 8. 11. 12	Dr. phil.	15. 4. 25	Schultz, Carl-Hans	1. 7. 19
Nitsch, Gertraude	8. 4. 20	Richter, Kurt	15. 4. 20	Schultz, Emma	i. R. 10. 10. 11
Noack, Martha	i. R. 21. 6. 16	Richter, Max	i. R. 27. 9. 10	Schultz, Fritz	15. 3. 26
Noack, Paul	8. 9. 26	Richter, Wilhelm	i. R. 1. 12. 16	Schultz, Gertrud	i. R. 27. 7. 08
Nothnagel, Paul	i. R. 29. 3. 12	Riedel, Anna	i. R. 9. 8. 12	Schultz, Oskar	i. R. 3. 12. 13
Nowack, Margarete	i. R. 11. 9. 25			Schulz, Albert	13. 2. 27
Nowicki, Maria	29. 10. 17			Schulz, Anna	i. R. 25. 6. 22

Schulz, Erich	i. R.	7. 10. 14	Teichwedel, Helene	i. R.	2. 4. 22	Wenzlaff, Minna	i. R.	11. 7. 12
Schulz, Frieda	i. R.	18. 10. 16	Tetzlaff, Frieda	i. R.	30. 3. 22	Werner, Martha		27. 12. 24
Schulz, Kurt		21. 12. 22	Theuer, Gertrud		14. 10. 18	Werner, Rudolf	i. R.	24. 11. 20
Schulz, Richard		13. 3. 24	Thiele, Hermann	i. R.	29. 5. 20	Weth, Max, Dr. phil.	i. R.	20. 10. 19
Schulze, Gertrud	i. R.	18. 7. 17	Thierfelder, Karl	i. R.	1. 6. 16	Wetzel, Georg		21. 1. 28
Schumacher, Eugen	i. R.	18. 3. 18	Tiburtius, Friedrich	i. R.	1. 4. 13	Wiegand, Erich, Dr. Ing.		26. 8. 21
Schumann, Georg	i. R.	29. 4. 25	Triebisch, Valeska	i. R.	2. 3. 17	Wiehe, Martha	i. R.	17. 5. 14
Schwab, Martin		27. 4. 22	Trinks, Charlotte		19. 4. 28	Wierschke, Karl		1. 4. 25
Schwill, Elise	i. R.	28. 9. 16	Trinks, Walter		30. 9. 27	Wierschke, Reinhold	i. R.	13. 3. 12
Schwinderlauf, Helnr.		30. 1. 28	Trippner, Otto		17. 10. 18	Wiese, Wilhelm	i. R.	25. 8. 14
Schwinn, Lina	i. R.	15. 1. 20	Trofast, Ingeborg	i. R.	26. 11. 15	Wiesner, Karl	i. R.	11. 6. 07
Schwarz, Karl	i. R.	8. 2. 05	Trojahn, Friedrich		25. 9. 26	Wilhelm, Fritz		23. 1. 18
Seipp, August		1. 3. 25	Trost, Arthur		10. 9. 17	Wilke, Ernst		17. 11. 17
Seelig, Karl	i. R.	26. 9. 05	Tschackert, Rudolf		28. 8. 26	Wilke, Frieda		1. 5. 17
Selinger, Erna		20. 4. 22	Turek, Karl	i. R.	5. 4. 10	Winkler, Marta	i. R.	22. 1. 18
Selle, Friedrich	i. R.	10. 2. 20				Wipperling, Willi		11. 4. 10
Sesterhenn, Josef		1. 3. 25	U hlisch, August		21. 4. 27	Witthöft, Hans-Harm		13. 3. 26
Seyffert, Julie	i. R.	15. 7. 16	Ulrich, Helmuth		5. 8. 20	Wittig, Anna	i. R.	12. 3. 05
Siedentopf, Oskar	i. R.	2. 10. 11	Urban, Fritz		15. 3. 23	Wittmann, Max		16. 5. 24
Siekierski, Stephanie	i. R.	22. 2. 13	Usbeck, Otto	i. R.	20. 6. 11	Witzthum, Hermann	i. R.	21. 11. 16
Siewert, Alexander	i. R.	1. 4. 04	Usenbinz, Max		29. 6. 22	Wittschewsky, Helmut		12. 3. 23
Simke, Hans		1. 4. 27				Wizorka, Margarete		23. 6. 21
Smukalski, Karl	i. R.	15. 9. 19	V etter, Johanna		9. 11. 09	Wolf, Georg		27. 7. 20
Soeder, Hermann		2. 10. 22	Vogel, Marianne		26. 10. 27	Wolf, Margarete		22. 10. 24
Sommer, Erna	i. R.	19. 4. 15	Vogel, Martha	i. R.	23. 7. 25	Wolfert, Gertrud		17. 1. 28
Sonntag, Alfred		3. 5. 28	Vogel, Max	i. R.	2. 3. 12	Wollex, Friedrich		20. 10. 22
Sonntag, Carl	i. R.	12. 6. 22	Voigtländer, Albert		29. 6. 20	Woyth, Ernst		19. 11. 23
Sprengel, Willi		1. 4. 25				Wroblewski, Emma	i. R.	17. 3. 11
Sprenger, Erich		15. 10. 11	W ächter, Karl		30. 1. 23	Wruck, Erich	i. R.	15. 10. 13
Stadthaus, Erich		1. 12. 24	Wacker, Erich		28. 4. 24	Wühn, Friedrich	i. R.	1. 12. 24
Stalschuß, Walter		1. 10. 24	Wagner, Ernst	i. R.	3. 9. 14	Wunderling, Wilhelm		29. 9. 25
Stangowski, Martha	i. R.	15. 10. 12	Wahle, Auguste		1. 3. 26	Wünsch, Erika		3. 3. 28
Stark, Friedrich	i. R.	1. 1. 13	Wahnelt, Elsbeth	i. R.	3. 8. 22	Wuschig, Georg		14. 2. 18
Statz, Willi, Dr. phil.	i. R.	17. 7. 22	Wallenhauer, Herm.	i. R.	1. 1. 11	Wuttke, Erwin	i. R.	3. 5. 14
Stein, Otto	i. R.	11. 7. 21	Walter, Max	i. R.	15. 3. 20	Wywijas, Franz		11. 5. 10
Steller, Otto	i. R.	1. 1. 12	Wank, Erich		8. 5. 22			
Stenzel, Paul		19. 11. 25	Warns, Karl		22. 9. 24	Z abel, Karl		30. 6. 22
Stichel, Franz	i. R.	9. 11. 03	Waskowiak, Albert	i. R.	7. 5. 08	Zach, Richard	i. R.	14. 10. 12
Stief, Martha	i. R.	1. 1. 15	Weber, Richard	i. R.	10. 3. 13	Zadow, Gustav	i. R.	12. 6. 11
Stieler, Johannes		10. 3. 22	Wedekind, Artur		9. 2. 24	Zahmel, Erwin		24. 5. 28
Stoll, Hermann		28. 10. 24	Wege, Paul	i. R.	2. 8. 14	Zarnedsky, Heinrich	i. R.	1. 1. 12
Stoll, Hertha		10. 2. 22	Wegener, Otto		18. 9. 26	Zeise, Rudolf		7. 6. 23
Stöwer, Willy		12. 5. 25	Wegener, Wilhelm	i. R.	18. 8. 20	Zeising, Walter	i. R.	12. 10. 04
Strach, Anna	i. R.	4. 7. 23	Wegner, Karl		7. 7. 22	Zimmermann,		
Strauch, Erich		27. 1. 28	Wehrmann, Elsbeth	i. R.	28. 12. 16	Gertrud	i. R.	10. 3. 20
Stüdermann, Luise	i. R.	1. 11. 17	Weicherl, Willi		17. 7. 27	Zobel, Richard	i. R.	28. 8. 07
Streubel, Ewald		20. 3. 28	Weiland, Gertrud		30. 11. 19	Zoeger, Fritz		14. 10. 21
			Weingart, Berta		4. 9. 24	Zug, Karl		24. 8. 25
T annenberg, Willy	i. R.	22. 4. 25	Weiß, Marie	i. R.	12. 2. 18	Zwerg, Hermann		20. 4. 21
Tätz, Paul		15. 3. 26	Wenkemann, Frieda		5. 6. 27	Zupp, Elfriede		3. 10. 27

100 Hefte Telefunken-Zeitung

Das erste Heft der Telefunken-Zeitung erschien im Juli 1911, herausgegeben von dem damaligen Vorstandsmitglied von Telefunken, *Hans Bredow*, dem späteren Dr.-Ing. E. h. und Reichsrundfunkkommissar. Anschließend wirkten Direktor *K. Solff*, Prof. Dr. *F. Schröter*, *M. Lock* und bis 1950 *O. Nairz* als Schriftleiter. Während der beiden Weltkriege entstanden Unterbrechungen von mehreren Jahren. Von Heft 75 (1937) bis Heft 82 (1939) mußte die Bezeichnung „Telefunken-Hausmitteilungen“, von Heft 83 (1940) bis Heft 86 (1941) die Bezeichnung „Telefunken-Mitteilungen“ gewählt werden. Mit dem Wiedererscheinen nach dem 2. Weltkrieg (1950) wurde aufs neue der alte Titel gewählt. Beginnend mit Heft 87/88 zeichnete Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. *H. Rukop* als Herausgeber.

Sie alle haben sich mit ihrer Arbeit dafür eingesetzt, daß die Geschichte Telefunken der Nachwelt erhalten bleibt, daß die bei Telefunken gewonnenen technischen Fortschritte und wissenschaftlichen Erkenntnisse der Fachwelt bekannt und verdienstvolle Mitarbeiter gewürdigt wurden. In diesem Sinne soll die Telefunken-Zeitung auch in Zukunft geleitet werden.

Die Schriftleitung

Summary

The Days of the Spark Transmitter

By J. Zenneck

p. 153

In those days when the electromagnetic waves discovered by Hertz were used by Marconi for the first time to establish wireless communications fit for practical use, two groups were working in Germany at the development of wireless telegraphy: the Braun-Siemens group and the Slaby-Arco group, the latter working in cooperation with the AEG. After some initial disputes about patents and other questions, the two groups amalgamated in 1903 on the 27th of May. The product of this amalgamation was the Telefunken Company.

The simple shock-excited spark transmitter initially used was soon replaced by the coupled transmitter of Braun and early in 1906 Telefunken introduced the quenched spark transmitter which ensured an essential improvement of wireless reception and a considerable extension of the transmission range. — The receivers first worked with the coherer and later with the crystal detector and other types of rectifiers. The effect of the hot cathode had been discovered by A. Wehnelt as early as 1904. It was used by I. A. Fleming in 1905 for receiving purposes. In 1906 there followed the Lieben-Reiss tube permitting for the first time both rectification and amplification of currents, as well as the tube designed by de Forest. — For the measurement of currents hot-wire instruments were chiefly used at that time, while frequency measurements were made with the aid of the "wavemeters" of Franke and Doenitz and the Slaby rod. — The first antennae merely consisted of a vertical wire. Since a height of 30 metres for the antenna masts could yet be realized without any great difficulties, the wavelength was fixed at about 120 metres. It was not before efforts were made with a view to increasing the radiated power that the capacity and height of the antennae were continuously increased so that one got little by little into the field of the long waves, actually up to about 20,000 metres.

Despite of all difficulties which had to be overcome in the spark era of wireless telegraphy, this era was a very interesting and romantic one where especially in the wireless receiver any and all things of the vast field of physics which could be of advantage to this new means of communication were brought together and tried out. It was also the era where men not only looked yearningly into the Promised Land of undamped oscillations but also set about entering into it on the most different ways.

The Days of the Machine Transmitters

By A. Meissner

p. 159

The machine transmitter operating with a high-frequency alternator, nowadays superseded by the vacuum tube transmitter, constituted at the time of its introduction (1912/1913) the most promising means of attaining considerable transmission ranges. In those days nobody had any idea of the peculiar behaviour of short waves. For this reason all efforts of the radio engineers were directed towards the generation of long undamped waves of high power. The high antenna towers indispensable for good radiation were at that time the characteristic feature of the powerful radio stations for transoceanic traffic. In Germany there originated from a Telefunken experimental station of moderate size the well-known long distance radio station of Nauen. It was already in 1914 that radio communication with the United States could be established from there. Radio traffic with the German colonies (Togoland) had started as early as 1912 with the aid of quenched spark transmitters. A preliminary condition for the introduction of the machine transmitter was the adoption of heterodyne reception which was greatly facilitated by the use of small local oscillators. The high frequency stability of the machine transmitter necessary for heterodyne reception was ensured with the aid of special regulating methods. — After the war numerous high-power radio stations with H. F. alternators were yet erected at home and abroad until the discovery of the propagation conditions in the domain of short waves forced technical development into another direction.

Tubes, Broadcasting, and Short Waves

By H. Rukop, K. Steimel and H. Rothe

p. 165

The development of the vacuum tube which commenced with the gas-filled Lieben valve (in 1906) was the indispensable prerequisite to broadcasting and the generation of short waves. In 1914 H. Rukop of the Telefunken Company had already designed a two-stage low-frequency amplifier and water-cooled tubes with an output power of 5 kw were already constructed in 1918. Vacuum tube technique and that of broadcasting and shortwave transmitters pushed on each other in reciprocal action. The frequency stability of the transmitters was improved to a higher order by adopting the principle of separate excitation which was based on the high-frequency amplification disclosed by O. v. Bronk as early as 1911. The introduction of broadcasting not only gave rise to a rapidly increasing demand for receiving tubes, but also to entirely new technical requirements so that pentodes and hexodes for frequency conversion and fading regulation had to be developed. This work was accompanied by the development of different types of cathodes which made it possible to pass from the battery-fed receiver to the mains-operated set. Special tube types as well as picture tubes had to be created for television which in Germany had already come into being before the war. The type RV-12-P-2000 pentode developed for the requirements of the armed forces was manufactured in very large series. Since 1935 the Telefunken engineers also worked at the magnetron and other tubes for the generation of decimetric and centimetric waves, these tubes were partly made of metal and ceramics. Transmitter-receiver switches, the so-called nullodes, were developed to meet the specific requirements of radar technique. After the war it was necessary above all to meet the increasing demand for VHF transmitting and receiving tubes. In addition, miniature tubes were created which are known as „Pico Tubes“. In the field of high-power transmitting tubes water cooling was abandoned in favour of forced air cooling. There is no doubt that the interplay between the activities of tube designers and equipment engineers of the Telefunken Company will lead to outstanding technical achievements also in times to come.

Looking back on 30 Years of Broadcasting in Germany

By H. Bredow

p. 177

The author had made demonstrations of wireless speech and music transmission in the United States as early as 1913 and carried out basic experiments with vacuum tube transmitters at the western front during the first world war. At the same time similar experiments were made on the other side of the front by the British who saw in them later the natal hour of British broadcasting.

Despite the many difficulties which Germany had to overcome after the war, the engineers succeeded as early as 1921 in starting systematic transmission trials which eventually led to the establishment of 10 broadcasting companies and of the "Reichs-Rundfunk-Gesellschaft" in which they all merged. This work was efficiently supported by the German radio industry. Telefunken has above all placed all its patents at the disposal of radio manufacturers although it would have been possible for the Telefunken Company with the aid of these protection rights to maintain a monopoly in Germany. Not only the basic patents but also any new experience gained by Telefunken were made available to trustworthy and capable firms against payment of royalties contractually agreed upon.

Television, Radio Links and Radio Navigation

By W. T. Runge

p. 181

The introduction of the high-vacuum tube first paved the way for broadcasting and long-distance radio traffic on short waves, two fields of application which in return also had a marked influence on the development of the tube. Towards the end of the twenties of this century activities were also directed towards television and very high frequencies. Two new tasks were thus set to tube designers, viz., tubes for broad-band amplification and for the generation of frequencies of up to 1000 Mc/s.

Television: In addition to broad-band amplifiers and to relaxation oscillators for the production of square-topped pulses and sawtooth wave forms, picture tubes and pickup cameras had to be developed. As far back as 1936, at the time of the Olympic Games in Berlin, high-quality television with 441 lines and interlaced scanning could already be presented, transmission being effected by a 10 kw transmitter on a frequency of about 40 Mc/s.

Radio Links: The generation of metric and decimetric waves made it possible to obtain directional effects of the same kind as in the shortwave field, but with relatively smaller antennae. By that means a new sort of point-to-point transmission was rendered possible which offered an almost unlimited number of additional communication channels. The use of frequency modulation made it possible to attain considerable transmission ranges with but a minimum transmitting power. With the aid of the equipments "Michael" and "Rudolf" a radiocommunication network was established during the war, which extended from the Black Sea to Biarritz and Brest and from Narvik to Crete, Sicily and North Africa; its total length was about 44 000 miles. A substantial progress was initiated by Telefunken by the introduction of time modulation (pulse phase modulation). After the war the decisive factor for radio relay links is no more the rapidity with which such links can be erected and taken down but their economy compared with that of cable lines.

Radio Navigation: Prior to the first world war, at the time of the quenched spark transmitter, the Telefunken Compass had been developed which showed already all characteristic features of a rotating radio beacon. Wireless direction finders, radio range beacons, hyperbolic navigation methods and rotating radio beacons were other milestones on the road to radio navigation. The suggestion to radiate pulses and receive the reflected pulses had already been made by *Hülsmeier* in 1904, but could not be realized at that time. The author himself has made his first measurements of reflection from aircraft in 1935. The advanced technique of decimetric waves, directional antennae and pulses eventually led to the radar apparatus of which a laboratory model existed at Telefunken as early as 1938. The "Würzburg" set (Fig. 6) and the "Würzburg Riese" fire control set for anti-aircraft artillery (Fig. 7) were supplied in large quantities. Similar sets were also used in fighter aircraft for night pursuits (Fig. 8). At the end of the war panoramic aircraft detecting installations with a pulse power of up to 1000 kw (Fig. 9) were also available.

The Future: In the field of radio relay links development will progress towards still shorter wavelengths, the tubes suitable for such high frequencies have partly yet to be developed. In the range of wavelengths below 1 cm, where atmospheric influences make themselves already strongly felt, transmission will probably be effected with the aid of waveguides with the result that frequency bands may become available which are as wide as the entire frequency range hitherto used.

On the Development of Television at Telefunken. — The Past and the Future.

By F. Schröter

p. 191

When in the middle of the twenties of this century the technique of the generation and amplification of oscillations had reached a stage which allowed to think of television as a reality, Telefunken also started experimenting in this field of radio engineering. In that era of mechanical television scanners, which appears to us as an almost fossil one, *Karolus* created in 1923 by the application of the *Kerr* effect an inertialess light-valve which formed the basis not only for the "Telefunken-Karolus-Siemens" picture telegraphy system, but also for the first television experiments. A product of this work, influenced by political events, was the representation of a large-scale picture of a public speaker with the aid of the *Karolus* luminous honeycomb screen (Figs. 2 and 3), a mosaic screen with 10,000 small incandescent lamps controlled by a cathode ray switch (Fig. 4). Soon after, the cathode ray tube of *Braun* was also used for large-screen projection. Fig. 1 shows the demonstration of the apparatus at the Radio Fair in 1939. In the course of the same year a standardized television receiver was developed which had already a picture tube with square screen. Another product of development work was a picture tube for special purposes, tracing 2000 lines and characterized by extremely high resolving power and freedom from distortions.

Telefunken had already recognized at an early stage the importance of the transmission of moving pictures by television. Scanning of the film was first effected by a lens-drum scanner using an arc lamp as light source (Figs. 7a and b) and later by a light spot projected from a cathode ray tube, in conjunction with the *Mechau* projector used with reversal of the light path (green-light film scanner. Fig. 6). The *Mechau* projector was particularly suitable for that purpose owing to the absence of dark intervals and its continuous film motion. For taking live pictures the super-iconoscope was developed. Its sensitivity was ten times greater than that of the iconoscope, which had been used with great success during the 1936 Olympic Games in Berlin.

Backed by the experience they gained during many years, the television engineers of Telefunken will soon have regained the lead taken by other countries. Telefunken also disposes of the bases for future exploitation of those possibilities of television of which no use has hitherto been made in practice. —

50 Years of Antenna Technique

By W. Berndt

p. 197

The term "antennae" originally referred to the tentacles or feelers of the insects, to which the first wire antennae bore a certain resemblance. But in the course of fifty years this resemblance disappeared, a departure from the simple long wires became already evident when with the introduction of short waves the demand for directional antennae arose. The cylindrical reflector (Fig. 1) first used was designed in accordance with optical laws and based on the results of the first experiments made by H. Hertz, but it was soon abandoned in favour of the "dipole curtain" (Figs. 2 and 3) the different types of which were already disclosed first in the Telefunken patents (Fig. 4). Later modifications of same are illustrated in Fig. 5. Fig. 6 shows a directivity pattern of space radiation, Fig. 7 a dipole curtain for very-short waves, and Fig. 8 an experimental array having a particularly broad band.

While the above antennae resolve the problem of concentrating the radiated energy in a predetermined direction, those mentioned hereafter serve the purpose of concentrating the energy in the vertical plane only, whereas radiation in the horizontal plane is omnidirectional. This requirement had not only to be met in regard to short waves (Fig. 10), but also in the field of medium wavelengths (Figs. 12, 13, 14) in order to reduce the fading effects encountered there. Fig. 9 shows how the first short-wave omnidirectional radiators (1932) ultimately transformed into the present-day types of omnidirectional radiators for ultra-short waves of which an example is shown in Fig. 11.

Since it has recently become necessary in some cases to operate several medium-wave radio transmitters on the same wavelength, the problem now exists to suppress the horizontal radiation in certain directions. Examples thereof are the antenna system of the RIAS broadcasting transmitter in the American Sector of Berlin and that of the Hessian Radio on Mount "Hoher Meissner".

Persons and Events. A Review of 50 Years of Telefunken History

By H. Rukop

p. 205

The author presents in concise chronological order the personalities who deserved well of the Telefunken Company. After the foundation of the company 50 years ago, the firms AEG. and Siemens & Halske each held 50% of the company's shares. The first contracts were obtained from German authorities. But wireless apparatus were soon delivered also to merchant vessels and stations for radio telegraphy were erected by Telefunken in all parts of the world. The hot-cathode tube was already used during the first world war, though at first for receiving purposes only. For wireless transmission the machine transmitters with H. F. alternators were still used also after the war, but they were soon superseded by vacuum tube transmitters. Hundreds of thousands of amplifying tubes had already been supplied by Telefunken during the first world war. The end of that war brought Telefunken the confiscation of nearly all its installations abroad and of its investments in foreign companies.

A new vast field of activity was opened by the introduction of radio broadcasting. New patent agreements with other firms of world-wide importance in the field of high-frequency engineering paved the way for orders from abroad. The first transoceanic telegraph traffic was rendered possible by Telefunken as a result of the introduction of short waves. The development of picture telegraphy started at about the same time, followed later by that of television. Research work in the domain of electro-acoustics was a prerequisite to broadcasting and radiotelephonic communications. Telefunken also engaged in the work on sound film and phonograph records.

In the thirties the amount of orders from state authorities increased considerably as did also the number of persons employed (up to 40,000 towards the end of the war). During the war all shares of the Telefunken Company passed into the possession of the AEG. With Germany's breakdown in 1945 Telefunken lost nearly all its property of material value and its personnel was scattered to the four winds. But for all that the company ultimately succeeded in reconstructing itself. — The author concludes his article by mentioning the members of the managing board in office after the war.

1945 — 1953: From Chaos to Renewed World-Wide Prestige

By M. Pohontsch and E. Wiegand

p. 213

"In the next 10 or 20 years we high-frequency specialists of Telefunken who have come alive through the war will hardly be allowed to follow our profession in Germany".

This was in 1945 the general opinion which seemed wholly justified in view of the destroyed workshops and dismantled factories. But a few unswerving men did not despair and remained faithful to their country. In defiance of the enormous difficulties they set to work to build up Telefunken again. They began by repairing radio receivers and manufacturing wheelbarrows, cigar lighters as well as tumblers and gradually their way led to the first new series of radio receivers and the first 100-kw broadcasting transmitter. Meanwhile the first machines for manufacturing radio tubes, pulled out of the ruins and provisionally repaired, have been replaced by modern high-quality machines designed by Telefunken engineers, the production capacity of these new machines being a multiple of that of the old ones. An inspection and control system supervises the entire production from the incoming raw materials to the finished tube.

The sale of sets and complete installations is not limited to Germany. High-power transmitters have been sold and erected in Europe and various countries beyond the seas and VHF radio relay links have also been delivered to other countries. The following article in this journal describes some projects recently brought to an end as well as the equipment designed in connection therewith.

Present-Day Tasks of High-Frequency Engineering

By H. Lange

p. 221

The essential viewpoints discernible in the development of high-frequency engineering (enhancement of economy and reliability of operation, improvement of transmission performance, reduction of dimensions and weight of the apparatus, adaptation to the increasing traffic, opening up of new fields of application and new circles of customers) are explained by the author with reference to the latest Telefunken apparatus and installations.

I. **Transmitting Installations:** Among the commercial transmitters the 20 kw shortwave telegraph transmitters designed for quick wavelength changing and continuous tuning over the entire shortwave range as well as single side-band transmitters with a peak power of 40 kw are specially mentioned. Antenna selector switches of special design are used for optional connection of these transmitters to different directional antennae. Simultaneous utilisation of one antenna for two transmitters plays an important part in the domain of long-wave transmitters. — As far as broadcasting transmitters are concerned, the 300 kw transmitter of the RIAS station in the American Sector of Berlin is particularly worth mentioning. It consists of two parts having a power of 100 kw and 200 kw respectively, both parts being entirely independent of each other. This broadcasting transmitter is compared to the former 500 kw „Deutschlandsender“ at Herzberg. As an example of a suitable combination of medium-wave, ultra-short-wave and television transmitters the transmitting center of the Hessian Radio on Mount „Hoher Meissner“ is described.

II. **Large Type Receiving Installations:** Without giving a comprehensive survey of the receiver technique developed by Telefunken, the author shows some examples of equipment for receiving stations engaged in transoceanic traffic where it pays to use every possible means ensuring an improvement of reception. Diversity reception, maximum stability, most efficient selectivity, maximum suppression of cross modulation, luminous wiring diagram, multiplex operation, elimination of interference, voltage storing device, variable anti-fading regulation, supervisory and measuring devices are the most important features of a large type receiver.

III. **Radio Links:** For the great number of equipments supplied during the war, only such requirements were imposed in regard to quality and number of channels as were absolutely indispensable. The equipments developed after the war had to compete with the cable lines as far as quality and economic operation are concerned. That a radio link can actually meet all requirements was proved by the UHF Radio Link „IDA 24“ operating with pulse phase modulation and 24 channels. The television transmitting equipment „FREDA I“ has been put into use for the television relay link Hamburg-Cologne. In addition to the radio links operating on decimetric (UHF) and centimetric waves (SHF) also those using metric waves (VHF) have gained particular importance after the war. Apart from the radio relay links in operation between Berlin and Western Germany, numerous mobile equipments of this type have been furnished by Telefunken.

IV. **VHF Radiotelephony:** The present production programme of Telefunken also includes fixed and mobile radiotelephony equipments working in the bands of 40, 80 and 160 Mc/s, which are chiefly used by public utility companies, industrial plants, municipal and harbour radio networks and police authorities. Radiotelephony equipments for railway marshalling yards, portable radiotelephone sets (Teleport II with one channel and Teleport III with 12 channels) using the 160-megacycle band, and the „Montavox“ radiotelephone set for use in mines, operating with long waves of 2000 m, are other examples of equipment used in this field.

V. **Marine Radio:** Telefunken furnishes at present radio beacons, ship transmitters for short, medium and adjacent wavelengths, emergency transmitters, lifeboat stations, receivers, radio aids to navigation and radar equipments.

VI. **Radio Navigation and Radar:** In this domain it was necessary to have recourse to foreign development work owing to the restrictions imposed for many years on free manufacture and development and which have not yet been fully rescinded. Under a licence of the Decca Navigator Company Ltd., Telefunken has constructed and erected the German Decca Chain with one master station and three slave stations, which now constitutes an important navigational aid to shipping in the North Sea.

In the field of radio direction finding Telefunken has succeeded in regaining its position among the leading firms of the world. Circuit arrangements of novel design employed in its ship direction finders and large Adcock D. F. installations have yielded technical results which enable the Telefunken Company successfully to meet competition also on the world market. —

Production of Radio Receivers

By E. Klotz and R. Mantz

p. 231

When it became possible with the introduction of radio entertainment to receive broadcast lectures, music and news in every household, high frequency engineering entered a new stage of development. Not only were most rigorous requirements imposed in regard to the reliability of operation and simplicity of handling of the radio sets, but also the quantity of sets to be manufactured exceeded by far the usual figures. Consequently, production methods had to be chosen which could meet these requirements. Assembly line production proved to be the best solution of these problems.

The article describes in detail the course of production of radio receivers at the large Telefunken factory in Hanover. Three phases are discernible: manufacture of components, combination of same into subassemblies, and main assembly. The working rhythm is controlled by a specially designed clock (Fig. 3). Even such complicated work as the testing of each receiver to detect even the slightest fault is carried out in a minimum of time with the aid of automatic devices.

The term „assembly line production“ does not only refer to the machines, but also to the men and women working by the steady rhythm of a production chain and seeking scope for their individual talents and abilities. To take this human side of manufacture into account is also one of the tasks set to the production engineer.

Public Address Systems

By A. v. Brackel and H. Petzoldt

p. 239

One distinctive feature is common to all practical applications of public address systems: The intention to establish communication with a very large audience from one place. This problem existed already in the amphitheatre of ancient times, but it could be satisfactorily solved only with electro-acoustic means. Telefunken succeeded above all in ensuring perfect unity of acoustic and visual impressions by the principle of centralizing the sound sources. This was achieved by combining a plurality of cone type loudspeakers above one another into one group. By that means concentration of sound energy in vertical direction is also obtained for the low frequencies. By setting up such a group of loudspeakers at a certain height above the ground the decrease of sound intensity with increasing distance is compensated by the directional effect. Some examples are given in the article to illustrate this method and the inconspicuous placing of loudspeaker groups as well as their arrangement in the form of „sound columns“ and „sound baskets“. In cases not yielding a visual impression,

e. g., transmission of sound to adjacent rooms, call systems in railway stations, etc., several individual loudspeakers or little groups of same may be used. As an example of microphone manufacture a condenser microphone is shown which is fitted with a switch for changing the kidney-shaped pickup characteristic into a spherical one and vice versa. Fig. 10 shows an amplifier center for the large loudspeaker installation of an industrial plant. —

Our Publicity in the Radio Field

By W. Himmelmann and H. Schenk

p. 235

Telefunken broadcast receivers, Telefunken tubes, record players, and records are branded articles of the sort protected by a trade mark. Their sale differs from that of transmitters and commercial receivers in so far as its publicity appeals direct to the final buyer of such articles, whereas the selling itself is handled exclusively through the specialized trade. Telefunken's publicity is based on tradition, quality and progress and effectively supports the dealer in his own local publicity and advertising. The cooperation with the press and the great variety of announcements and other means of attracting prospective buyers are described in detail. The high quality of Telefunken products ensures to this publicity a lasting success and the Telefunken Star has thus become a symbol of confidence in Telefunken products.

Résumé

L'époque de l'émetteur à étincelles

Par J. Zenneck

p. 153

A l'époque à laquelle Marconi appliqua pour la première fois pour une transmission de nouvelles utilisable en pratique les ondes électromagnétiques découvertes par Hertz, deux groupes travaillaient au développement de la télégraphie sans fil: le groupe Braun-Siemens et le groupe Slaby-Arca, ce dernier en coopération avec l'AEG. Après avoir eu d'abord des différends au sujet des brevets et d'autres questions les deux groupes fusionnèrent le 27 mai 1903. Il en résulta la fondation de Telefunken.

Le simple émetteur à étincelles ronflées que l'on utilisait au début fut bientôt amélioré par l'émetteur accouplé de Braun. En 1906 Telefunken introduisit l'émetteur à étincelles étouffées, grâce auquel la réception fut améliorée et la portée accrue dans une large mesure. Les récepteurs fonctionnaient, au commencement, avec un cohéreur et, plus tard, avec un détecteur à cristal et d'autres redresseurs. Déjà en 1904 A. Wehnelt avait découvert l'action de la cathode chauffée. Cette découverte fut utilisée en 1905 par I. A. Fleming pour des récepteurs. En 1906 suivirent le tube de Lieben-Reiss, avec lequel il était pour la première fois possible non seulement de redresser, mais aussi d'amplifier, et le tube inventé par de Forest. Pour la mesure des courants on se servait, à cette époque, principalement d'instruments à fil chaud et, pour la détermination de la fréquence, des ondemètres de Franke & Doenitz et de la baguette de Slaby. Les premières antennes consistaient en un simple fil vertical. Par suite de la hauteur de mât d'environ 30 mètres, qui était encore réalisable sans difficulté particulière, la longueur d'onde était fixée à environ 120 mètres. C'est seulement plus tard qu'en cherchant à augmenter la puissance radiée la capacité et la hauteur des antennes sont devenues toujours plus grandes et que l'on est entré petit à petit dans le domaine des ondes longues, en vérité jusqu'à 20000 mètres.

Malgré toutes les difficultés qui existaient à l'époque de la radiotélégraphie avec émetteurs à étincelles, cette époque est l'époque romantique intéressante où l'on mit particulièrement à profit toute la physique pour le récepteur et chercha ce qui pouvait le mieux servir les télécommunications. Cette période était en même temps celle où non seulement l'on vit la terre promise des oscillations non amorties, mais où l'on commença aussi à y pénétrer par les voies les plus diverses.

L'époque des émetteurs à alternateur HF

Par A. Meissner

p. 159

L'émetteur à alternateur HF, évincé aujourd'hui par l'émetteur à tube, était, à l'époque de son introduction (1912/13) le moyen qui promettait le plus pour atteindre des portées assez grandes. A cette époque on ne soupçonnait même pas le comportement particulier des ondes courtes. Pour cette raison, on s'occupa principalement de la production d'ondes longues, non amorties et de grande puissance. Les hautes tours d'antenne nécessaires pour obtenir une bonne radiation conféraient à cette époque un aspect caractéristique aux grandes stations intercontinentales. En Allemagne, une station d'essais de Telefunken, très modeste au début, est devenue plus tard le grand centre d'émission de Nauen. Déjà en 1914 on réussit à établir de cette station la liaison sans fil avec les Etats-Unis d'Amérique. Le trafic avec les colonies allemandes (Togo) avait déjà commencé en 1912 en se servant d'émetteurs à étincelles étouffées. L'introduction de l'émetteur à alternateur HF a été conditionnée par l'adoption de la réception hétérodyne, qui a été facilitée dans une large mesure par les petits oscillateurs locaux. La haute constance de fréquence de l'émetteur à alternateur HF nécessaire dans la réception hétérodyne a pu être assurée à l'aide de méthodes de régulation spéciales. On a encore installé beaucoup de grands émetteurs à alternateur HF après la guerre en Allemagne et à l'étranger jusqu'à ce que la découverte des propriétés des ondes courtes au point de vue de la propagation ait enfin prescrit un changement du développement dans une autre direction.

Tubes, radiodiffusion et ondes courtes

Par H. Rukop, K. Steimel et H. Rothe

p. 165

Le développement des tubes à vide, dont le point de départ a été le tube de Lieben rempli de gaz (1906), a permis la réalisation de la radiodiffusion et de la génération d'ondes courtes. Déjà en 1914, H. Rukop avait développé, chez Telefunken, un amplificateur HF à deux étages et en 1918 on construisait déjà des tubes à refroidissement par eau d'une puissance utile de 5 kW. La technique des tubes et celle des émetteurs de radiodiffusion et pour ondes courtes évoluèrent en réciprocity d'action très intime. Grâce au principe de l'excitation séparée, qui repose sur l'amplification HF proposée déjà en 1911 par O. v. Bronk, la constance de fréquence des émetteurs put être améliorée conformément à l'ordre de grandeur. L'introduction de la radiodiffusion a entraîné un grand accroissement de la demande de tubes de réception. En outre, elle a posé des conditions techniques entièrement nouvelles, de sorte qu'il a fallu développer des pentodes et hexodes pour le

mélange et la compensation du fading. En même temps fut exécuté le développement de différentes sortes de cathodes qui a permis de passer de la réception sur batterie à la réception sur secteur. En outre, on a dû développer des tubes spéciaux et des tubes à rayons cathodiques pour la télévision, qui a déjà été créée en Allemagne avant la guerre. La pentode RV 12 P 2000 développée pour l'armée a été fabriquée en un grand nombre d'exemplaires. Depuis 1935 Telefunken a travaillé aussi au développement du magnétron et d'autres tubes pour la production d'ondes décimétriques et centrimétriques. Une partie de ceux-ci ont été fournis en exécution métal-céramique. Des nullodes ont été créés aussi pour la technique des radars. Après la guerre, la demande de tubes d'émission et de réception pour ondes métriques a été particulièrement grande. En outre, on a créé des tubes miniatures, dénommés „Tubes Pico“. Dans le domaine des tubes d'émission de grande puissance Telefunken s'est décidée pour le refroidissement par soufflerie au lieu du refroidissement par eau. La coopération entre les constructeurs de tubes et d'appareils permettra à Telefunken d'obtenir aussi à l'avenir les meilleurs résultats techniques.

Un coup d'oeil rétrospectif donné sur les trois décades de radiodiffusion allemande

Par H. Bredow

p. 175

L'auteur fit déjà des démonstrations de transmission de la parole et de la musique en 1913 aux Etats-Unis. Pendant la première guerre mondiale il effectua de vastes essais avec des émetteurs à tubes au front occidental. Les Anglais, qui firent en même temps des essais analogues de l'autre côté du front, ont appelé la date de ces derniers la „date de naissance“ de la radiodiffusion anglaise. Malgré les énormes difficultés qu'elle a rencontrées après la guerre, l'Allemagne réussit déjà en 1921 à entreprendre des essais d'émission systématiques, qui ont conduit à la fondation de 10 compagnies d'émission groupées plus tard dans la Reichsrundfunkgesellschaft. L'industrie allemande des appareils de radiodiffusion a assisté ces travaux de toutes ses forces. Surtout Telefunken a mis à la disposition tous ses brevets, bien qu'il lui eût été possible de maintenir à l'aide de ces brevets le monopole en Allemagne. Non seulement les brevets fondamentaux, mais aussi toutes les connaissances nouvelles ont été mises, moyennant le paiement de droits de licence convenus, à la disposition d'entreprises sérieuses et capables.

Télévision, câbles hertziens et radionavigation

Par W. T. Runge

p. 181

L'introduction du tube à vide poussé a d'abord ouvert la voie à la radiodiffusion et au trafic à longue distance avec des ondes courtes, deux domaines d'application qui, de leur côté, ont exercé aussi une forte influence sur le développement des tubes. Vers la fin de la deuxième décade on se tourna aussi vers la télévision et les ondes décimétriques. De nouveaux problèmes furent ainsi posés à la technique des tubes, notamment la réalisation de tubes pour l'amplification à large bande et pour la production de fréquences jusqu'à 1000 Mc/s.

Télévision: A côté du développement d'amplificateurs à large bande et d'oscillateurs à relaxation pour la production d'impulsions rectangulaires et d'oscillations en dents de scie, il a fallu développer des tubes cathodiques de réception et des caméras de prise de vues. Déjà en 1936, c'est-à-dire à la date des Jeux Olympiques à Berlin, il a pu être offert au public des émissions de télévision de haute qualité avec 441 lignes et entrelacement. Pour la transmission on se servait d'un émetteur de 10 kW. La fréquence utilisée était de 40 Mc/s.

Câbles hertziens: Grâce à la production d'ondes métriques et décimétriques il est devenu possible d'obtenir avec des antennes relativement petites des effets directionnels comme on en obtenait déjà auparavant dans le domaine des ondes courtes. On fut ainsi à même d'appliquer un mode de transmission entre deux points fixes entièrement nouveau qui offrait un nombre presque illimité de voies de télécommunication additionnelles. En combinaison avec la modulation de fréquence on put obtenir des portées remarquables malgré l'extrêmement petite puissance d'émission. Grâce aux appareils „Michael“ et „Rudolf“ put être établi un réseau de télécommunication qui s'étendait de la mer Noire jusqu'à Brest et de Narvik jusqu'à l'île de Crète, la Sicile et l'Afrique du Nord. Ce réseau avait une longueur totale de 70000 km. Comme progrès important Telefunken introduisit la modulation de temps (mod. de phase des impulsions). Après la guerre on n'attachait plus autant d'importance à la rapidité avec laquelle on peut monter et démonter les liaisons hertziennes. Le point principal est plutôt le rendement économique de ces liaisons par rapport à celles par câble.

Radionavigation: Déjà avant la première guerre mondiale, à l'époque des émetteurs à étincelles étouffées, Telefunken avait mis au point son radiocompas, qui présentait toutes les caractéristiques d'un radiophare à faisceau tournant. Des radiogoniomètres, balises à faisceau dirigé, systèmes de navigation hyperboliques et radiophares à faisceau tournant sont d'autres progrès réalisés dans le domaine de la radionavigation. Déjà en 1904 Hülsmeier avait proposé d'émettre des impulsions et de recevoir les impulsions réfléchies. Néanmoins, cette proposition ne put pas encore être réalisée à cette époque. L'auteur de cet exposé a personnellement exécuté, en 1935, ses premières mesures de réflexion sur avions. Les progrès réalisés par la technique dans le domaine des ondes décimétriques, des antennes dirigées et des impulsions ont permis enfin de mettre au point le radar, dont la réalisation avait déjà eu lieu dans les laboratoires Telefunken en 1938. L'appareil „Würzburg“ (fig. 6) et le viseur pour défense aérienne „Würzburg Riese“ (fig. 7) ont été fournis en grand nombre. Des appareils analogues ont été montés aussi à bord des avions des chasseurs de nuit (fig. 8). A la fin de la guerre on disposait aussi d'appareils chercheurs omnidirectionnels avec des puissances d'impulsions jusqu'à 1000 kW (fig. 9).

L'avenir: Dans la technique des câbles hertziens le développement avancera encore vers de plus courtes longueurs d'ondes. Il faudra aussi encore développer en partie des tubes appropriés pour ces hautes fréquences. Dans la gamme d'ondes de moins de 1 cm de longueur, dans laquelle les influences atmosphériques se font déjà fort sentir, on devra peut-être adopter la transmission par câbles à conducteurs tubulaires, qui permet d'obtenir des bandes de fréquences qui sont aussi grandes que toute la gamme de fréquences employée jusqu'à présent.

Du développement de la télévision chez Telefunken

Par F. Schröter

p. 191

Lorsque la technique de l'amplification électronique et de la production d'oscillations eut atteint, au milieu de la deuxième décade de ce siècle, un état qui permettait de songer à la réalisation de la télévision, Telefunken commença aussi à faire des recherches dans ce sens. Dans cette ère des appareils de télévision mécaniques, qui nous semble déjà très lointaine,

Karolus a créé en 1923, avec application de l'effet de Kerr, une soupape de lumière sans inertie qui a permis la réalisation non seulement du système de téléphotographie „Telefunken-Karolus-Siemens", mais aussi des premiers essais de télévision. Une des productions influencées par les événements politiques fut la projection sur grand écran de l'image d'un orateur à l'aide d'un écran en nid d'abeille lumineux (figs. 2 et 3), une mosaïque de petites lampes incandescentes formée de 10000 éléments, commandée par un commutateur à rayons cathodiques (fig. 4). Mais le tube de Braun trouva bientôt utilisation aussi pour la projection sur grand écran. La figure 1 montre une démonstration de projection sur grand écran à l'Exposition de la Radio en 1939. La même année fut également mis au point un récepteur de télévision unitaire qui était déjà muni d'un tube cathodique à ampoule rectangulaire. En outre, pour des buts spéciaux on développa un tube cathodique enregistrant 2000 lignes, donnant des images bien nettes et sans distorsion.

Telefunken a reconnu de bonne heure l'importance qu'il convient d'attacher à la transmission de films. Au début, on avait choisi l'exploration du film au moyen d'une couronne de lentilles et d'une lampe à arc comme source de lumière (fig. 7 a et b). Plus tard (1937), on passa à l'exploration avec spot projeté par le tube de Braun en combinaison avec le projecteur de Mechau utilisé avec renversement de la voie lumineuse (analyseur de film à lumière verte) (fig. 6). Le projecteur de Mechau convenait particulièrement bien pour ce but en raison de l'absence d'intervalles sombres et du mouvement continu du film. Pour la prise de vues originales on avait développé le supericonoscope, qui présentait sur l'iconoscope l'avantage d'être dix fois plus sensible à la lumière. On a employé l'iconoscope avec grand succès pendant les Jeux Olympiques à Berlin en 1936.

Grâce à l'expérience qu'ils ont acquise au cours de longues années de pratique, les ingénieurs de télévision de Telefunken ont, après la guerre, rapidement regagné l'avance prise par l'étranger. Les bases existent aussi chez Telefunken pour les possibilités qui ne sont pas encore utilisées aujourd'hui dans la pratique de la télévision.

50 ans de technique des antennes

Par W. Berndt

p. 197

Le mot „antennae" désignait à l'origine les cornes mobiles que la plupart des insectes portent sur la tête et avec lesquelles les premières antennes de radio avaient une certaine ressemblance. Au cours des 50 années de développement de l'antenne de radio cette ressemblance a disparu. On commença notamment déjà à s'éloigner du simple long fil avec l'introduction des ondes courtes, qui exigeaient l'emploi d'antennes dirigées. Les miroirs cylindriques (fig. 1), réalisés d'abord à la base des lois de l'optique et des premiers essais de H. Hertz, furent bientôt abandonnés au profit du rideau de dipôles (figs. 2 et 3), dont différents types étaient déjà compris dans les premiers brevets de Telefunken (fig. 4). La figure 5 montre les modifications ultérieures. La figure 6 est une représentation du rayonnement directionnel tandis que la figure 7 montre un rideau de dipôles pour ondes métriques. Sur la figure 8 est montré le montage d'essai d'une disposition à bande particulièrement large.

Tandis que les antennes précitées ont pour but de mettre l'énergie en faisceau dans une direction déterminée, les antennes mentionnées plus loin ont pour tâche de ne mettre l'énergie en faisceau que dans le plan vertical, mais de rayonner, par contre, horizontalement dans toutes les directions. Cette condition doit être remplie non seulement pour les ondes courtes (fig. 10), mais aussi pour les ondes moyennes (figs. 12, 13 et 14), afin de réduire les fadings. La figure 9 montre comment ont été développés, à partir des premiers projecteurs pour ondes courtes (1932), les types usuels aujourd'hui de projecteurs omnidirectionnels pour ondes métriques, dont la figure 11 donne un exemple.

Quant aux antennes d'émetteurs pour ondes moyennes, il leur revient, en outre, vu la nécessité qui existe que plusieurs postes émettent la même longueur d'onde, la tâche de supprimer le rayonnement horizontal dans des directions déterminées. Des exemples de ces antennes sont l'installation d'antennes de la radiodiffusion dans le secteur américain de Berlin (RIAS) et celle de la radiodiffusion hessoise sur le Hoher Meissner.

Personnalités et événements. Revue de l'histoire de la Telefunken pendant 50 années

Par H. Rukop

p. 205

Dans un court résumé chronologique l'auteur présente les personnalités qui ont mérité de la société Telefunken. Après la fondation de la Telefunken il y a 50 ans l'AEG et la société Siemens & Halske étaient détentrices des parts sociales chacune pour 50%. Les premières commandes provenaient des administrations publiques. Bientôt la société fournit aussi des appareils de TSF pour la marine marchande et construisit des stations de télégraphie sans fil dans le monde entier. Le tube à cathode chauffée était déjà utilisé pendant la première guerre mondiale, à la vérité d'abord seulement pour des récepteurs. Pour l'émission, aussi après la guerre on se servait d'émetteurs à alternateur HF, qui furent bientôt évincés par les émetteurs à tubes. Telefunken avait déjà fourni des centaines de mille tubes amplificateurs pendant la première guerre mondiale. A la fin de celle-ci presque toutes les installations et participations étrangères de Telefunken furent saisies.

Un nouveau champ d'activité fut ouvert à la société par l'introduction de la radiodiffusion. De nouvelles conventions relatives aux brevets conclues avec les autres firmes mondiales de la technique de la haute fréquence frayèrent la voie au commerce avec l'étranger. L'introduction des ondes courtes permit à Telefunken de réaliser le premier service télégraphique transocéanique. A peu près en même temps commença le développement de la phototélégraphie, suivi plus tard par celui de la télévision. Pour la radiodiffusion et la téléphonie il devint absolument nécessaire de s'occuper du domaine de l'électro-acoustique. Telefunken s'adonna aussi à la fabrication de films sonores et de disques.

Au cours de la troisième décennie les commandes des administrations publiques devinrent beaucoup plus nombreuses. Le nombre des personnes employées s'accrut sans cesse (jusqu'à 40000 vers la fin de la guerre) et des fabriques filiales furent fondées. Pendant la guerre l'AEG devint détentrice de toutes les parts sociales de la société. Après la débâcle en 1945 Telefunken se trouvait dans la situation suivante: Presque toutes ses valeurs matérielles perdues et son personnel dispersé partout. Malgré cela, la firme réussit à réaliser sa reconstruction. A la fin de l'exposé l'auteur fait mention des membres de la direction actuellement en fonctions.

1945—1953: Du chaos jusqu'à la nouvelle renommée universelle

Par M. Pohontsch et E. Wiegand

„Nous autres experts de Telefunken dans le domaine de la haute fréquence, qui existons encore, nous ne pourrions plus déployer dans les 10 à 20 années prochaines une activité correspondante dans notre métier“.

Telle était en 1945 l'opinion générale qui paraissait justifiée au vu des usines détruites et des démontages. Cependant quelques inébranlables étaient d'avis qu'ils devaient malgré tout rester fidèles à leur patrie et ne pas désespérer. Bien que

les difficultés fussent grandes, ils entreprirent la reconstruction de Telefunken. Tout d'abord le travail consista à réparer des récepteurs de radio et à fabriquer des brouettes, des briquets et des gobelets, mais ce début conduisit à la production de la première série de nouveaux récepteurs et à la construction du premier émetteur de radiodiffusion, d'une puissance de 100 kW. Les premières machines, que l'on avait retiré des ruines et remis en état le mieux possible pour la fabrication de tubes, ont été, dans l'entretemps, remplacées par des machines modernes, construction Telefunken, qui permettent d'obtenir des rendements beaucoup plus élevés. Un système de contrôle surveille la production depuis l'entrée des matières premières jusqu'au tube fini.

La vente des installations et équipements n'est pas limitée à l'Allemagne. De grands émetteurs ont été fournis en Europe et dans les pays d'outre-mer et de grandes installations d'antenne ainsi que de câbles hertziens pour ondes décamétriques ont été fournies aussi à l'étranger. L'article suivant donne quelques exemples de projets terminés dans les dernières années et des équipements s'y rapportant.

Les tâches actuelles de la technique de la haute fréquence

Par H. Lange

p. 221

Les points de vue que l'on peut reconnaître dans le développement de la technique de la haute fréquence (augmentation du rendement économique, accroissement de la sécurité de service, amélioration de la qualité de la transmission, réduction de l'encombrement et du poids, adaptation à l'intensification du trafic, ouverture de nouveaux domaines d'application et de milieux d'acheteurs) sont expliqués à la base des dernières réalisations d'installations et d'appareils Telefunken.

I. Installations d'émission: Parmi les émetteurs de trafic il convient de mentionner particulièrement les émetteurs télégraphiques de 20 kW pour ondes courtes à changement rapide des ondes et accord dans toute la gamme des ondes courtes ainsi que les émetteurs à bande latérale unique d'une puissance de pointe de 40 kW. Des sélecteurs d'antenne permettent de raccorder au choix ces émetteurs à différentes antennes dirigées. Dans le domaine des émetteurs pour ondes longues l'utilisation simultanée d'une antenne pour deux émetteurs joue un rôle particulièrement important. Parmi les émetteurs de radiodiffusion il convient de mentionner avant tout l'émetteur de 300 kW du poste de radiodiffusion dans le secteur américain de Berlin (RIAS) parce qu'il se compose de deux parties absolument indépendantes l'une de l'autre, d'une puissance de 100 et de 200 kW. On peut comparer ce poste à l'ancien „Poste Allemagne“ de 500 kW à Herzberg. Comme exemple d'une combinaison appropriée d'émetteurs pour ondes moyennes, ondes métriques et télévision est indiquée l'installation de la radiodiffusion hessoise sur le Hoher Meissner.

II. Grandes installations de réception: Sans traiter en détail la technique des récepteurs Telefunken l'auteur montre comme exemples des installations pour stations de réception intercontinentales, dans lesquelles il vaut la peine d'appliquer aux équipements tous les moyens qui peuvent conduire à une amélioration de la réception. Les principales caractéristiques et les principaux éléments constitutifs d'un grand récepteur sont: Réception multiple, stabilité maximum, sélectivité la plus efficace, maximum de résistance à la modulation croisée, schémas lumineux, exemption de perturbations, dispositif d'accumulation, antifading réglable, équipements de supervision et de mesure.

III. Liaisons hertziennes: On ne posait aux nombreuses installations fournies pendant la guerre que les conditions absolument nécessaires au point de vue de la qualité et du nombre de voies. Les installations développées après la guerre ont dû, au point de vue la qualité et du rendement économique, entrer en concurrence avec les liaisons par câble. Qu'une liaison hertzienne peut répondre entièrement à toutes les conditions est prouvé par l'installation pour ondes décimétriques DA 14, une installation à 24 voies qui fonctionne avec modulation de phase par impulsions. L'installation de transmission de télévision FREDA I est en service dans la liaison Hambourg-Cologne. Le montage de toute la liaison a pu être exécuté en trois mois. Après la guerre, les liaisons hertziennes à ondes métriques ont pris une importance particulière à côté de celles à ondes décimétriques et centimétriques. En plus des liaisons hertziennes entre Berlin et l'Allemagne occidentale Telefunken a réalisé aussi des installations mobiles.

IV. Radiotéléphonie à ondes métriques: Le programme de fabrication de Telefunken comprend actuellement des installations fixes et mobiles pour les gammes de fréquences de 40, 80 et 160 Mc/s, destinées surtout aux entreprises d'eau, gaz et électricité, administrations portuaires et municipales, services de sécurité, services de manoeuvre de wagons de chemins de fer etc., ainsi que des radiotéléphones portatifs (Teleport II à une voie et Teleport III à 12 voies) pour la bande de 160 Mc/s, et le radiotéléphone pour mines „Montavox“, qui fonctionne avec des ondes longues de 2000 mètres.

V. Radionavigation maritime: Telefunken fournit aujourd'hui des installations de radiophares, émetteurs pour ondes courtes, moyennes et adjacentes, émetteurs de secours, postes portatifs pour canots de sauvetage, récepteurs, radiogoniomètres, systèmes de radionavigation et de radars.

VI. Systèmes de radionavigation et radars: Vu les restrictions qui ont été imposées pendant des années à la liberté de fabrication et de développement dans ce domaine et qui ne sont pas entièrement levées, il a fallu avoir particulièrement recours aux perfectionnements étrangers. Telefunken a construit, sur licence de la Decca Navigator Comp. Ltd., la chaîne Decca allemande, qui comprend une station mère et trois stations filiales et est aujourd'hui un précieux auxiliaire de la navigation dans la mer du Nord. Dans le domaine de la radiogoniométrie Telefunken a réussi à regagner sa position parmi les principales firmes mondiales. Par ses montages de conception nouvelle appliqués aux radiogoniomètres pour navigation maritime et par ses grandes installations Adcock la société Telefunken a obtenu des résultats techniques qui lui permettent de soutenir aussi la concurrence sur le marché mondial.

Fabrication en série d'appareils de radiodiffusion

Par H. Klotz et R. Mantz

p. 231

La technique de la haute fréquence est entrée dans une phase de développement entièrement nouvelle depuis le jour où il est devenu possible de recevoir dans chaque ménage des conférences, de la musique et des nouvelles radiodiffusées. Depuis ce jour, des conditions très sévères ont dû être posées aux récepteurs de radiodiffusion, surtout au point de vue de la sécurité de service et la simplicité de leur emploi. En outre, le nombre des appareils à fabriquer augmenta dans une large mesure. Pour cette raison, on s'est vu forcé de chercher des méthodes de fabrication tenant compte des exigences. La fabrication à la chaîne s'est manifestée la meilleure pour ce but.

Le cours de la production dans la grande fabrique d'appareils de radiodiffusion Telefunken à Hanovre est décrit en détail. On distingue trois parties: La fabrication des pièces détachées, la production des éléments de construction et le montage principal. Le rythme de travail est réglé au moyen d'un appareil spécial (fig. 3). Même des travaux compliqués, tels que la vérification des récepteurs destinée à déceler le moindre défaut, sont exécutés rapidement par voie automatique.

La notion du travail à la chaîne se rapporte non seulement aux machines, mais aussi aux personnes qui, tout en travaillant à la cadence d'une chaîne de production, ont besoin d'une certaine liberté en rapport avec leur talent individuel. En tenir compte est aussi une des tâches du technicien de la fabrication.

Installations de haut-parleurs

Par A. v. Brackel et H. Petzoldt

p. 239

Un trait principal est commun aux différents domaines d'application pour les installations de haut-parleurs: L'intention d'entrer en communication, à partir d'un seul endroit, avec un très grand nombre d'auditeurs. Ce problème existait déjà dans l'amphithéâtre de l'antiquité, mais il n'a pu être résolu d'une manière satisfaisante qu'avec des moyens électro-acoustiques. En adoptant le principe de la distribution centralisée de l'énergie sonore, Telefunken a réussi avant tout à assurer l'unité des impressions acoustique et visuelle. Ceci a été rendu possible par la combinaison de plusieurs haut-parleurs en un seul groupe, l'un au-dessus de l'autre. Par ce moyen la concentration de l'énergie sonore dans le sens vertical est assurée aussi pour les basses fréquences. En installant un tel groupe de haut-parleurs à une certaine hauteur au-dessus du sol, l'affaiblissement de l'intensité sonore en fonction de la distance est compensé par l'effet directionnel. Quelques exemples sont donnés pour expliquer cette méthode et le montage caché des groupes de haut-parleurs ainsi que leur disposition en forme de „colonnes“ et „paniers“ sonores. Dans les cas où l'impression visuelle n'entre pas en jeu, p. ex. dans la transmission du son à des salles voisines, installations d'appel et d'avertissement dans les gares, etc., on peut aussi employer plusieurs haut-parleurs individuels ou de petits groupes. Comme exemple de la fabrication de microphones, les auteurs montrent un microphone à condensateur avec un commutateur permettant de changer la caractéristique rêniforme en une caractéristique sphérique et vice versa. La fig. 10 montre le central d'amplificateurs d'une grande installation de haut-parleurs dans un établissement industriel. —

Notre publicité pour la radiodiffusion

Par W. Himmelmann et H. Schenk

p. 235

Les récepteurs de radiodiffusion et les tubes Telefunken ainsi que les tourne-disques et les disques Telefunken sont reconnus partout comme produits de marque. Leur vente diffère de celle des installations d'émetteurs et des récepteurs commerciaux en ce que si Telefunken s'adresse par sa publicité aux usagers, elle n'effectue la vente à ceux-ci que par l'intermédiaire des marchands de la branche. La publicité Telefunken est basée sur la tradition, la qualité et le progrès et assiste efficacement le marchand dans ses propres actions locales. La coopération avec la presse et la grande diversité de la publicité Telefunken sont décrites en détail. La qualité supérieure des produits Telefunken assure à cette publicité un succès permanent. L'étoile Telefunken est devenue un symbole de confiance.

Berichtigung: In der Unterschrift zu Bild 12 auf Seite 230 soll es nicht Heinenburg, sondern Hünenburg heißen.

*Technisch-Wissenschaftliche Mitteilungen der Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H.
Berlin SW 61, Mehringdamm 32-34*

Nachdruck von Aufsätzen und Bildern nur mit unserer Genehmigung

Hersteller: Buch- und Verlagsdruckerei H. Heenemann KG, Berlin-Wilmersdorf, Uhlandstraße 102

