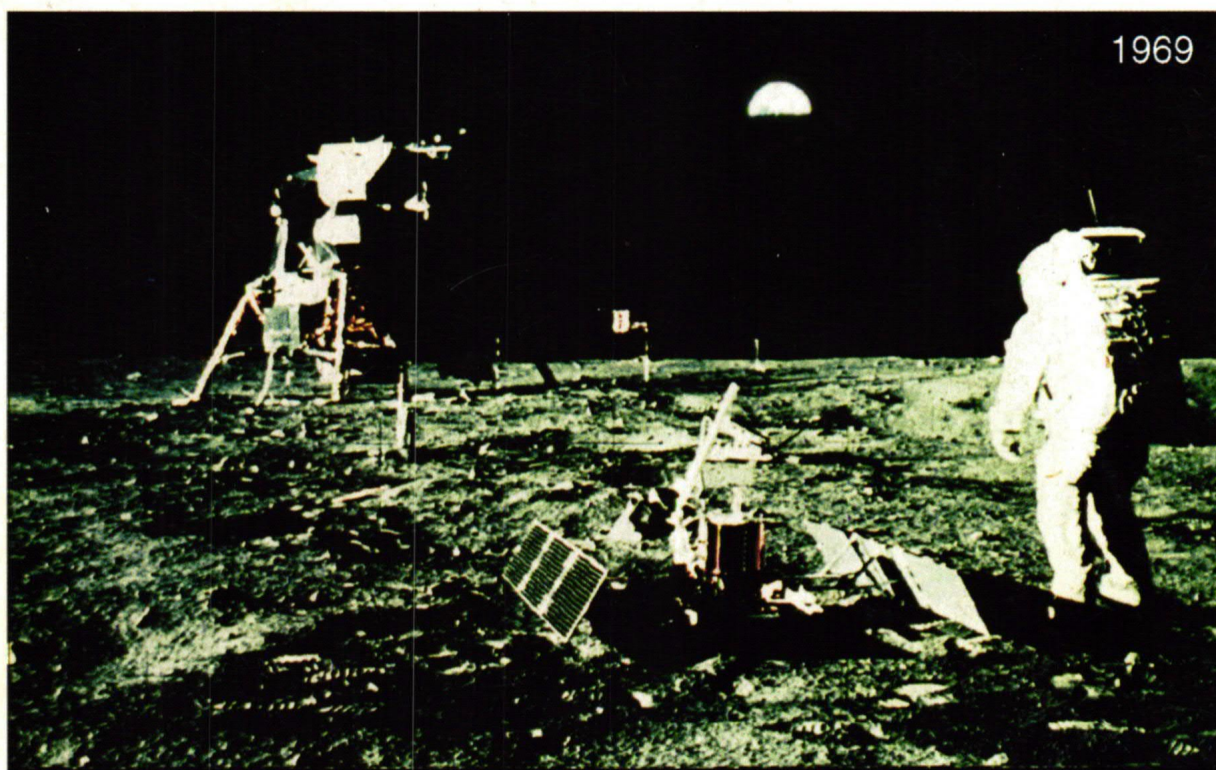


Aus Funkgeschichte Heft 129 mit freundlicher Genehmigung der GFGF e.V.

# FUNK Nr. 129 GESCHICHTE

MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT DER FREUNDE  
DER GESCHICHTE DES FUNKWESENS (GFGF)



**100 Jahre Funktechnik - im Zeichen globaler und außer-  
terrestrischer Telekommunikation ins neue Jahrhundert**

23. Jahrgang

Januar / Februar 2000

Digitalisiert 2023 von H.Stummer für [www.radiomuseum.org](http://www.radiomuseum.org)

## Inhaltsverzeichnis

### Rundfunktechnik

- Entwicklung des UKW-Rundfunks  
Teil 5: Zeitraum 1934 bis 1940(45), Folge 2 ..... 10

### Rundfunkempfänger

- KW-Vorsatz für DKE ..... 34  
Die deutschen Exportradios 1940 bis 1944  
Teil 9: Die Gerätetypen im dritten Kriegsjahr (2. Folge) ..... 43

### Sendertechnik

- Es begann mit dem Funkensender ..... 4  
Funktechnik hilft dem Generatorenbau ..... 8

### Militärische Funktechnik

- Mobiler FM-Sprechfunk im zweiten Weltkrieg ..... 35

### Tonspeichertechnik

- ...er speichert sogar Streicher... (100 Jahre Drahtton / Schaub-Lorenz 1949-1954) . 48

### Rekonstruktion

- Defekte Loewe 3 NF zu neuem Leben erweckt ..... 33

### Mitteilungen / Verein

- Zum neuen Jahr. .... 3  
Info's: verschiedene. .... 26  
Vorstellung unserer Typenreferenten (A. Wagner) ..... 27

### Buchtipps

- Museumsführer Funk-Rundfunk-Fernsehen-Elektro (IZE) ..... 28  
Reprints Herbst-Verlag: "Wo steckt der Fehler" und "Mittelwelle, Bd.1 Grundlagen". 28  
50 Jahre deutsches Fernsehen (W. M. Weber) ..... 29

### Museum

- Radiohistorisk Forening Ringsted (Dänische Funkmuseen 5) ..... 31

### Im Nachhinein

- Sonderaktion der AG Radio, Uelzen: Röhrenradio defekt ? ..... 30

### IMPRESSUM

Die FUNKGESCHICHTE erscheint in der ersten Woche der Monate Januar, März, Mai, Juli, September, November. Redaktionsschluß ist jeweils der 1. des Vormonats.

Herausgeber: Gesellschaft der Freunde der Geschichte des Funkwesens (GFGF) e.V., Düsseldorf.

Vorsitzender: *Karlheinz Kratz*, Böcklinstraße 4, 60596 Frankfurt/M. Kurator: *Winfried Müller*, Hämmerlingstraße 60, 12555 Berlin-Köpenick.

Redaktion: *Dr. Herbert Börner*, Ilmenau, (Textteil) und *Helmut Biberacher*, Senden, (Anzeigenteil).

Artikelmanuskripte an: *Dr.-Ing. Herbert Börner*, Wacholderweg 13, D-98693 Ilmenau.

Kleinanzeigen und Termine an: *Dipl.-Ing. Helmut Biberacher*, Postfach 1131, 89240 Senden, Tel. 07307/7226, Fax 7242,

E-Mail: [helmut.biberacher@t-online.de](mailto:helmut.biberacher@t-online.de)

Anschriftenänderungen, Beitrittserklärungen etc. an den Schatzmeister *Alfred Beier*, Försterbergstraße 28, 38644 Goslar, Tel. 05321/81861, Fax /81869, E-Mail: [beier.gfgf@t-online.de](mailto:beier.gfgf@t-online.de)

Für GFGF-Mitglieder ist der Bezug der FUNKGESCHICHTE im Mitgliedsbeitrag enthalten.

GFGF-Mitgliedschaft: Jahresbeitrag 70,- DM, (Schüler/Studenten jeweils 52,- DM gegen Bescheinigung), einmalige Beitrittsgebühr 6,- DM. Konto: GFGF e.V., Konto-Nr. 29 29 29 - 503. Postbank Köln (BLZ 370 100 50).

Druck und Versand: Druckerei Kretzschmar, Inh. *Peter & Andreas Jörg* GbR., Schleusinger Straße 10, 98708 Gehren/Thür., Tel. 036783/87557

Auflage dieser Ausgabe: 2.400 Exemplare

© GFGF e.V., Düsseldorf. ISSN 0178-7349

**Titelbild:** Ein Jahrhundert Funktechnik - von Marconis Versuchen bis zur Datenübertragung mit Raumflugkörpern - eine fantastische Entwicklung von ständig wachsender Bedeutung.

## Zum neuen Jahr

**Y 2 K** (year 2000), ein Themenfeld, das weltweit Tausende von Fachleuten beschäftigt und Unsummen verschlingt. Wie gut sind da wir Sammler dran: Unsere Geräte haben mit Datumswechsel und Schaltjahr 2000 keine Probleme. Höchstens einige komplexe Anwendungen unserer PC's sind betroffen.

Aber so weit sind wir Sammler von der Digitaltechnik nicht mehr fern; beispielsweise die kleine Anzahl von digitalen Rundfunkempfängern stellt inzwischen durchaus ein interessantes Gebiet dar, nachdem in Deutschland der digitale Rundfunk eingestellt wurde.

Unsere GFGF ist die Vereinigung von funktechnisch und funkhistorisch Interessierten, aber bitte nicht so eng gefaßt. Viele Randgebiete wie Mikrofone, Lautsprecher, Bild- sowie Tonaufzeichnung usw. gehören auch dazu. Faszinierend ist für mich der Rückblick auf die technische Entwicklung, von den ersten Detektorempfängern über das Einröhrenaudion bis zum Großsuperhet. Aber bei den Geräten mit Stahlröhren oder Topfsockeln endet unser Betätigungsfeld wahrlich nicht. Die Geräte in unseren Regalen wurden vor zwei Generationen gekauft und - zu unserem Glück - nicht weggeworfen. Was heute scheinbar nicht sammelwürdig ist und arglos entsorgt wird, kann sich zum gesuchten Objekt entwickeln - unter Umständen erst nach Jahrzehnten.

Mit diesen Gedanken möchte ich ausdrücklich unsere jungen Kollegen ermuntern, mit Selbstbewußtsein sich den Objekten zuzuwenden, die von vielen der



„alten Hasen“ noch nicht einmal eines Blickes gewürdigt werden. Wenn das nicht geschieht, ist vieles unwiederbringlich für die nächste Sammlergeneration verloren. Dazu gehört, daß wir alle nicht nur rückwärts gewandt agieren. Der Anschluß an laufende Entwicklungen und die Zukunftstechnologie darf nicht versäumt werden. Es gilt, die typischen Entwicklungen zu erkennen und mit Sachverstand seine persönliche Auswahl zu treffen.

In diesem Sinne sollten wir Sammler des Alten im anbrechenden neuen Jahrtausend vor allem offen für die Zukunft sein.

Ich wünsche Ihnen allen zum Jahreswechsel Gesundheit, Glück und Erfolg.

Ihr

Karlheinz Kratz

**Rückblick ins vergangene Jahrhundert:**

**Es begann mit dem Funkensender**

Wolfgang Meincke, Hamburg

**1** 897 führte *Marconi* dem British Post Office sein System zur "Telegraphie ohne Draht" über eine Entfernung von 14 km vor. Der Sender bestand aus einem Funkeninduktor, der von Akkumulatoren gespeist wurde und einer Funkenstrecke, an die eine von einem Drachen getragene Antenne und eine im Erdreich vergrabene Metallplatte angeschlossen waren.

Funken erzeugen ein breites Frequenzspektrum. Weil konkrete Siebmittel in dieser Anordnung fehlten, war die Frequenz der ausgestrahlten elektromagnetischen Wellen nur von den Daten der Antenne bestimmt. Die in der Antenne eingefügte Funkenstrecke dämpfte diese aber so stark, dass kaum eine Resonanzüberhöhung feststellbar war. Diese Sender wurden als "unabgestimmt" bezeichnet. Der gleichzeitige Betrieb mehrerer solcher Sender führte zwangsläufig

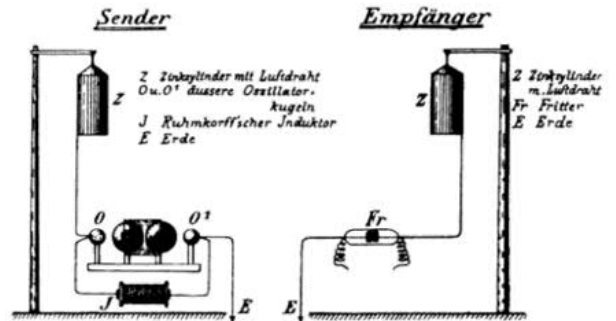


Bild 1: Grundprinzip des Marconi-Senders von 1896/97: ein Funkeninduktor entlädt sich über eine Vier-Kugel-Funkenstrecke, wie sie Prof. *Righi* in Bologna zuerst verwendete (vgl. FG Nr. 118, S. 55 - 66).

zu Störungen in den ebenfalls unabgestimmten Empfangsanordnungen.

Um 1900 wurden mit diesen Sendern Entfernungen bis 75 km überbrückt, wobei die Nachrichten in der Form von Morsezeichen von einem Schreibapparat aufgezeichnet wurden (Schreibempfang).

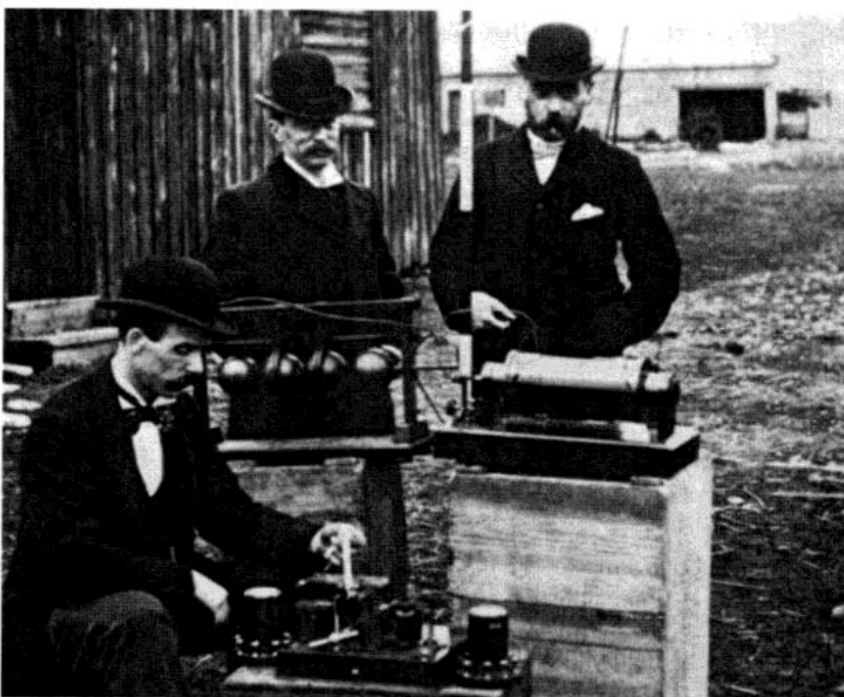


Bild 2: Ingenieure des British Post Office bei Sendeversuchen 1897.

Deutlich sind in der Bildmitte rechts der Funkeninduktor und links die Vier-Kugel-Funkenstrecke zu erkennen.

Reprod. aus: *Aerial*, Winter 1973/74 (Marconi-Hauszeitschrift)

---

## **Funkensender nach Prof. Braun und Prof. Slaby**

---

In Deutschland arbeiteten *Braun* und *Slaby* an der Weiterentwicklung des Funkensenders. Ihr Ziel war es, den Wirkungsgrad zu erhöhen und Abstimmbarkeit zu erreichen.

Gegeben durch die relativ geringe Antennenkapazität konnte sich bis zur Entladung der Funkenstrecke nur eine geringe Ladung ansammeln. *Slaby* und *Braun* fügten eine zusätzliche Kapazität in den Antennenkreis ein. *Braun* beschrieb 1898 den gekoppelten Sender: Der Antennenkreis und ein, aus einer großen Kapazität, einer kleinen Induktivität und der Funkenstrecke bestehender resonanter Erregerkreis sind getrennt und galvanisch oder induktiv miteinander gekoppelt. Abstimmbarkeit und ein wesentlich höherer Wirkungsgrad waren das Ergebnis. 1900 wurde mit der Anordnung nach *Braun* eine Verbindung zwischen Cuxhaven und Helgoland hergestellt.

*Slaby* prägte den Ausdruck "Funkentelegraphie". Die Geräte nach *Braun* wurden von Siemens, die nach *Slaby* von der AEG hergestellt. Beide Systeme wurden 1903 in die "Gesellschaft für drahtlose Telegraphie" (Telefunken) eingebracht. Neben Anlagen für militärische Aufgaben wurden Großsender mit Reichweiten bis zu 2.000 km geliefert. Auf der Empfangsseite setzte sich der Hörempfang gegen den Schreibempfang durch.

Diese Sender mit einer Funkenfolge von etwa 50 Überschlägen pro Sekunde bewirkten im Kopfhörer des Empfängers ein knarrendes Signal und wurden daher als "Knarrfunkensender", in Österreich auch als "Roller" bezeichnet. Die lauten

Überschläge in der Funkenstrecke rechtfertigten auch die Bezeichnung "Knallfunkensender". (Böse Zungen spotteten, die Reichweite sei vorwiegend von der akustischen Komponente bestimmt gewesen!)

---

## **Marconi-Funkensender im "Atlantik-Test"**

---

Am 12.12.1901 empfing *Marconi* in Neufundland die in Poldhu (England) gesendeten Zeichen. Für den nach *Braun* modifizierten Knallfunkensender wurde eine Eingangsleistung von etwa 15 kW angegeben. Der Sender arbeitete auf eine zwischen vier Masten angeordnete Antenne, die die Form eines Trichters hatte. Auf der Empfangsseite war ein Kohärer-Empfänger an eine behelfsmäßige, von einem Drachen getragene Antenne angeschlossen. Nach *Marconi* betrug die Wellenlänge 1.200 m. Dies muss wohl angezweifelt werden. Wahrscheinlicher ist, dass auch Frequenzen im Kurzwellenbereich benutzt wurden, so dass die Verbindung über Reflexionen in der Ionosphäre zustande kam.

---

## **Funkensender mit Löschfunkenstrecke nach Prof. Wien**

---

Ab 1908 lieferte Telefunken Sender mit einer neuartigen Funkenstrecke nach Prof. *Wien*. Bedingt durch die Konstruktion der Funkenstrecke erlöschen die Funken sehr schnell. Das schnelle Abklingen der Ionisierung zwischen den nur etwa 0,2 mm voneinander entfernten Elektroden gestattet es, die Funkenfolge zu erhöhen, ohne dass die Gefahr der Lichtbogenbildung entsteht. Die Funkenfolge kann derart erhöht werden, dass die Morsezeichen im Kopfhörer des Empfängers als musikalische Töne hörbar werden. Da die Funken schnell ver-

## Sendertechnik

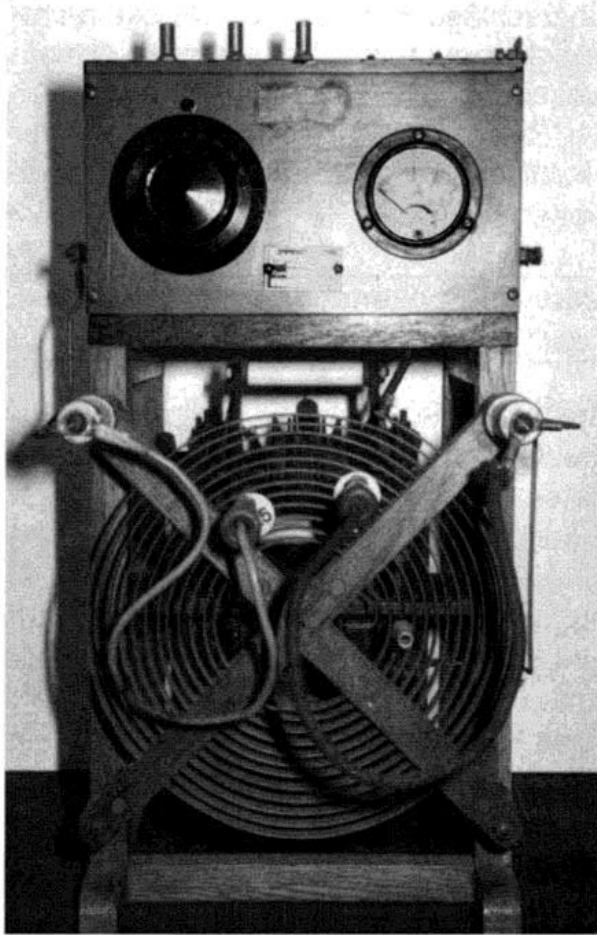


Bild 3: Löschfunksender der Firma Elektromekano von 1951.

Foto: C. H. von Sengbusch

löschen, kann der vom Primärkreis angestoßene Antennenkreis ausschlagen, ohne dass Leistung in den Primärkreis zurückfließen kann. Das erhöht den Wirkungsgrad. Mit dieser Technik lieferte Telefunken Sender für Heer, Marine und Seefunkstellen mit der Bezeichnung "Sender für tönende Funken".

Funksender (auch Löschfunksender) erzeugen ein sehr breites Frequenzspektrum. In der Vollzugsordnung des Weltfunkvertrages von 1959 wurde die Sendart B ab Mai 1961 untersagt. Mit "B" wurden die von Funksendern erzeugten gedämpften Wellen bezeichnet. Für Notverkehr durften Funksender noch bis zum 1.1.1966 eingesetzt werden.

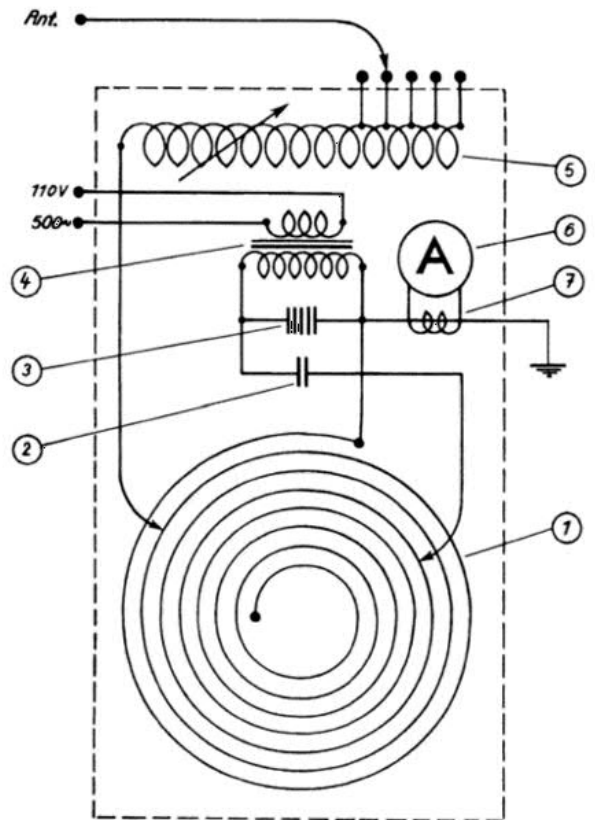


Bild 4: Schaltbild des Senders auf Bild 3. Nur 7 Bauteile waren erforderlich!

Quelle: Werksunterlagen

Die Zahlen bedeuten:

- 1 = Primärspule mit Abgriffen
- 2 = Schwingkreiskondensator
- 3 = Löschfunkenstrecke
- 4 = Hochspannungstransformator
- 5 = Antennen-Anpassungsspule
- 6 = Antennenstrommesser
- 7 = Messübertrager

Der im Bild 3 gezeigte Sender arbeitet nach diesem Prinzip. Er wurde laut Prüfschein noch 1951 von der Firma ELEKTROMEKANO in Dänemark mit deutscher Dokumentation als Notsender geliefert. Bei einer Leistungsaufnahme von etwa 600 W liefert er 250 W Hochfrequenz. Er ist für drei feste Wellenlängen von 600, 706 und 800 m konzipiert. Die Primärspule (Stoßkreisinduktivität) ist als Spirale ausgebildet. Über drei Steckbuchsen kann die Wellenlänge gewählt werden. Hinter der Primärspule sind die Stoßkreis Kapazität, die Funkenstrecke und der Hochspannungstransformator

angeordnet. Oberhalb der Stoßkreis-spule sind ein Variometer in Serie mit einer in Stufen veränderbaren Induktivität zur Antennenabstimmung und ein Amperemeter zur Messung des Antennenstromes montiert. Der Sender wurde aus einer 30-V-Akkumulatorenbatterie versorgt. Ein Umformer lieferte Wechselspannung (110 V / 500 Hz) an den Hochspannungstransformator. Dieser transformierte die Spannung für die Funkenstrecke auf etwa 4.500 V. Die Spannung war so gewählt, dass in jeder Halbwelle nur *ein* Funkenüberschlag erfolgte. Entsprechend 1.000 Überschlägen in der Sekunde wurden die Morsezeichen vom Empfänger als musikalische Töne von 1.000 Hz aufgenommen.

---

### **Marconi-Sender mit rotierender Funkenstrecke**

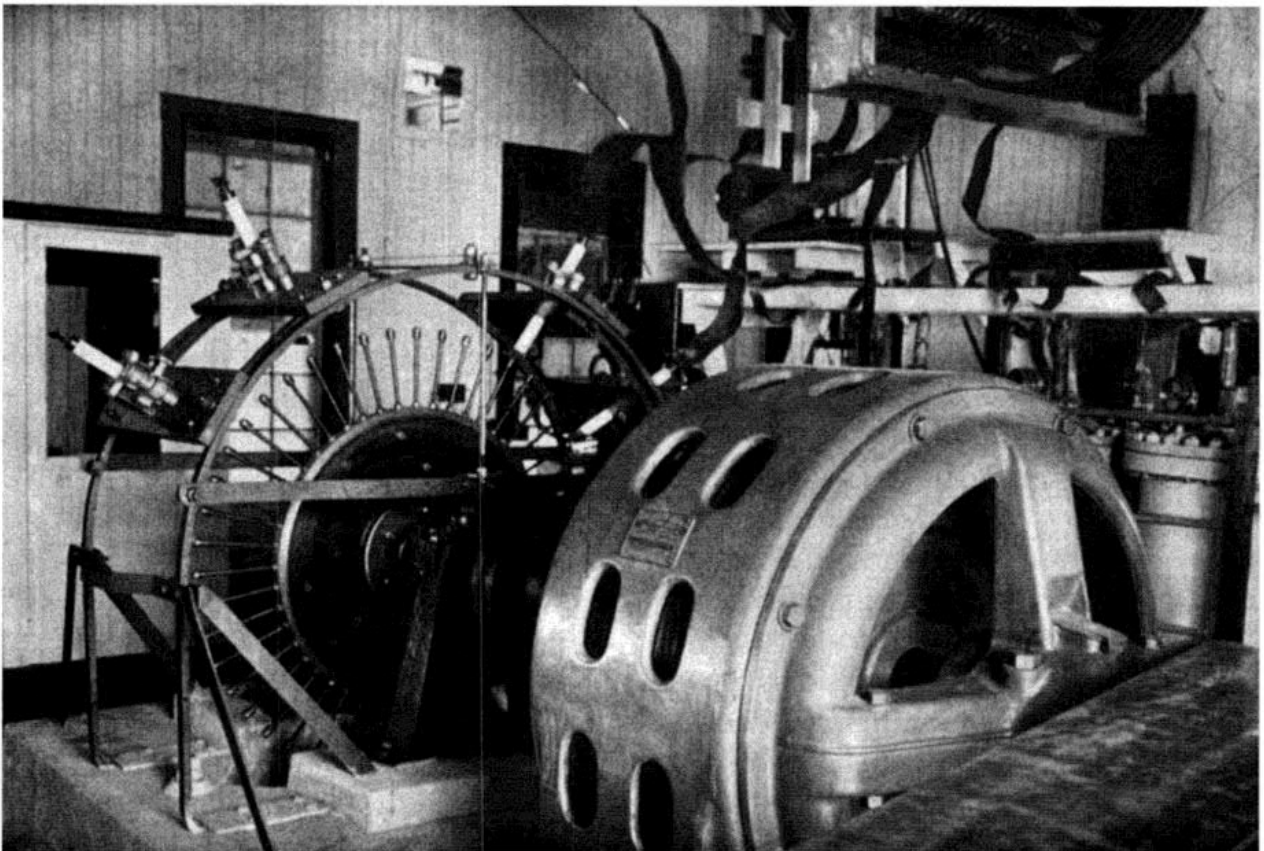
---

Die Löschfunksender stellen die letzte Entwicklungsstufe der von Telefunken

gelieferten Funkensender dar. Die Vorteile dieser Technik veranlassten die Marconi-Gesellschaft, ein eigenes Tonfunken-System zu entwickeln:

Eine Scheibe mit mehreren, radial angeordneten Elektroden rotierte zwischen Gegenelektroden. Die Funken wurden nicht wie im Telefunken-System gelöscht, sondern abgerissen. Die Scheibe wurde durch einen Elektromotor angetrieben. Die hohe Funkenfolge der schnell rotierenden Scheibe bewirkte im Kopfhörer der Empfangsstelle ebenfalls musikalische Töne. Der Verfasser beobachtete noch 1943 die Wiederholung eines Notrufs (SOS) durch eine britische Küstenfunkstelle mit einem solchen Sender. □

Bild 5: Marconi-Sender mit rotierender Funkenstrecke aus dem Jahre 1910. Reprod. aus: Zenneck, J.: Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, 2. Auflage 1913



## Funktechnik hilft dem Generatorenbau

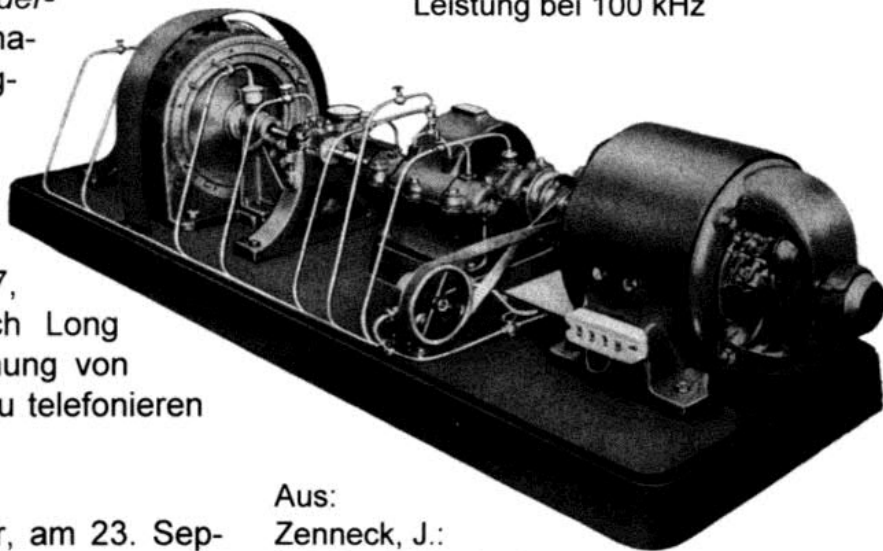
Kurt Jäger, Mannheim

Im Jahre 1905 begannen *Reginald A. Fessenden* und *Ernst Frederik Werner Alexanderson* in Amerika mit dem Bau eines Hochfrequenzdynamos für Funk-sender [1]. Die seit Marconi in den 90er Jahren des 19. Jahrhunderts verwendeten Löschfunksender, bestehend aus einem batteriegespeisten Funkeninduktor, waren weder für große Leistungen - also weite Entfernungen - noch für Dauerbetrieb geeignet. Es gelang *Fessenden* und *Alexander-son* tatsächlich, eine Dynamomaschine mit 333 Magnetpaaren zu bauen, die bei einer Frequenz von 100 kHz eine Leistung von 1 kW abgab. Damit gelang ihnen schon 1907, von Massachusetts nach Long Island über eine Entfernung von 320 Kilometer drahtlos zu telefonieren [1, S. 121].

Keine zehn Jahre später, am 23. September 1915, erhielt die Kieler Firma *Anschütz & Co.* vom Kaiserlichen Patentamt das Patent Nr. 293 616 für eine "elektrische Maschine" zugeteilt. Bei dieser Maschine handelte es sich um einen "Hochfrequenzumformer für die drahtlose Telegraphie", wie man dem Text der Patentschrift entnehmen kann. Das Besondere der Erfindung war, dass der Anker der Maschine in Wasserstoff laufen soll, "denn die Ventilationsarbeit verringert sich im Verhältnis des spezifischen Gewichtes, sie beträgt deshalb beim Wasserstoff nur den vierzehnten Teil wie bei Luft". Es wird auch noch auf andere Vorteile einer Wasserstoff-

kühlung hingewiesen: Bei den Hochfrequenzumformern für die drahtlose Telegraphie "ergibt die Kapselung und Einschließung in Wasserstoff eine sehr erhebliche Schalldämpfung, so dass die Abhörung der ankommenden Signale weniger gestört wird". Und dass die wasserstoffgekühlte Maschine bei gleicher Leistung ein kleineres Volumen auf-

Bild 1: Alexandersonmaschine mit 1 kW Leistung bei 100 kHz



Aus:  
Zenneck, J.:  
Lehrbuch der draht-  
losen Telegraphie, 1913, S. 254.

weist, war insbesondere bei Funk-sendern auf Kriegsschiffen - 1915 war der Seekrieg des Ersten Weltkriegs in vollem Gange - ebenfalls ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

Hinter der Idee stand der Erfinder *Max Schuler*, 1882 in Zweibrücken in der Pfalz geboren, nach dem Studium an der TH München seit 1907 bei der Fa. *Anschütz* in Kiel angestellt [1, S. 344]. Ihr Gründer *Hermann Anschütz-Kaempfe*, Erfinder des ersten brauch-



baren Kreiselkompasses für Schiffe, war nämlich sein Vetter. *Schuler* ging 1924 an die Universität Göttingen, wurde dort Professor für angewandte Mechanik und starb 1972.

Seine Erfindung der wasserstoffgekühlten elektrischen Maschine wurde trotz der geschilderten Vorteile nicht mehr für die Hochfrequenzmaschinen der Funktechnik verwendet. Aber diese Technik sollte den Bau von Turbogeneratoren für die Stromerzeugung revolutionieren. Als in den 30er Jahren unseres Jahrhunderts die Leistungen der Kraftwerke immer größer wurden, konnte man die Leistung der Turbogeneratoren mit Luftkühlung nicht in gleichem Maße steigern, weil es

nicht möglich war, die durch Luftreibung entstehende Wärme abzuführen. Jetzt erinnerte man sich an das Patent von *Schuler* (das natürlich längst abgelaufen war) und führte nun die Wasserstoffkühlung ein. 1937 gingen in den USA die ersten wasserstoffgekühlten Turbogeneratoren mit einer Leistung von 40.000 kVA in Betrieb. Heute sind die meisten Generatoren in unseren Dampf- und Kernkraftwerken wasserstoffgekühlt.

#### Literatur:

- [1] Jäger, K. (Hrsg.): Lexikon der Elektrotechniker. Berlin/Offenbach: VDE-Verlag 1997 (dort Verweise auf weitere Quellen)

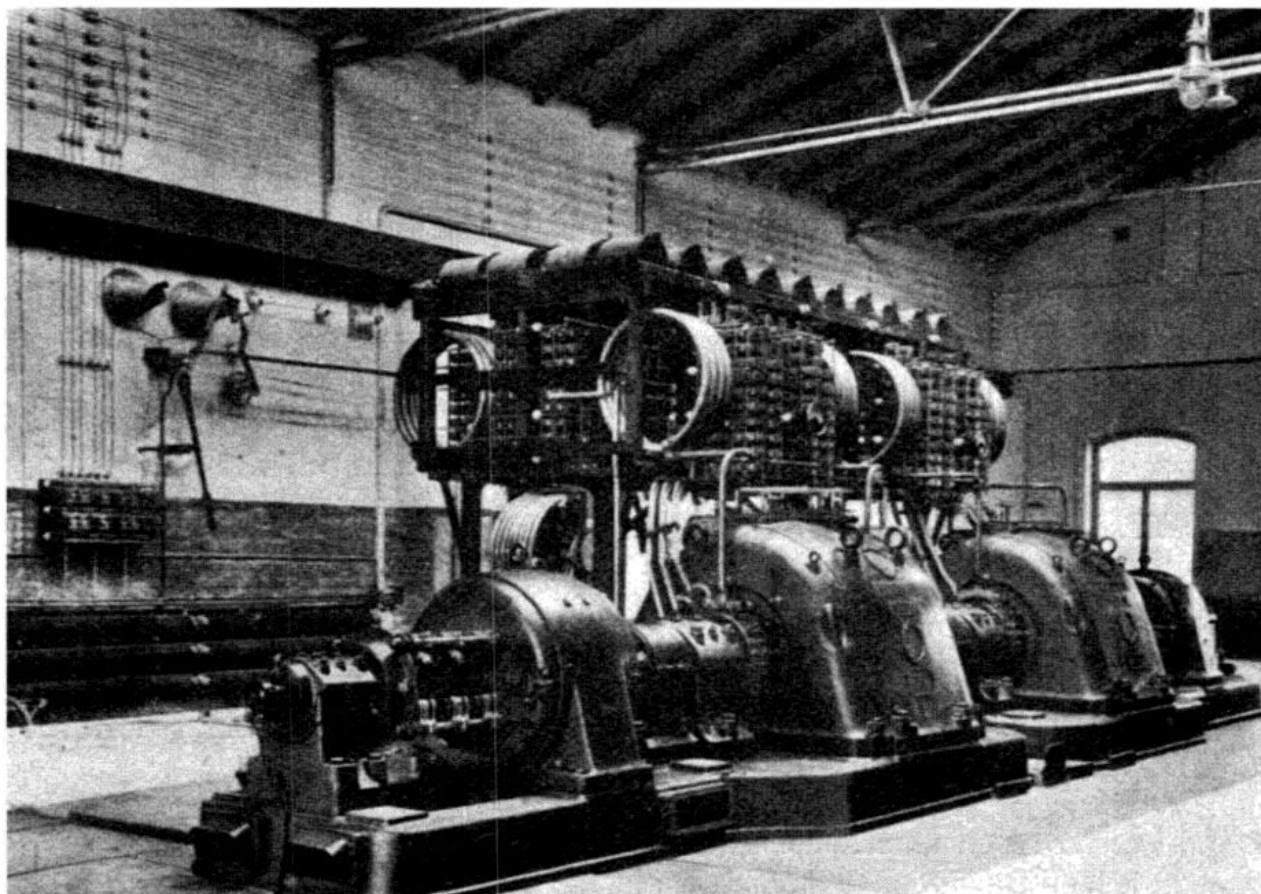


Bild 2: Welche imposante Größe Hochfrequenzmaschinen erreichten, zeigt dieses Bild aus der Lorenz-Großstation Eilvese um 1915. Infolge der begrenzten Drehzahl lieferten solche Maschinen aber eigentlich nur "Hoch"frequenz im niederfrequenten Bereich für den Längstwellenfunk. Aus: Neuburger, A.: Die Wunder der Fernmeldetechnik, 1924, S. 261.

# Entwicklung des UKW-Rundfunks

## Teil 5: Zeitraum 1934 bis 1940(45), Folge 2

### Die Ausbreitung ultrakurzer Wellen jenseits der optischen Sicht

Gerhard Bogner, Neu-Ulm

Nachdem man nicht nur in Deutschland festgestellt hatte, dass UKW-Sender in größerer Entfernung hinter der optischen Sicht empfangen werden konnten, beschäftigten sich Wissenschaftler in Deutschland, England, Frankreich, den Niederlanden, der UdSSR und vor allem in den USA mit der Frage, wie solche Reichweiten zustande kommen konnten.

Erste richtungsweisende Hinweise über einen neuen Ausbreitungsmechanismus lieferte R. Jouaust bereits 1930 im Zusammenhang mit einer nicht einsehbaren UKW-Verbindung vom französischen Festland nach Korsika (205 km), die offensichtlich seinerzeit in Deutschland wenig Beachtung fanden [88].

In einem Bericht lieferte er eine Erklärung für die Wellenausbreitung, Hinweise für eine grobe Reichweitenberechnung und eine Begründung für festgestellte Schwunderscheinungen (Bild 5.1):

- ◆ Die kurzen Wellen werden in Schichten verschiedener Feuchtigkeit, Temperatur oder verschiedenen Drucks über der Erd- oder Meeresoberfläche gebrochen.
- ◆ Die Wellen durchlaufen einen Kreisbogen, dessen Radius  $mR$  ein von den atmosphärischen Verhältnissen abhängiges Vielfaches des Erdradius beträgt.
- ◆ Der Schwund hängt von den meteorologischen Bedingungen ab.

Erst amerikanische Arbeiten, die 1933 und 1935 zur Veröffentlichung gelangten, zeigten wieder auf, dass die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen einer Vielzahl physikalischer Gesetzmäßigkeiten, aber auch meteorologischer Einflüsse unterliegt [89] [90].

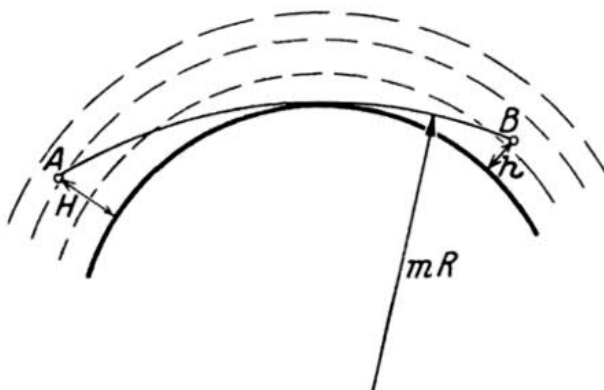


Bild 5.1: UKW-Verbindung Frankreich - Korsika. Darstellung der Brechung an Inversionsschichten. A = Sender, B = Empfänger,  $mR$  = vergrößerter Erdradius.

Die Versuche der Forscher, aus der Deutung von Ergebnissen experimenteller Untersuchungen passende Theorien zu entwickeln, gestalteten sich auf Grund der großen Vielfalt der Einflüsse, von denen die Ausbreitung (Feldstärke) abhängig war, als äußerst kompliziert. Abhängig von dem jeweiligen experimentellen Erkenntnisstand unterlagen die verschiedenen Theorien zudem laufend Korrekturen. Widersprüche sorgten für ausreichend Diskussionsstoff nicht nur in den 30er Jahren. Es kam zu unterschiedlichen Anschauungen, die sich damals, was vor allem den Einfluss der

Beugung und der Brechung der Strahlen auf das Ausbreitungsverhalten betraf, nicht unter einen Hut bringen ließen.

Das Vordringen der Strahlen in den Bereich unterhalb der optischen Sicht wurde Mitte der 30er Jahre auf zwei Theorien zurückgeführt:

- ◆ Beugung der Strahlen an der Erdoberfläche
- ◆ Brechung der Strahlen in der Atmosphäre.

verhaltens der Langwellen (J. Zenneck, 1907/08; A. Sommerfeld 1909, 1917) brachte die Erkenntnis, dass sich diese elektromagnetischen Wellen nicht geradlinig, sondern längs der leitenden Erdoberfläche fortpflanzen. Dabei ist die Beugung der Wellen nur von der Form der Erdoberfläche und ihrer Dielektrizitätskonstante (DK) abhängig. Bekannt war auch, dass der Einfluss der Beugung wegen der ansteigenden Bodenabsorption umso stärker abnimmt, je höher die Frequenz ist.

### Beugung

Die Untersuchung des Ausbreitungs-

Die durch die Erdkrümmung bedingte Beugung der ultrakurzen Wellen wurde in Deutschland von P. von Handel und

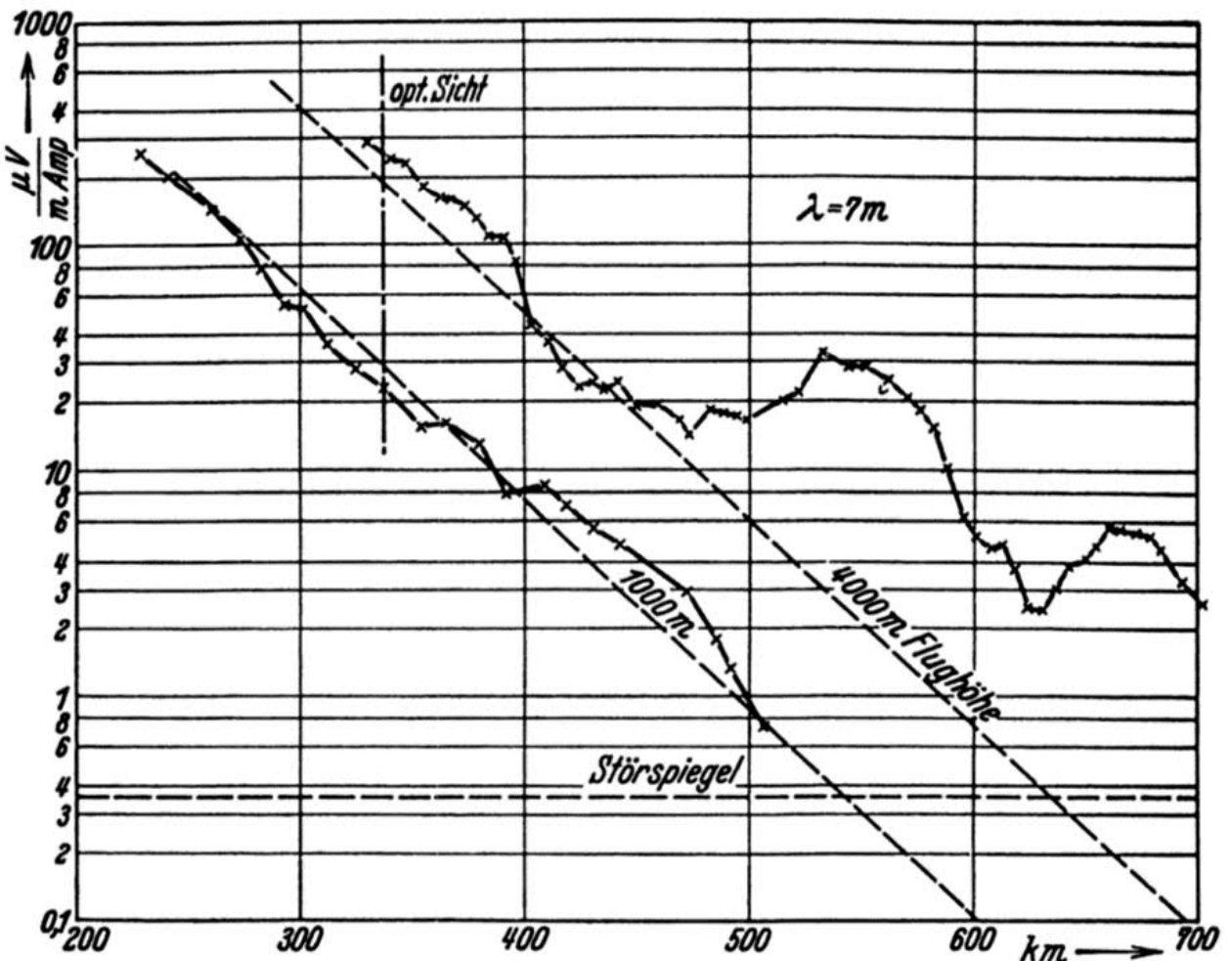


Bild 5.2: Verlauf der Feldstärkeabnahme durch Beugung.

Senderhöhe: 1000 m, Leistung: 7 kW, Wellenlänge:  $\lambda = 7 m$ .

--- Feldstärke berechnet, x x x x Feldstärke gemessen (Flughöhe 1000 m / 4000 m)

Brechungseffekt zwischen 460 km und 700 km, Flughöhe 4000 m.

## Rundfunktechnik

W. Pfister (DVL) 1935/36 experimentell festgestellt und annäherungsweise berechnet [91] (Bild 5.2).

Genauere Berechnungen führten B. van der Pol und H. Bremmer durch, die 1937/38 zur Veröffentlichung gelangten [92] und ihren Niederschlag in einer C.C.I.R.(Comité Consultativ International des Radiocommunications)-Publikation über Wellenausbreitung fanden [93]. Besonders anschaulich wurden hierin z.B. für UKW die Verhältnisse dargestellt, welche die Abschwächung der Feldstärke im Verhältnis zur Freiraumausbreitung (Bild 5.3, obere Kurve) für einen Sender auf 100 m Höhe und Emp-

fänger auf Grund zeigt. (Zu einem vergleichbaren Ergebnis kamen in England T. L. Eckersley und G. Millington 1939, die nach einer anderen Methode rechneten.)

Das ebenfalls rechnerisch erstellte Diagramm Bild 5.4 lieferte u.a. den theoretischen Nachweis, dass die UKW-Reichweite (bei  $\lambda = 7$  m) sich nicht auf den Bereich der optischen Sicht beschränkte, da die Feldstärke stetig in das Gebiet außerhalb des Horizontes hinausläuft. Eine merkliche Knickstelle (Abschattung) findet sich erst bei  $\lambda = 7$  mm! In einer Arbeit von W. Nestel (1942) stellte dieser einen Vergleich zwischen der theoretisch

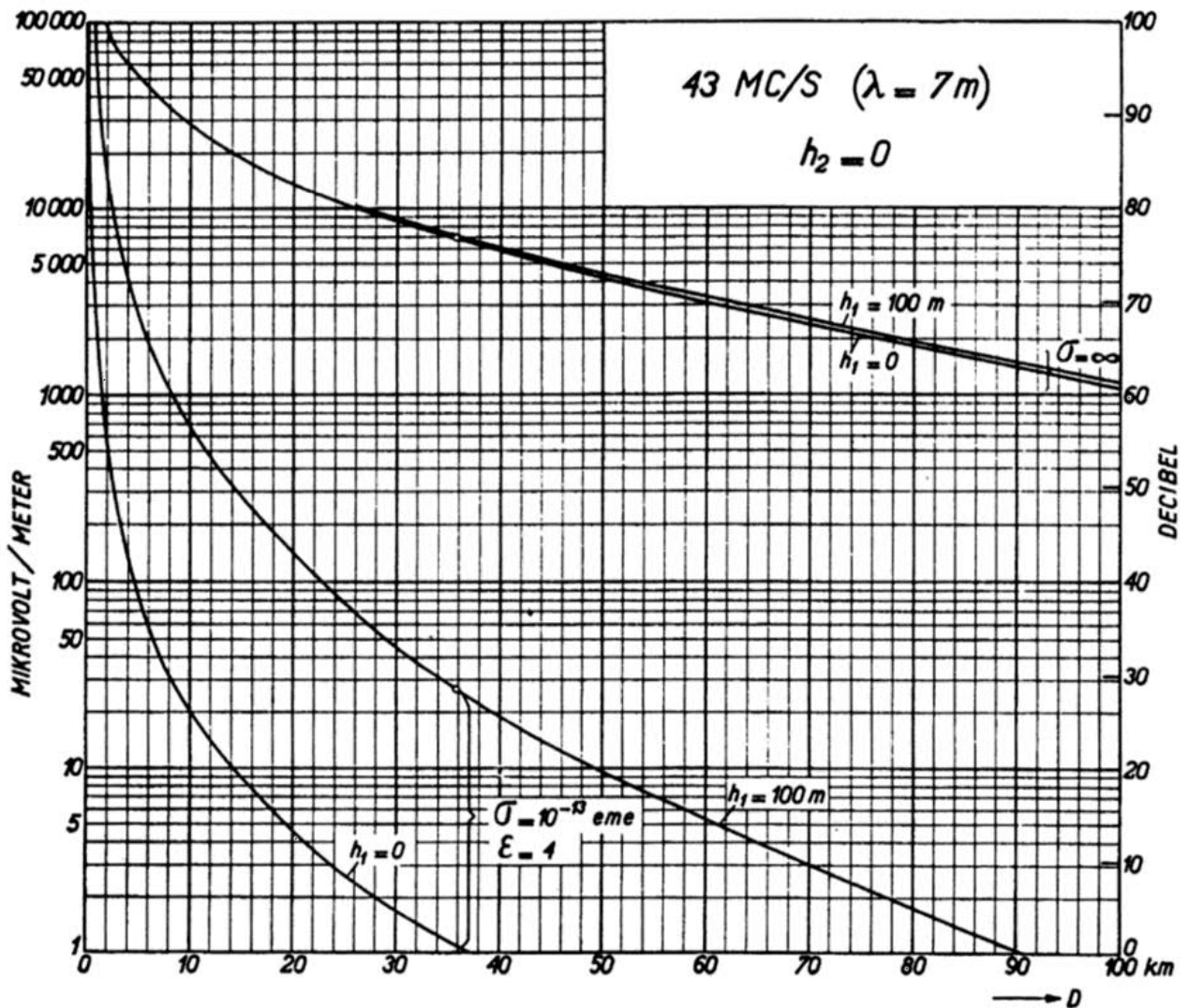


Bild 5.3: Einfluss der Senderhöhe auf das Feld (Beugung) eines Senders ( $P = 1 \text{ kW}$ ,  $\lambda = 7 \text{ m}$ )  
 $h_1$  = Senderhöhe,  $h_2$  = Empfängerhöhe (= 0 m).

für Seeausbreitung erstellten Kurven von *B. van der Pol / H. Bremmer* und gemessenen Werten, die über See ermittelt worden waren, an [94]. Im Gegensatz zur Ausbreitung über See führten Unregelmäßigkeiten der Erdoberfläche (Geländeunebenheiten) zu beträchtlichen Abweichungen bei den Landkurven, Bild 5.4. (Bei der theoretischen Behandlung hatten *van der Pol* und *Bremmer* von einer Vereinfachung Gebrauch gemacht und gingen von einer glatten Erdkugel endlicher Leitfähigkeit aus.)

Bei Messflügen der DVL konnten 1935 gelegentlich abnormale Reichweiten erzielt werden, die von einem starken Schwanken der Feldstärke begleitet waren. Als Ursache vermutete man Brechungserscheinungen innerhalb der Troposphäre, da diese für die elektro-

magnetische Welle ein Dielektrikum darstellt. Aus dem Bild 5.2 ist ersichtlich, dass bei 4000 m Flughöhe ab ca. 460 km die gemessene Feldstärke wesentlich von der für Beugung gerechneten abweicht [91]. Ähnliche Beobachtungen machte man auch in den USA [90].

Die Mitwirkung einer von der Ionosphäre reflektierten Raumstrahlung schied bei den in Frage kommenden verhältnismäßig geringen Entfernungen (ca. 200 bis 600 km) aus. (Die Sprungentfernung der 7-m-Welle liegt bei Reflexionen an der Ionosphäre bei mehreren 1000 km.) Dagegen sollte es sich zeigen, dass Vorgänge in der Troposphäre ausreichen, um sowohl die Schwunderscheinungen als auch zeitweise auftretende außergewöhnliche Reichweiten der ultrakurzen Wellen zu erklären.

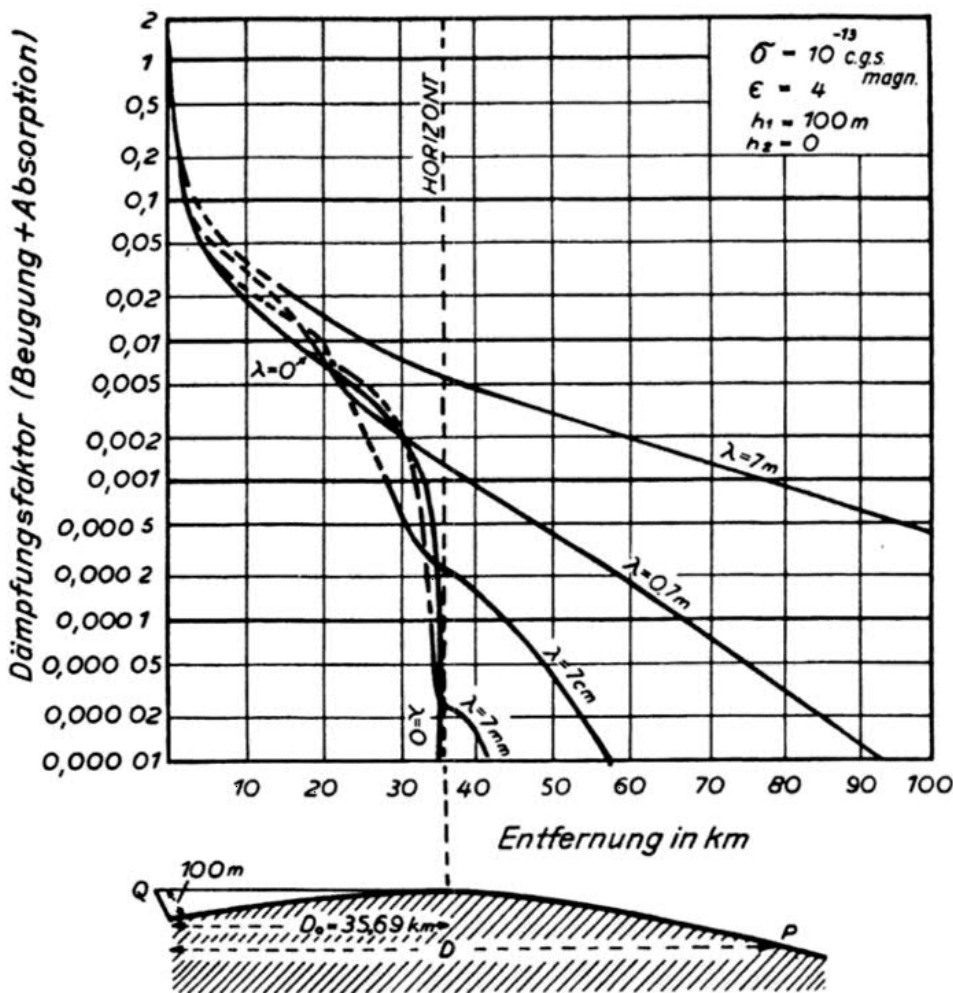


Bild 5.4: Abhängigkeit der Reichweite von der Wellenlänge.

Schwächungsfaktor  $F_{\text{diff+abs}}$  herrührend von der Beugung (kugelförmige Erde) und von der gleichzeitigen Absorption ( $\sigma = 10^{-13}$ ,  $\epsilon = 4$ ).

# Rundfunktechnik

## Troposphärische Ausbreitung

### Brechung

Von *H. Plendl* wurde 1929 auf Grund von unveröffentlichten Berechnungen über die Abnahme der Luftdichte mit zunehmender Höhe (und die sich daraus ergebende Veränderung des Brechungsindex) gefunden, dass die Brechung in der Atmosphäre allein genügte, um die über die optische Sicht hinausgehenden Reichweiten zu erklären [95] [97]. Im Zeitraum 1934-35 liefen, oft unter großen Schwierigkeiten, die ersten Flug- und Bodenmessungen, um die Ausbreitungsvorgänge der ultrakurzen Wellen, insbesondere über den optischen Horizont hinaus, zu erfassen, siehe Bild 5.5.

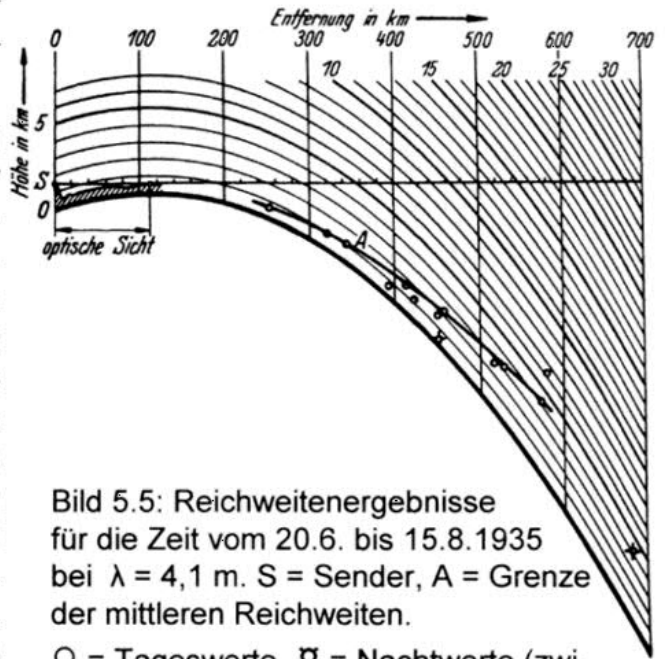


Bild 5.5: Reichweitenergebnisse für die Zeit vom 20.6. bis 15.8.1935 bei  $\lambda = 4,1$  m. S = Sender, A = Grenze der mittleren Reichweiten.

○ = Tageswerte    ⌘ = Nachtwerte (zwischen 4.00 und 6.30 Uhr)

Anhand der Messergebnisse konnte der Nachweis geführt werden, dass der Ausbreitungsvorgang einmal durch das Vertikaldiagramm der Sendeantenne, aber vor allem durch die Strahlungskrümmung beeinflusst wurde, hervorgerufen durch

die Schichtung der Troposphäre [96], siehe Bild 5.6, 5.7, 5.14.

Im unteren Teil der Troposphäre ist die Zusammensetzung nicht gleichmäßig, da Feuchte, Druck und Temperatur mit der

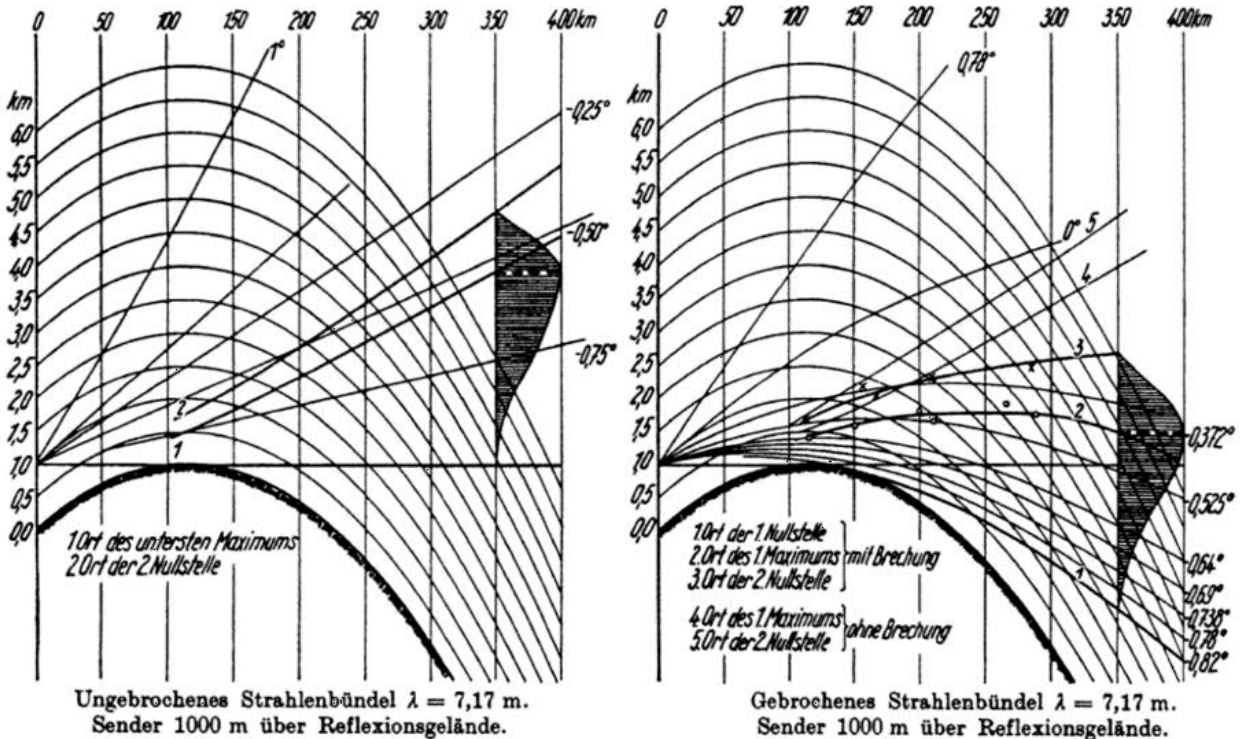


Bild 5.6: Vertikaldiagramm (unterer Diagrammlappen "Keule"). Krümmung des Diagramms (der Strahlen) unter Einfluss der Brechung (schraffierte Flächen = Ende der "Keule").

Höhe über dem Erdboden abnehmen (eine ähnliche Abnahme erfährt damit die Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$  und ihr Brechungsexponent  $n = \sqrt{\epsilon}$ ). Die Strahlen, die von einer Schicht in eine andere eintreten, werden kontinuierlich in den verschiedenen Schichten in Richtung Erde gebrochen, kehren aber unter sogenannten "atmosphärischen Normalbedingungen" (die man später nach langjährigen Messungen definierte), nicht wieder zur Erde zurück. Ansätze zu einer rechnerischen Erfassung der Brechung machten I. C. Schelleng, C. R. Burrows und E. B. Ferrel, 1933 [89].

Grundsätzliche Schwierigkeiten bestanden von Anfang an bei der Beschreibung des Zusammenhangs zwischen den troposphärischen Vorgängen und der Wellenausbreitung. Dieser Umstand, dass man zwar die Feldstärke der verschiedenen Orte laufend registrieren konnte, nicht dagegen den Luftdruck, die Feuchte und die Temperatur in jeder beliebigen Höhe über dem Boden, verzögerte den Fortschritt. Die Versuche von 1935/36 [96] ließen deshalb wegen unzureichender meteorologischer Daten noch keine gesicherten Gesetzmäßigkeiten zwischen Reichweite und Troposphärenzustand erkennen.

Im Rahmen von Flugmessungen wurde dagegen ein Maximum bei der Zunahme der Reichweite in den Sommer- und Herbstmonaten festgestellt. Es ließen sich vom Sender Brocken aus (2,5 kW,  $\lambda = 7,17\text{m}$ ) nicht nur im Flug Reichweiten erzielen, die ein Vielfaches der optischen Sicht betragen (800 km in 2000 m Höhe), sondern es konnte auch Bodenempfang weit außerhalb der optischen Sicht nachgewiesen werden (200 km und mehr).

Durch eine eingehende theoretische Be-

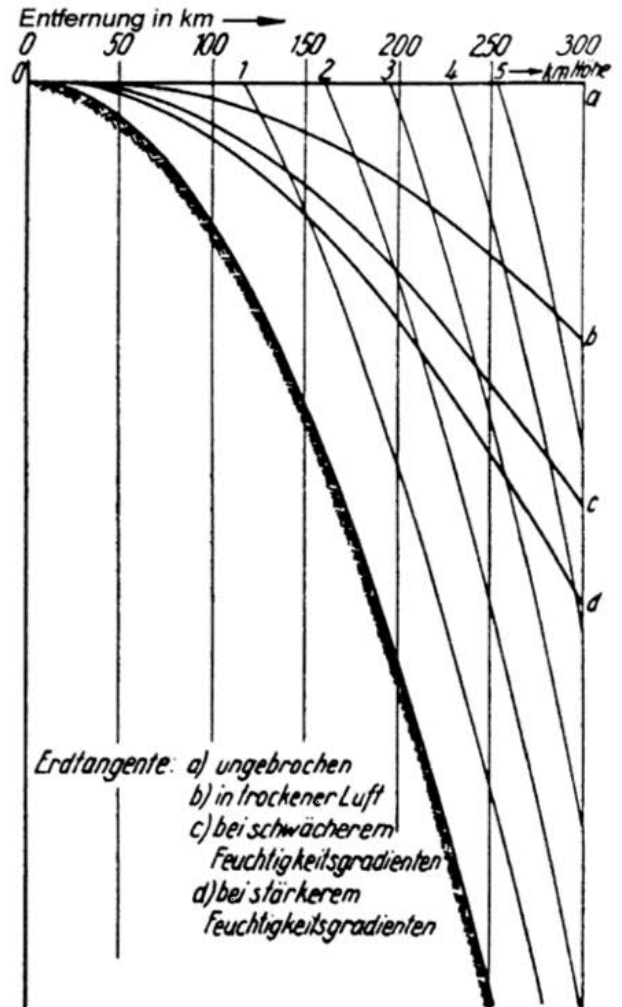


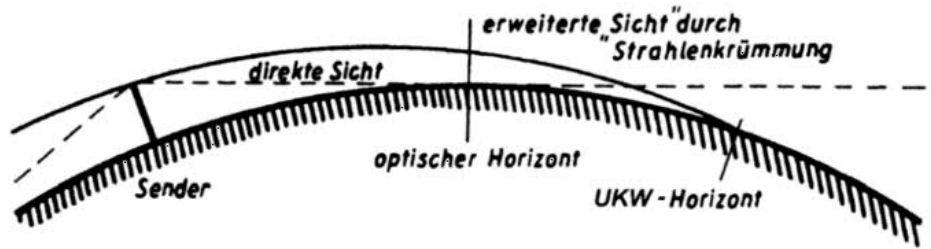
Bild 5.7: Krümmung eines horizontalen Strahles (Erdtangente) in Abhängigkeit von dem Feuchtegradienten.

handlung der Brechung und ihre experimentelle Bestätigung erhielt man damals die Erkenntnis, dass in dem Entfernungsbereich  $> 100$  km die Überwindung der Erdkrümmung allein durch die Brechung verursacht wurde [95] [96] [97].

So schlüssig alles schien, so hatte die Sache doch einen Haken, da die Beugungstheorie gleichfalls von der Messung bestätigt schien. Es blieb die Frage nach der anteilmäßigen Beteiligung der Beugung und der Brechung an der Ausbreitung. Erst in den 50er Jahren war man sich sicher, dass der Einfluss der Beugung an der glatten Erdkugel

## Rundfunktechnik

Bild 5.8: Reichweitenvergrößerung durch Strahlenkrümmung (Brechung).



gegenüber dem der Troposphäre gering war. Versuche, die im Laufe der Zeit angestellt wurden, ergaben für die Brechung bei mittlerer Feuchte eine ziemlich beständige Reichweitzunahme am Boden von ca. 15 % durch die Strahlenkrümmung. Dieser Zuwachs an Reichweite ließ sich vorausbestimmen, indem man ab 1935 mit einem fiktiven Erdradius (z.B.  $r \sim 8500$  km) rechnete, der  $4/3$  des wirklichen beträgt [90] [95], siehe auch FG 125, S. 114.

In den 50er Jahren prägte man für den hinausgeschobenen Empfangspunkt den Begriff "Radio- bzw. UKW-Horizont", vgl. Bild 5.8. Im mitteleuropäischen Klima konnte die Brechung eine Verschiebung des UKW-Horizontes bis auf etwa 100 bis 150 km über den optischen Horizont hinaus verursachen.

### Schwunderscheinungen bei UKW

Die Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost (RPF, W. Scholz) befasste sich experimentell mit den troposphärischen Vorgängen, nachdem man auf dem Inselsberg (Thüringen) Anfang 1935 einen auffälligen Zusammenhang zwischen Feldstärke und Wetterverlauf beobachtet hatte (gleichzeitig mit einem Temperatursturz fiel die Feldstärke des UKW-Senders Berlin und Feldberg/Taunus auf etwa  $1/3$  ab).

Die DRP betrieb zur Erforschung dieses Zusammenhangs und anderer Problemstellungen zwischen 1936 und 1937

jeweils über kurze Zeiträume mehrere Messstrecken, bei denen Distanzen zwischen 70 und 490 km zu überbrücken waren. In Zusammenarbeit mit dem Reichsamt für Wetterdienst (R.f.W., L. Egersdörfer) konnte eindeutig ein Zusammenhang zwischen den troposphärischen Vorgängen und langsam verlaufenden Feldstärkeschwankungen hergestellt werden. Der Einfluss der Troposphäre war um so größer, je weiter der Beobachtungspunkt hinter der Sichtgrenze der Sendeantenne lag und dieser damit verstärkt in den Einflussbereich der von der Troposphäre zur Erdoberfläche hin gebrochenen, zeitlich inkonstanten Strahlung geriet, siehe Bild 5.9.

Die Schwundvorgänge führte man auf zeitlich und räumlich sich ändernde Bewegungsvorgänge der Luftschichten zurück, die zu Unstetigkeiten im Brechungsindex führten [98].

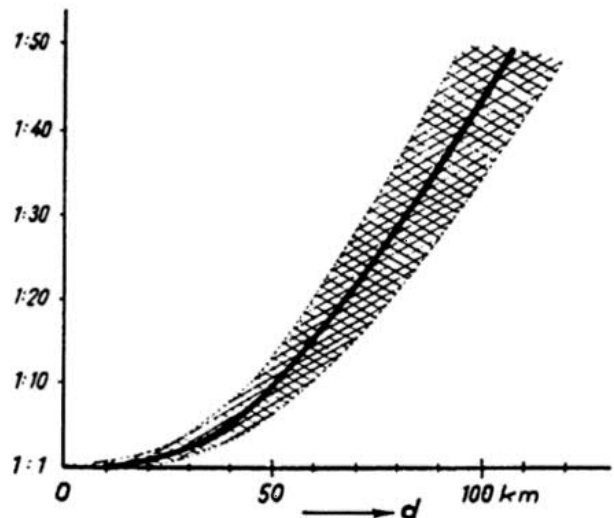
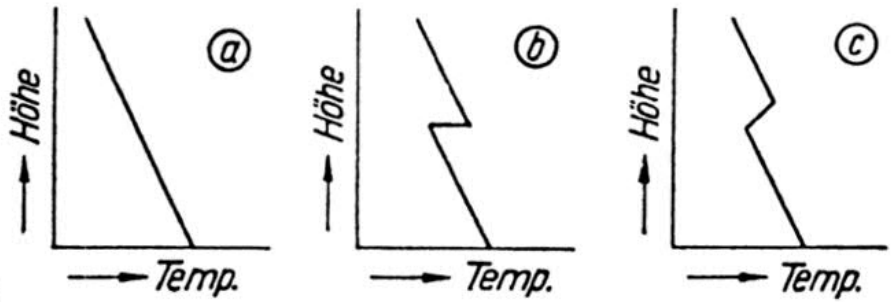


Bild 5.9: Abhängigkeit der Feldstärkeschwankungen von der Entfernung im Bereich der Sichtgrenze.



Bild 5.10: Temperaturinversionen, Verlauf des Brechungsindex in Abhängigkeit von der Höhe.



a) bei normaler Witterung;

b) Ausbildung einer Grenzfläche zwischen zwei Schichten ("Sprung" des Brechungsindex);

c) Inversion durch einströmende Warmluft

### Einfluss der Inversionsschichten

Aus der Meteorologie war bekannt, dass es bei bestimmten Wetterlagen (Warm- und Kaltlufteinbrüche), wenn sich z.B. warme Luftschichten über kalte Luftschichten schieben, zu einer Umkehr des Temperaturverlaufs (Inversion) kam. An der Grenze zwischen beiden Schichten trat ein mehr oder weniger ausgeprägter Sprung des Brechungsindex auf (Bild 5.10). Bildeten sich Inversionen aus, so konnte festgestellt werden, dass abhän-

gig von der Lage (Höhe) der Sende- und Empfangsantenne zu den brechenden Luftschichten, die Empfangsfeldstärke über oder unter dem Normalwert lag [98].

Zwischen 1938 und 1945 betrieb die DRP unter Einbindung des großen Funkturms von Königs Wusterhausen (KW) eine Versuchsstrecke zwischen Berlin (Funkturn Witzleben) und dem Brandberg bei Märkisch-Rietz (Scharmützelsee), um nähere Aufschlüsse über das Verhalten bodennaher Inversionen zu erhalten (Bild 5.12). Die an dem 240 m

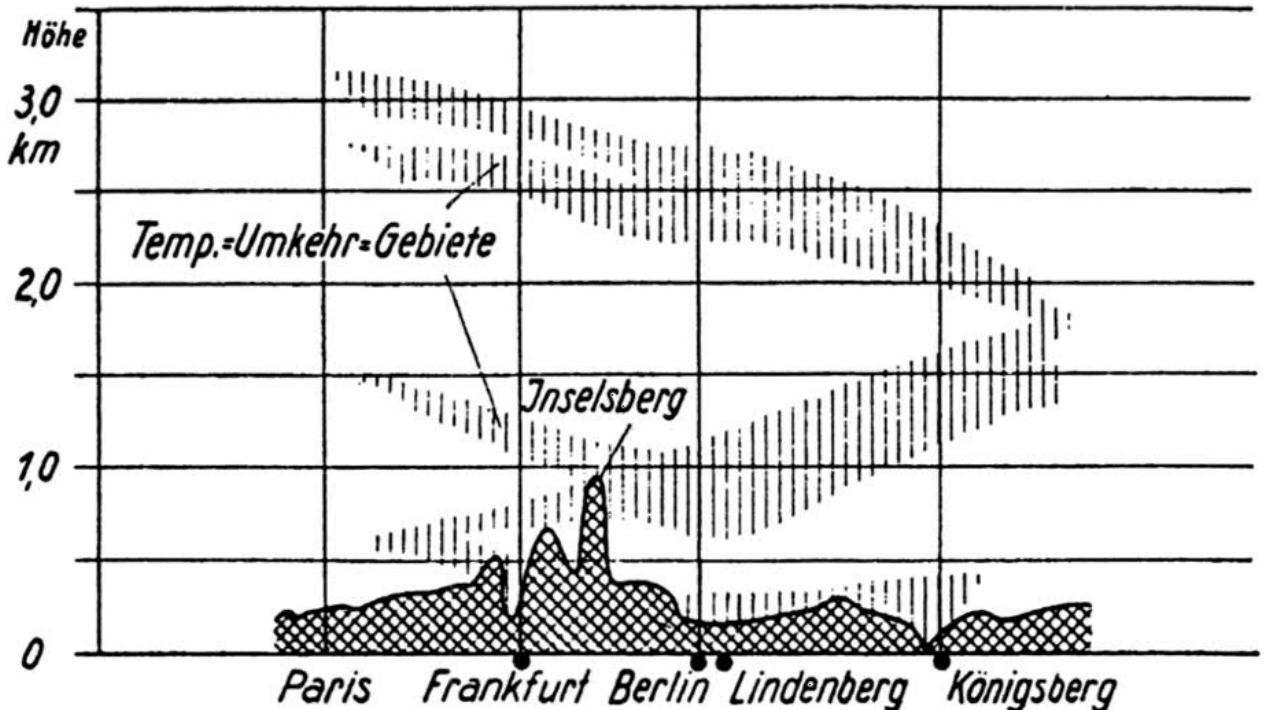


Bild 5.11: Vertikalschnitt durch die Troposphäre bis 3500 m Höhe längs der Linie (Paris -) Frankfurt/M. - Berlin - Lindenberg - Königsberg am Vormittag des 12.12.1937. Bodeninversion in ca. 300 m Höhe (Berlin - Königsberg), Höheninversion ab ca. 1000 m.

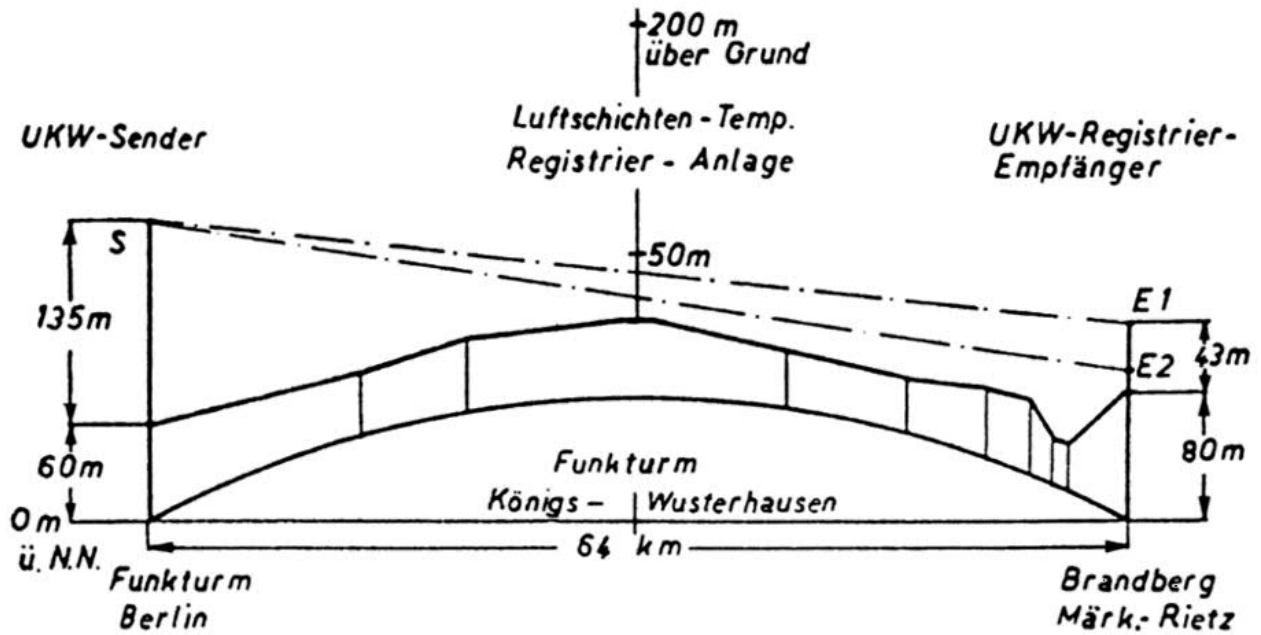


Bild 5.12: Höhengschnitt der UKW-Messstrecke vom Funkturm in Berlin nach dem Brandberg bei Märkisch-Rietz.

hohen Mast von KW in der Höhe gestaffelt angebrachten Temperaturfühler dienten dabei der fortlaufenden Aufzeichnung bodennaher Temperaturvorgänge [99]. Weshalb diese geniale Idee nicht genutzt wurde, gleichzeitig die nicht unwesentliche Luftfeuchte zu registrieren, ist unklar, da ihr Einfluss bekannt war [88] [96].

Über Bodeninversionen brachte die Auswertung der Daten folgende Erkenntnisse:

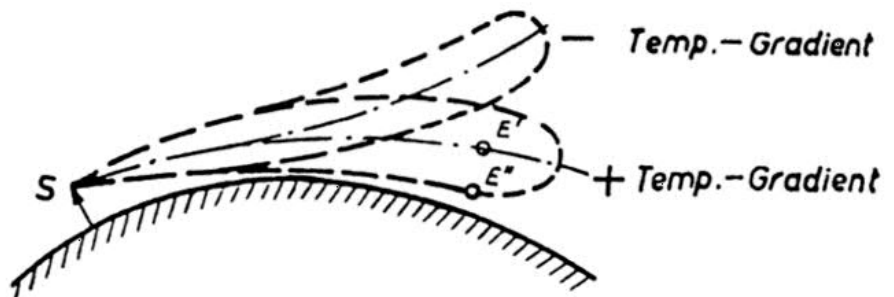
- Bodeninversionen in Mitteleuropa weisen die stärksten Temperaturgradienten (Temperaturgefälle) sowohl in positiver als auch in negativer Richtung auf.
- Die Häufigkeit extremer Feldstärkewerte ist tagsüber und während der

Sommermonate größer als nachts und in den Wintermonaten. (Die Atmosphäre wird durch die Sonneneinstrahlung und nächtliche Ausstrahlung vom Erdboden her erwärmt oder abgekühlt.)

Besonders anschaulich zeigt Bild 5.13, wie das Strahlungsdiagramm eines UKW-Senders (unterer Diagrammlappen) je nach Vorzeichen des atmosphärischen Temperaturgradienten sich hebt oder senkt. Auf diese Weise wurde in [99] bildlich verdeutlicht, wie es dadurch zu ganz erheblichen Schwankungen der Feldstärke kommen kann.

Zeitweise beobachtete rasche Schwankungen der Feldstärke (z.B. mehrere Perioden in der Minute) lieferten Hinweise auf eine weitere Ausbreitungsmöglich-

Bild 5.13: Verformung des unteren Diagrammlappens (Keule) eines Sendedipols S bei extremen Temperaturgradienten in der bodennahen Luftschicht.



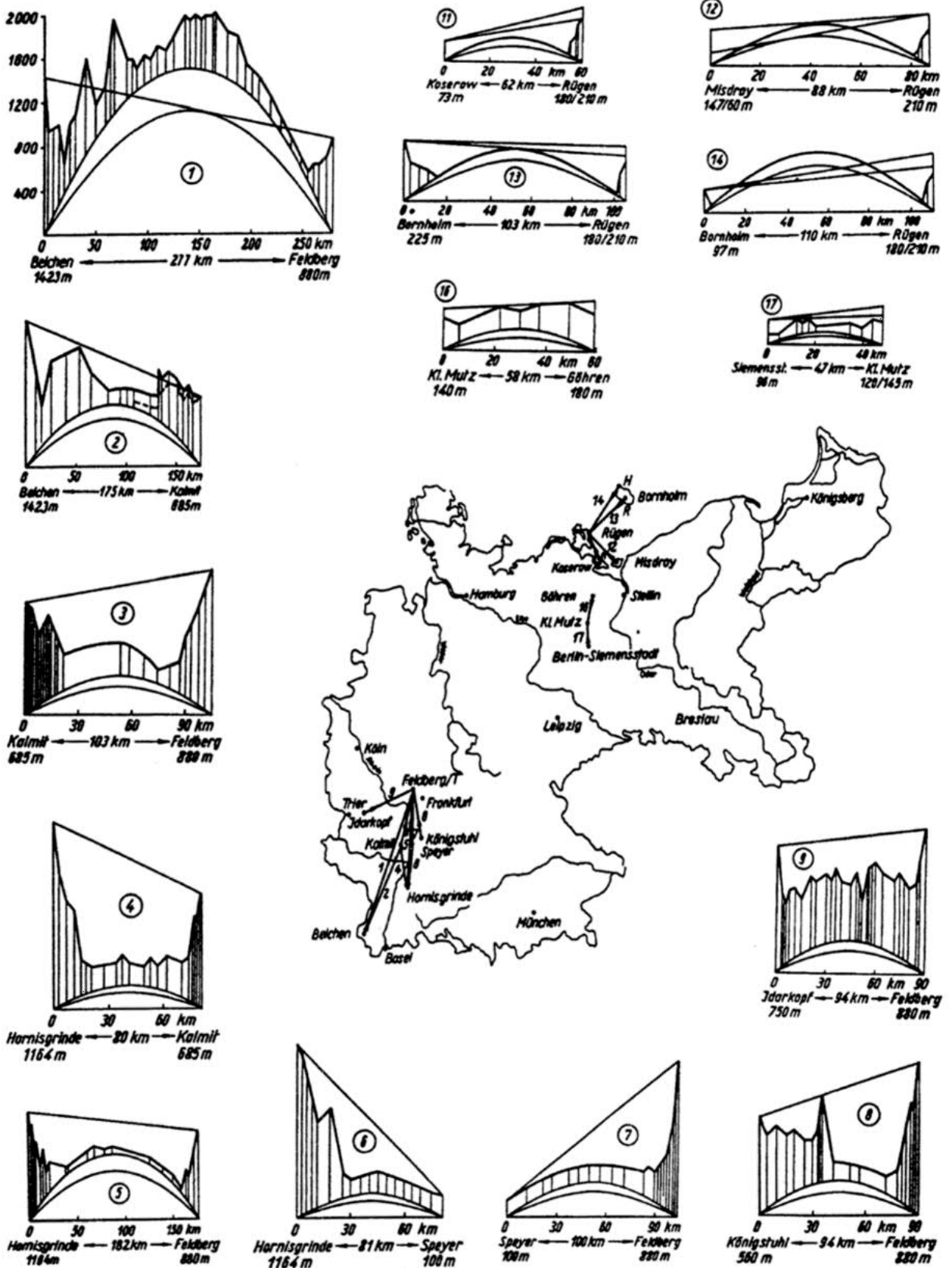


Bild 5.14: Streckennetz der Ausbreitungsmessungen mit Höhenschnitten (aus [101]).  
Legende siehe Bild 5.18.

## Rundfunktechnik

keit, die man auf eine in der Troposphäre reflektierte Raumstrahlung zurückführte. Amerikanische Forscher (*Englund, Crawford, Mumford*) nahmen 1938 an, dass dieser Schwundtyp durch Interferenz von Wellen mit verschiedenen Laufwegen unter Einwirkung der Troposphäre zustande kommt [100]. Dies bestätigten Untersuchungen, die während des Krieges in Deutschland liefen.

### Die UKW-Ausbreitung wird kriegswichtig

Für die militärische Nutzung (Funkmesstechnik "Radar", drahtlose Nachrichtenübertragung im beweglichen oder festen Einsatz "Richtfunk") der Wellenlängen zwischen 10 m und 50 cm (aber auch darunter) wurden diese Kenntnisse immer wichtiger. Neben den bereits früher genannten Industriefirmen befasste sich die Firma Siemens und Halske,

unterstützt durch die DRP (Reichspostforschungsanstalt RPF) und die Reichsforschungsführung zwischen 1940 und Anfang 1945 mit der Wellenausbreitung zwischen  $\lambda = 6,2$  m und 55 cm (9 cm ab 1944). Zu diesem Zweck hatte man nach Entwicklung einer geeigneten Messtechnik - zwischen 1941 und 1945 für Ausbreitungsmessungen zahlreiche Messstrecken aufgebaut. Die Strecken verschiedener Längen (50 bis 275 km) und (bis auf wenige Ausnahmen) mit verschieden guter optischer Sicht verliefen z.T. im Flachland, über der oberrheinischen Tiefebene, über Mittelgebirge und über See. Zentrale Empfangsstationen befanden sich auf dem Feldberg/Taunus und auf Rügen (Bild 5.14).

Die mit Kennfrequenzen versehenen Sende- und Empfangseinrichtungen waren weitgehend automatisiert und erlaubten z.T. pro Strecke die gleich-

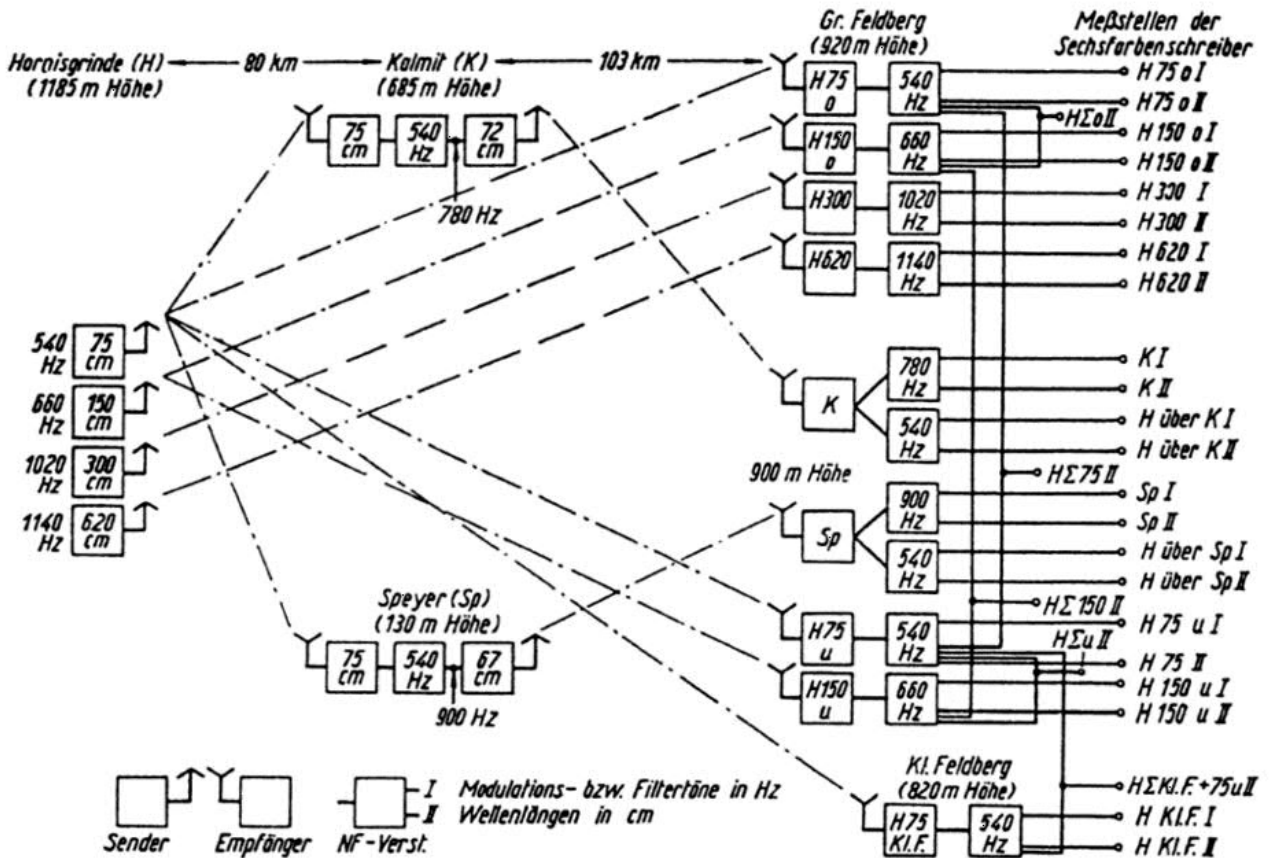


Bild 5.15: Sende- und Empfangseinrichtungen der Strecke Hornisgründe - Feldberg (182 km).

zeitige Registrierung mehrerer Wellenlängen, auch über Umwegstrecken Kalmit/Speyer (Bild 5.15).

Neben der Ausbreitungsforschung diente das Vorhaben dazu, für jeden Zweck die günstigste Wellenlänge und Geräteanordnung (Konstruktion) angeben zu können. Die Untersuchungen hatten u.a. das Ziel, den Einfluss der Troposphäre abzuklären. Dieser machte sich durch Brechung schon innerhalb der optischen Sicht (47 km) zwar selten, aber deutlich bemerkbar (sehr langsame Feldstärkeänderungen). Im Gegensatz dazu kam es bei Mehrwegausbreitung (verursacht durch Reflexionen) zu wesentlich tieferen und schnelleren Schwundeinbrüchen, die auch zur vollständigen Unterbrechung der Verbindung durch Interferenz führen konnten [101].

### Mehrwegausbreitung durch troposphärische Inversionen

Die Auswertung der Messergebnisse in Verbindung mit meteorologischen Daten und theoretische Überlegungen hatten zum Ergebnis, dass an Trennschichten besonders von bodennahen Inversionen Reflexionen nur dann zustande kamen, wenn der Einfallswinkel  $\alpha$  auf die Grenzfläche sehr flach war. Wurden - je nach Lage der Inversionsschicht und des Senders - die Wellen nach unten reflektiert, dann war UKW-Empfang in einem Zustand der "Überreichweite" unterhalb der Horizontlinie möglich, siehe Bild 16a, Strahl 3.

Lag die Inversion über den Bergspitzen, waren außer dem direkten Strahl 1 noch ein oder mehrere reflektierte Strahlen 2 möglich (Bild 16a). Je nach der Wegedifferenz (Laufzeit) entstand am Empfangsort ein Interferenzfeld; der Schwund

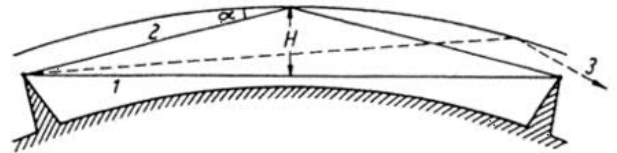


Bild 16a: Die Inversionsschicht liegt über den Bergspitzen, zwischen denen eine Funkverbindung besteht. Durch Empfang des direkten Strahls 1 und des reflektierten Strahls 2 kann es zu einer Signalschwächung bis zur Auslöschung kommen. Strahl 3 bringt Energie hinter den Horizont.

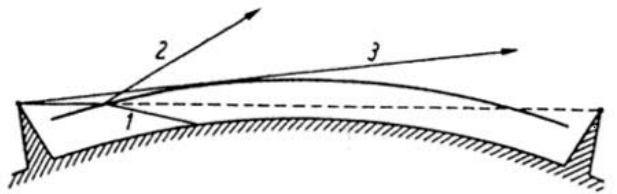


Bild 16b: Die Inversionsschicht liegt tiefer als die Spitzen zweier Berge, zwischen denen eine Funkverbindung bestehen soll. Die Inversionsschicht verhindert durch Brechung (Strahl 1 und 3) und Reflexion (Strahl 2) den Empfang.

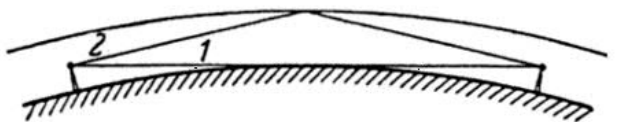


Bild 16c: Flachlandstrecke, Sender und Empfänger stehen auf Masten. Bedingt durch das Antennendiagramm ist der Empfang des direkten Strahls 1 mäßig. Der reflektierte Strahl liefert wesentlich mehr Energie.

(Interferenzschwund) war frequenz- und ortsabhängig. (Gemeinsamer Empfang mit 2 Empfängern im Abstand von nur 20 m beseitigte daher schon Totalschwund).

Es können die Wellen aber auch von oben auf die Inversionsschicht (Bodeninversion) treffen und nach oben reflektiert werden. Eine solche Reflexion verhinderte unter Umständen den Empfang an Orten, die normalerweise vom Sender sicher erreicht wurden. Bei Aufstieg oder

## Rundfunktechnik

Abbau der Inversionsschicht konnte es zu einem sogenannten Reflexionsfading kommen, das frequenzunabhängig war. Dieser Reflexionsschwund wurde häufig um die Zeit des Sonnenaufgangs beobachtet und leitete die Zeit des konstanten Empfangs ein (Bild 16b).

Bei Flachlandstrecken mit knapper optischer Sicht konnte ein erhebliches Anwachsen der Feldstärke beobachtet werden, das u.a. auf einen reflektierten Strahl 2 (Bild 16c) zurückgeführt wurde.

Neben der bereits von *W. Scholz* festgestellten Abhängigkeit der Feldstärke-schwankungen von der Entfernung kam es zur Feststellung, dass Schwankungen und Einbruchwahrscheinlichkeiten mit zunehmender Frequenz größer wurden (starker Anstieg zwischen  $\lambda = 6$  m und

1,5 m; mit weiter abnehmender Wellenlänge stieg die Wahrscheinlichkeit für Totalschwund etwa linear an).

Der Einfluss des Wetters war unverkennbar. Störungen traten am häufigsten auf, wenn folgende Bedingungen zusammenkamen: hohe Luftfeuchte, Windstille (bis über 1000 m Höhe), starker Temperaturgradient [101] [102].

### Fernausbreitung "Überreichweiten"

Eine Reihe von Beobachtungen aus dem taktischen Einsatz von Funkgeräten wurden bekannt, nach denen manchmal in Entfernungen von 100 km und mehr hinter dem optischen Horizont verhältnismäßig große Feldstärken auftraten. Dazu zählten Beobachtungen von Richtfunkverbindungen ("Michael"-Gerät,  $\lambda =$

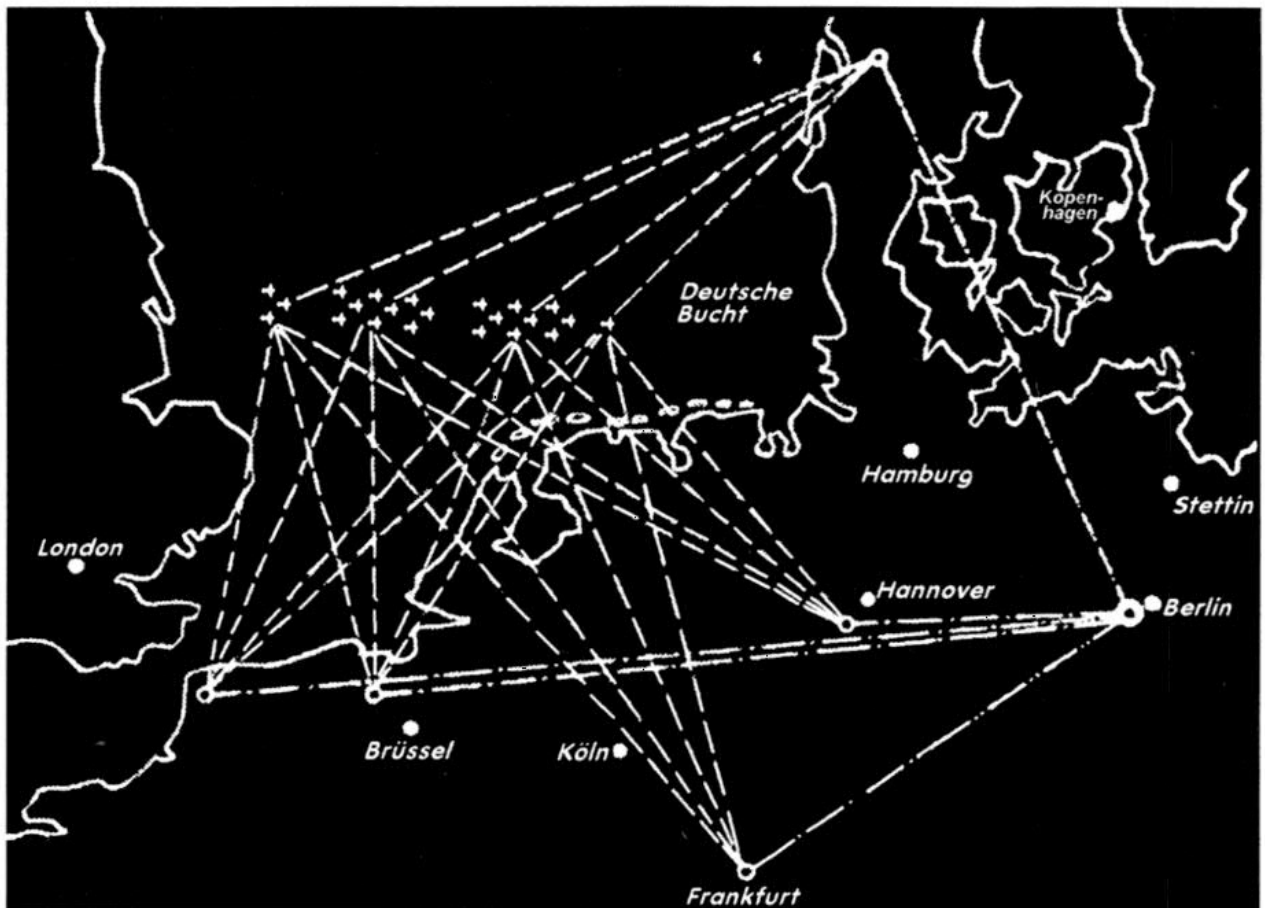


Bild 5.17: "Korfu"-Flugmeldedienst auf  $\lambda = 9$  cm.

60 cm), wo der Wellenverteilungsplan im Abstand von etwa 300 km den Einsatz gleicher Wellenlänge vorsah, und in seltenen Fällen ein ferner, unerwünschter Sender mit großer Lautstärke einfiel; ferner die häufig beobachtete Tatsache, dass mit Funkmessgeräten ("Würzburg"  $\lambda = 50$  cm, "Freya"  $\lambda = 140$  cm) besonders über See sogenannte Scheinziele angemessen wurden. Gegen Ende 1943 ließ eine Beobachtung aufhören, nachdem man im Rahmen der Luftlageaufklärung damit begonnen hatte, einen passiven Funkmessbeobachtungsdienst auf  $\lambda = 9$  cm mit "Korfu"-Geräten einzurichten. Sender der englischen Bordradargeräte des Typs H 2 S (deutscher Deckname "Rotterdam") konnten in Deutschland schon beim Start der Flugzeuge auf englischen Flughäfen bzw. bei Flughöhen von ca. 6000 m auf eine Distanz von bis zu 700 km empfangen werden! Durch Kreuzpeilung ließ sich die Einflugrichtung der Verbände ermitteln [102] [103] [104] (Bild 5.17).

Eine Erklärung für die beobachteten abnormalen Reichweiten gestaltete sich schwierig: *W. Lechfeldt* schloss auf Grund praktischer Erfahrungen mit der Fernstrecke Belchen - Feldberg/Taunus (277 km, ohne optische Sicht,  $\lambda = 1,4$  m und  $\lambda = 6,1$  m) und theoretischer Überlegungen eine Totalreflexion an sehr hoch gelegenen spiegelnden Flächen einer Höheninversion (z.B. 2000 m) aus. Er führte die zeitweise Überbrückung dieser Strecke rechnerisch darauf zurück, dass durch einen kontinuierlichen Brechungsvorgang in einer Inversionsschichtung der Strahl zur Erde zurück gelangen kann [101] [102] (Bild 5.18).

Experimentelle und theoretische Arbeiten der GEMA (Gesellschaft für elektroakustische und mechanische Apparate m.b.H.

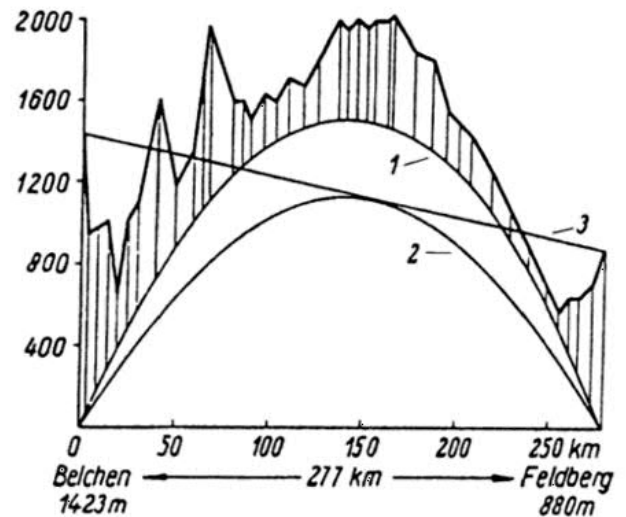


Bild 5.18: Messstrecke Belchen - Feldberg/Taunus (Höhe gegenüber Länge 100 : 1 überhöht gezeichnet).

- 1 Geländeprofil über einer kugelförmigen Erde (Radius 6370 km);
- 2 fiktiver Radius  $r = 8500$  km, durch den die einzelnen Höhenzüge im Zwischengelände scheinbar tiefer rücken;
- 3 gedachte Direktverbindung.

Berlin-Köpenick, Hersteller der Funkmessgeräte "Freya") und der Kriegsmarine führten u.a. zu der Annahme, dass Scheinziele durch Reflexion des gekrümmten Strahles an der bewegten Wasseroberfläche bzw. eine sich fort-pflanzende Auflösung von über Wasser liegenden Warmluftschichten die Ursache sein könnten [105].

*W. Pfister* untersuchte theoretisch, inwie weit die Annahme partieller Reflexion an scharfen und stetig verlaufenden Schichten in der Troposphäre und die durch deren Krümmung bewirkte Strahlenkonzentration die beobachteten Ausbreitungserscheinungen erklären konnte. Er fand, dass deren Einfluss praktisch im Gebiet der m-Wellen durchaus in Rechnung zu stellen war, während bei den cm-Wellen die beobachteten Reichweiten auch damit nicht zufrieden stellend begründet werden konnten [106].

## Rundfunktechnik

Veranlasst durch die Beobachtung von "Überreichweiten" bei den cm-Wellen (9 cm) in Verbindung mit großen Sendeleistungen (10 kW Impulsleistung) wendeten sich v. Handel und v. Soden dieser Erscheinung zu. Sogenannte Streuwellen wurden hinter der optischen Sicht erst bei großen Sendeleistungen messtechnisch festgestellt und mit dem Einfluss gekrümmter Inversionsschichten in Zusammenhang gebracht.

In der entwickelten Theorie ging man damals davon aus, dass eine Strahlenquelle in den Wirkungsbereich einer geeigneten dünnen Luftschicht gerät und diese bei hinreichend kleiner Wellenlänge (z.B.  $\lambda = 10$  cm) als Führungsfläche wirkt. Die Energiefortleitung im Wirkungsbereich der Inversion verglich man mit der Energiefortleitung in dielektrischen Stäben, zwischen deren Grenzflächen eine ebene Welle unter Totalreflexion strahlungsfrei im Zickzack fortschreiten kann, siehe Bild 5.20 [107].



Bild 5.20: Totalreflexion an Grenzflächen

Die Auswirkungen des Kriegsendes und ein Arbeitsverbot nach dem Krieg sorgten für eine längere Unterbrechung der Forschungen auf dem Gebiet der UKW-Ausbreitung in Deutschland, in dem man vorläufig überlebenswichtigere Probleme zu lösen hatte.

In der Nachkriegszeit konnte sich im Ausland (UdSSR, USA, England) die Forschung auf dem Gebiet der partiellen Reflexion weiterentwickeln bzw. kam es bezüglich der Streuwellen zu den Turbulenztheorien. Mit den Ausbreitungsmechanismen Brechung, partielle Refle-

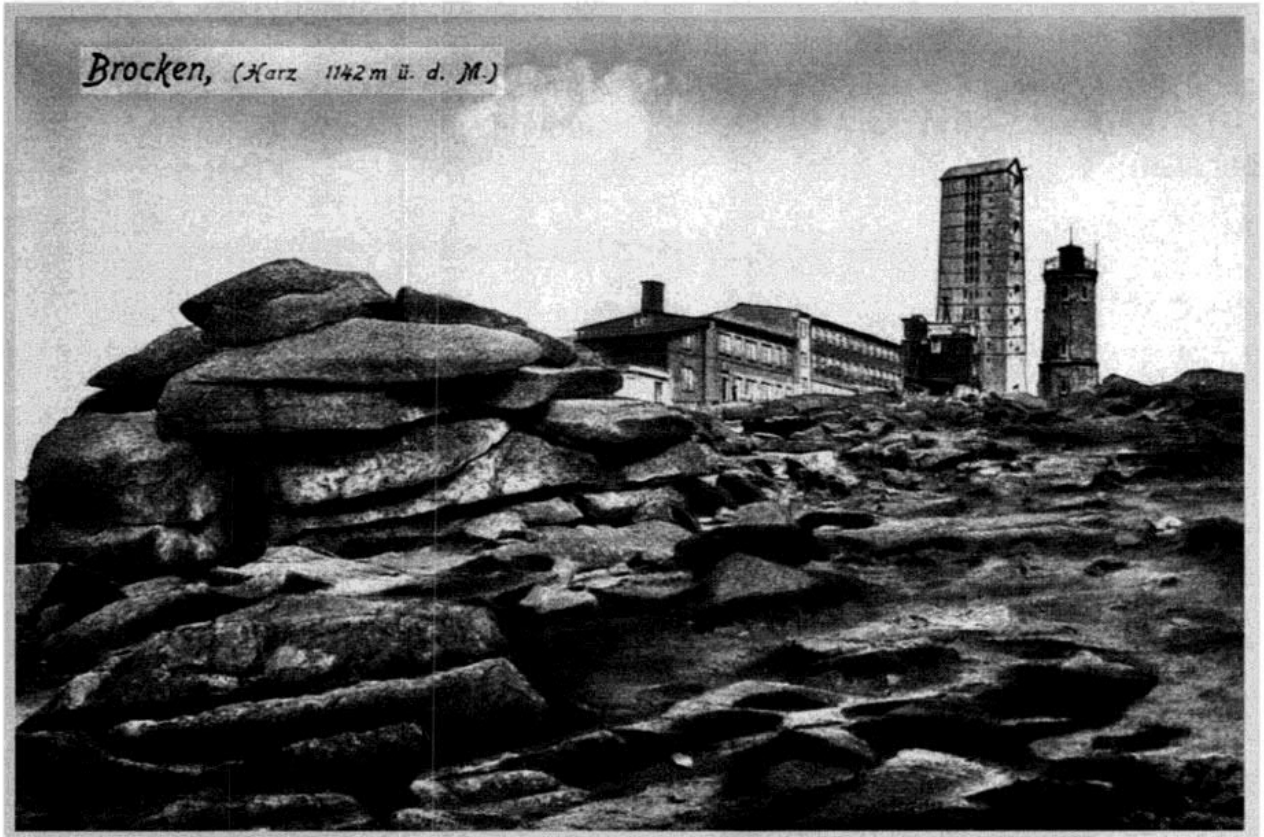
xionen und Streuung an Turbulenzzellen war man in der Lage, Probleme der Fernausbreitung befriedigend zu lösen. Alle Theorien gründeten sich darauf, dass die Troposphäre und ihr Brechungsindex nicht homogen sind. □

### Literatur

- [88] Jouaust, R. (Hollmann, H. E.): Die sehr kurzen Wellen. (Les ondes très courtes. L' Onde El. 9 (1930), S. 5 - 17); H. u. E. 36 (1930) H. 2, S. 71 f
- [89] Schelleng, J. C.; Burrow, C. R.; Ferrell, E. B. (Zenneck, J.): Fortpflanzung von ultrakurzen Wellen. (Ultra-Short-Wave Propagation. Proc. Inst. Radio Eng. 21 (1933) S. 427 - 461.); H. u. E. 45 (1935) H. 1, S. 26 - 28
- [90] Englund, C. R.; Crawford, A. B.; Mumford, W. W. (Agricola, A.): Weitere Ergebnisse einer Untersuchung von Ausbreitungserscheinungen bei UKW. (Further Results of a Study of Ultra-Short-Wave Transmission Phenomena. Bell System Techn. Journal 14 (1935) H. 3, S. 369 - 387.); H. u. E. 46 (1935) H. 6, S. 203 f
- [91] Handel, P. v. und Pfister, W.: Die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen (cm-, dm-, m-Wellen) längs der gekrümmten Erdoberfläche. H. u. E. 47 (1936) H. 6, S. 182 - 190
- [92] Pol, van der, B. und Bremmer, H.: Ergebnisse einer Theorie über die Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen über einer Kugel endlicher Leitfähigkeit. H. u. E. 51 (1938) H. 6, S. 181 - 188
- [93] Kofes, A.: Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. Druckschrift der C. Lorenz A.G., Berlin. Nr. 745, o. Jahr (1938?)
- [94] Nestel, W. und Schwartz, E.: Über die physikalischen und technischen Grundlagen bei der Senderplanung im UKW-Gebiet. Funk und Ton (F. u. T.) 7 (1953) H. 4, S. 165 - 178
- [95] Eckart, G. und Plendl, H.: Die Überwindung der Erdkrümmung bei UKW durch die Strahlenbrechung in der Atmosphäre. H. u. E. 52 (1938) H. 2, S. 44 - 58
- [96] Ochmann, W. und Plendl, H.: Experimentelle Untersuchung über die Ausbreitung der Ultrakurzwellen. H. u. E. 52 (1938) H. 2, S. 37 - 44



- [[97] Eckart, G.: Die Beugungstheorie der Ausbreitung ultrakurzer Wellen. H. u. E. 52 (1938) H. 2, S. 58 - 62
- [98] Scholz, W. und Egersdörfer, L.: Über den Einfluß der Troposphäre auf die UKW-Ausbreitung. TFT 28 (1939) H. 3, S. 77 - 83
- [99] Scholz, W.: Die Wirkungshöhe troposphärischer Inversionsschichten bei der UKW-Ausbreitung. Fernmeldetechnische Zeitschrift (FTZ) 4 (1951) H. 7, S. 287 - 293
- [100] Lassen, H.: Die Wellenausbreitung. In: Ausstrahlung, Ausbreitung und Aufnahme elektromagnetischer Wellen. (Lehrbuch der drahtlosen Nachrichtentechnik Bd. II, Hrsg. Korshenewsky, N. v. und Runge, W. T.) Berlin: Springer 1940, S. 260
- [101] Lehfeldt, W.: Die Ausbreitung der ultrakurzen (quasioptischen) Wellen. Archiv der Elektrischen Übertragung (A. E. Ü.) 3 (1949), S. 137 - 142
- [102] Lehfeldt, W.: wie [101], S. 183 - 186, 221 - 228, 265 - 269, 305 - 312, 339 - 346
- [103] Reuter, F.: Funkmeß. Opladen: Westdeutscher Verlag 1971, S. 134
- [104] Soden, D. v.: Temperaturinversionen als Grund anormaler Reichweiten bei Zentimeterwellen. In: Brandt, L. (Hrsg.): Sitzungsprotokolle der Arbeitsgemeinschaft Rotterdam. Protokoll vom 26.7.1944, S. 31 - 38. Ausschuß für Funkortung. Vertraulicher Nachdruck durch das Ministerium für Wirtschaft und Verkehr des Landes NRW. Düsseldorf 1953
- [105] Pfister, W.: Wellenausbreitung. In: Goubau, G. und Zenneck, J. (Hrsg.): Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939 - 1946, Bd. 16., S. 132. Weilheim/Bergstr.: Verlag Chemie GmbH 1953
- [106] Pfister, W.: Partielle Reflexion und Strahlenkonzentration bei Unstetigkeitsflächen in der Atmosphäre. Labor-Bericht Nr. 1/9 des Ferdinand-Braun-Instituts vom 10.3.1945. Qu. wie [105], S. 132 f
- [107] Handel, P. und Soden, D. v.: Über ultrakurze Streuwellen. Bericht des Ferdinand-Braun-Instituts vom 20.7.1944. Qu. wie [105], S. 131 f



Historische Ansichtskarte von 1938 mit Teufelskanzel, Brockenhotel, alter Wetterwarte, Aussichtsturm und Fernsehsender (Reprint Harzmuseum Wernigerode).

## Verein

### ...mea culpa - mea maxima culpa... \*)

Beim Zusammenstellen des Mitgliederverzeichnis 1999/2000 ist mir bedauerlicherweise eine Spalte abhanden gekommen, und zwar ausgerechnet die mit den "AFU-Zeichen", und - mea culpa - mir ist es nicht aufgefallen! So sind diesmal die Rufzeichen unserer Amateurfunker nicht mit abgedruckt worden. Im nächsten Jahr sind sie wieder dabei, ganz bestimmt! Es bittet um Nachsicht  
der *Schatzmeister*.

\*) Für Nicht-Lateiner:

...durch meine übergroße Schuld...

### In memoriam Ing. Otto Limann

Nach der Drucklegung des letzten Heftes der FUNKGESCHICHTE erhielt die Redaktion noch ein Bild, das Herrn Limann in Zeiten voller Schaffenskraft zeigt. Es soll daher in Ergänzung des Nachrufes aus der FG Nr. 128, S. 285, hier wiedergegeben werden. So wollen wir unser GFGF-Ehrenmitglied in steter Erinnerung behalten.

### Termin + Termin + Termin + Termini

Die nächste **Jahreshauptversammlung** der GFGF findet am **20. und 21. Mai 2000** in Fürth statt. Im nächsten Heft der FUNKGESCHICHTE folgt eine ausführlichere Einladung hierzu. *Vorstand*

### Größeres Internet-Angebot

Seit dem 1. Dezember hat die GFGF ihr Internet-Angebot unter **www.gfgf.de** weiter ausgebaut. Neben der **Online-Börse** gibt es nun auch einen **Chat-Room**, in dem man über alle Belange historischer Funktechnik kommunizieren kann. Im **Neuigkeiten-Forum** können aktuelle Termine und Hinweise selbst eingetragen werden, und auf der Seite **FUNKGESCHICHTE** besteht für Mitglieder nun die Möglichkeit, Inserate für die "Gelben Seiten" der FUNKGESCHICHTE "online", nach Kategorien sortiert, einzugeben. Viel Spaß beim Surfen! *Jörg Chowanetz (Administrator)*



## 1. Dessauer Radioflohmarkt

Am 16. Oktober fand vor den Toren von Dessau, direkt an der A 9, der erste (?) Radioflohmarkt in Mitteldeutschland statt (vgl. die Ankündigungen in der FG, u.a. Nr. 127, S. 235). Auch in der Lokalpresse war auf den Flohmarkt hingewiesen worden.

Obwohl schon im Voraus viele Sammlerfreunde ihr Kommen angekündigt hatten, wurde der Veranstalter vom Ansturm dann doch überrascht. Der angemietete Saal des Landgasthofes war lange vor dem offiziellen Beginn bereits zu klein. Das freundliche Personal räumte spontan die halbe Gaststätte aus, und schließlich ging es auf dem Hof weiter. Das Wetter spielte zum Glück mit.

Insgesamt waren etwa vierzig Aussteller mit einem breiten Angebot angereist. Man wurde in allen Sparten fündig: Hochpreis-Geräte der späten zwanziger Jahre, schöne Standardgeräte der 30er und 40er, unendlich viele Ersatzteile, Röhren und Gehäuse, bis hin zu Spezialliteratur, Messgeräten, elektronischen Bauteilen und kostenlosem "Schrott".

Naturgemäß waren hier viele Sammler von DDR-Röhrengeräten und DDR-Kofferradios vertreten. Auffallend war der große Anteil an Ausstellern, die bisher noch nicht auf den bekannten Tauschmärkten aufgetaucht waren. Flohmarkt-Kenner bemerkten die noch moderaten Preise der Angebote sowie die vielfach neuen Angebote, welche auf einigen anderen Flohmärkten nicht mehr anzutreffen sind.

Dieser erste Flohmarkt im Osten kann abschließend als ein voller Erfolg gewertet werden. Ermutigt durch die positive Aufnahme bei Ausstellern und Besuchern wird der Veranstalter einen

weiteren Flohmarkt im Herbst 2000 folgen lassen. Die große Zahl der Aussteller und der Besucher macht allerdings dann einige organisatorische Veränderungen erforderlich. So muss im nahen Umfeld ein weitaus größerer Saal gefunden werden. Eine gute Gaststätte sowie preiswerte Übernachtungsmöglichkeiten nahe der A 9 sollten wieder gewährleistet sein. Es bleibt zu hoffen, dass aus diesem ersten Versuch eine schöne Tradition wird. *B. Hein, Dessau*

## Vorstellung unserer Typenreferenten

**Alfred Wagner**, Jahrgang 1931, Lehre ab 1945 und Gesellenprüfung als Radio-mechaniker. Von 1949 bis 1952 arbeitete ich in einem Radioladen. Schon seit meiner Lehrzeit war ich von Philips-Radios fasziniert und erwarb bereits damals meinen ersten - es war ein D 57 "Monoknopf".



Ab 1953 Studium an der Ingenieurschule Gießen. Nach dem Examen - wie konnte es anders sein - eine Stelle in der Apparatfabrik Wetzlar der Deutschen Philips GmbH.

Radiosammler bin ich seit meiner Pensionierung. Sammelgebiet: natürlich **Philips**, aber auch Telefunken und "technische Raritäten" anderer Firmen. Bisher habe ich ca. 200 Geräte, von denen viele noch restauriert werden sollen. Viele Philips-Schaltbilder und Serviceunterlagen sind vorhanden (1928 bis 60er Jahre). Manches fehlt auch noch oder ist lückenhaft, z.B. Geräte aus Skandinavien und der Eindhovener Produktion nach 1945. Über Hilfe zur

## Verein

Vervollständigung meines Archivs und technischen Erfahrungsaustausch würde ich mich sehr freuen (bitte schreiben).

Weitere Hobbies sind Radio- und Funk-Messtechnik (30er Jahre bis heute) und Funkamateure (DG 2 FEA).

**Alfred Wagner,  
35578 Wetzlar.**

## Der Herbst-Verlag

macht auf zwei Erscheinungen aufmerksam. Es handelt sich einmal um den Nachdruck des historischen Buches von *Hanns Günther* und *A. Stüler*. **Wo steckt der Fehler?** 304 Seiten, 207 Abbildungen, 40,- DM. Das Buch ist nicht nur eine bibliophile Sammlerrarität, sondern auch eine allgemeinverständliche Einführung in die Reparatur bzw. Restaurierung von Rundfunkempfängern aus der Anfangszeit (Originalausgabe 1925).

In einem weiteren Buch: **Mittelwelle, Band 1: Grundlagen** hat der Verfasser *Wilhelm Herbst* eine große Zahl von interessanten Kapiteln zum Thema "Mittelwelle" zusammengestellt, die einen guten Einblick in die Zusammenhänge dieses im UKW- und Satellitenzeitalter vernachlässigten Wellenbereichs geben. Diesem 1. Band von 120 Seiten mit 35 Abbildungen zum Preis von 25,- DM sollen weitere folgen.

Alle Veröffentlichungen des Herbst-Verlages, aber auch des Verlages *Freundlieb*, die GFGF-Schriftenreihe und viele weitere sind in *Hein's Literaturkatalog Radio Book Shop* zu finden, der kostenlos bestellt werden kann bei der

**Fachbuchhandlung Hein & Sohn,  
06847 Dessau.**

Bestellung auch unter Fax-Nr.

Internet: <http://www.buch-hein.anhalt.de/radio.htm>

## Neuer Museumsführer

Der **Museumsführer Funk - Rundfunk - Fernsehen** (GFGF-Schriftenreihe Bd. 6, 1995) ist in einer ergänzten und um die **Elektromuseen** erweiterten Form von der IZE (Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft) neu herausgegeben worden.

Das sehr informative Büchlein umfasst jetzt 128 Seiten mit mehr als 150 überwiegend farbigen Bildern.



GFGF-Mitglieder können den Museumsführer unter dem Stichwort **GFGF** zum Vorzugspreis von **9,80 DM** (einschließlich Versandkosten) unter Beifügung eines Schecks oder von Briefmarken in Höhe dieses Betrages erhalten von der

**Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft (I.E.) z. H. Frau Vogt**  
- Stichwort **GFGF** -

**60596 Frankfurt/M.**

## 75 Jahre Funkausstellung

Mit 180.000 Besuchern war die **1. Große Deutsche Funkausstellung** vom 4. bis 14. Dezember 1924 über alle Erwartungen hinaus erfolgreich. Im darauf folgenden Januar 1925 meldeten sich 100.000 neue Rundfunkteilnehmer an! Die Faszination "Radio" hatte die Menschen ergriffen, obwohl Empfänger und Empfangsmöglichkeiten aus heutiger Sicht mehr als bescheiden waren. Bö.

Wolfgang Maria Weber:

## **50 Jahre deutsches Fernsehen**

Ein Rückblick auf die Lieblingssendungen in West und Ost.

Battenberg Verlag, München, 1999. 20 x 26 cm, 200 Seiten, sehr viele Farbfotos, 49,90 DM. ISBN 3-89441-447-2

Schade, dass wir uns dieses Buch nicht mehr selber unter den Weihnachtsbaum legen konnten - oder unseren hobbygenervten Angehörigen als Geste der Versöhnung. Aber historisch korrekt passt es erst dieses Jahr zum Fernsehstart in Deutschland 1950.

Wolfgang M. Weber (40) ist Fernsehgerätesammler, GFGF-Mitglied, vor allem aber Fotojournalist, also ganz Profi in Wort und Bild. In Sachen "Ost-Fernsehen" unterstützte ihn bisweilen sein Vornamensvetter Wolfgang Stemmler, seinerzeit erster Unterhaltungschef des Deutschen Fernsehfunks.

Während Weber sozusagen schon vor einem Fernsehapparat geboren wurde,

mussten (oder durften) noch viele von uns fernsehlos aufwachsen und haben ihre ersten Fernseh-Abende noch gut in Erinnerung, erst schwarz-weiß, später in Farbe: Welches Schweinderl hätten's gern? Das war Spitze! So erinnert uns Weber mit eindrucksvollen Bildern (u.a. auch von Meilensteinen der FS-Gerätetechnik) und sachlich-launigen Informationen an viele, viele Sendungen und Gestalten der guten alten Fernsehzeit, von den "Gauklern" der ersten Stunde bis gegen Ende des Jahrhunderts. Außer dem Sandmännchen hat da nur wenig überlebt ...

In 6 Spalten Inhaltsverzeichnis sind alle Programmsparten vertreten. Auf jeder Seite gibt's ein, zwei, drei Fotos. Das Register nennt 700 Persönlichkeiten - zumeist Leute, die auch Gäste in unserer guten Stube waren. Welches Bild sollen wir reproduzieren, welchen Namen erwähnen? Also heißt es: Selber blättern, lesen, zurückblicken. Der Autor, der vier Jahre Fleißarbeit investiert hat, möge mir diese Verkürzung verzeihen: Das Buch ist einfach schön! *R. Kindermann*



## Im Nachhinein

### Sonderaktion der AG Radio, Uelzen:

## Röhrenradio defekt ?

**A**nlässlich ihres einjährigen Bestehens am 16. Oktober 1999 brachte die **Arbeitsgemeinschaft Radio** (vgl. FG Nr. 124, S. 79 - 80) in einer Sonderaktion im Schloß Holdenstedt defekte Röhrenradios wieder "auf Ton", die von ihren Besitzern - nach vorheriger Ankündigung in den örtlichen Zeitungen - mitgebracht worden waren.

Die Resonanz und damit verbunden die Anzahl der Radiogeräte übertraf unsere Erwartungen. Nur durch konzentrierten und intensiven Einsatz war es möglich, den Ansturm der Besucher zu bewältigen und - mit zwei Ausnahmen - die Geräte wieder funktionsfähig den Besitzern zurückzugeben. Von einigen hörten wir dabei so manche Schilderung, die uns die Verbundenheit mit ihrem Radio erkennen ließ.

Diese Aktion unserer AG Radio zeigt, daß das Röhrenradio noch keineswegs

in Vergessenheit geraten ist und durchaus seinen Platz - oft einen Ehrenplatz - bei den Besitzern hat. Wir werden darüber nachdenken, ob diese Sonderaktion im Jahr 2000 wiederholt werden soll - die Anzeichen sprechen dafür.

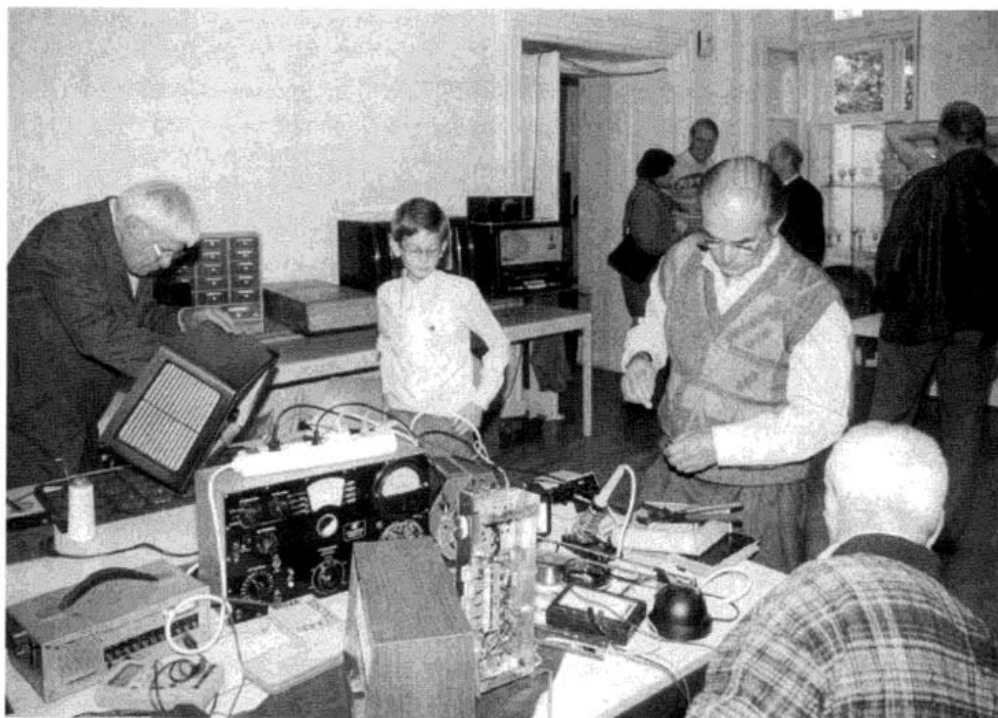
Zur Weitergabe unserer Erfahrungen, die wir mit der Sonderaktion gemacht haben, sind wir selbstverständlich gerne bereit:

*Gerhard Pommerien,*

*Heinz Jochen Kuhnt,*

Übrigens: Der Radio-Stammtisch trifft sich jeden 2. Donnerstag im Monat um 19.00 Uhr (von Dezember bis einschließlich März um 18.00 Uhr) in der Stadthalle Uelzen. Für die **2. Radio- und Funk-Sammlerbörse Lüneburger Heide** wurde der Sonnabend, **1. April 2000, Stadthalle Uelzen**, festgelegt (siehe auch GFGF-Veranstaltungskalender).

*H. J. Kuhnt*



Vollbeschäftigung! Auch die Jugend war interessiert. Von li. nach re.: K.-T. Schröder, R. Müller, G. Pommerien.

Foto:  
*D. Warnecke*

## Dänische Funkmuseen (5)

# Radiohistorisk Forening Ringsted

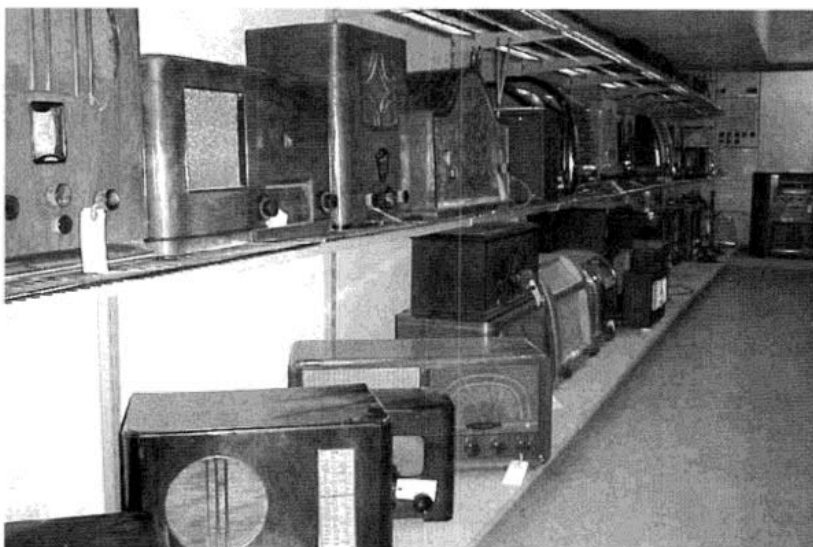
O. Norgaard, Herlufmagle (DK)

**Z**weifellos hat das **Radiohistorisk Forening Ringsted** mit mehr als 2.500 Geräten die umfassendste Sammlung an Funkgeräten in Dänemark, hinzu kommen unzählige Röhren, Lautsprecher, Netzgeräte und sonstige Bauteile.

Der Anfang war so: Die schöne Stadt Ringsted beherbergt seit 1963 eine Rundfunkmechanikerschule. Die Lehrer dort wollten den Lehrgangsteilnehmern die industriellen Erzeugnisse näher zeigen und brachten deshalb ältere Empfänger mit. Ältere - weil die einfacher aufgebaut und (damals) nicht so wertvoll waren, also für den Unterricht gut geeignet waren. Das führte dazu, dass die Schüler auch Geräte mitbrachten. Eine kleine Sammlung wurde geschaffen. Als die ausgebildeten Funkmechaniker - über das Land zerstreut - auf ältere Geräte stießen, sorgten sie dafür, dass diese nach Ringsted gebracht wurden. So wuchs die Sammlung.

Endlich meinte man: Hier haben wir ein Museum! Ein Verein wurde 1993 gebildet, zwar nur 40 Mitglieder stark, dafür aber sehr aktive Mitglieder. Die technische Schule Ringsted hat sehr große Kellerräume, die vortrefflich als Lager und Ausstellungsräume für die Funkgeräte dienen. Hier ist also das Funkmuseum vorläufig untergebracht. Aber man plant weiter.

Nach vielen Verhandlungen wurde ein Konzept geschaffen, wonach das Museum ab dem 1. Juli 2000 sein eigenes Haus neben dem Heimatmuseum in Ringsted bekommt. Die beiden Häuser werden verbunden, so dass man zwei Museen auf einer Anschrift finden wird: Køgevej 39, DK-4100 Ringsted. Der Vorteil liegt auf der Hand: nur ein Eingang, der Eintritt gilt für beide Museen, Einsparung von Betreuungspersonal, rationellere Reinigung und, und, und...



Das älteste Exponat des Museums ist ein Phonograph von 1880, und der älteste Empfänger ist ein Detektor von 1900. Auch der alte Fernseher vom Regentenpaar König Frederik IX. und Königin Ingrid ist im Besitz des Museums. Die vielen Empfänger werden von Vereinsmitgliedern und Interessenten sorgfältig gesäubert und in Ord-

## Museum

nung gebracht. Die nötigen Ersatzteile kommen von stillgelegten Funkwerkstätten. Die vielen Absolventen der Funkmechanikerschule sorgen nämlich dafür, dass die Ersatzteilelager dieser Werkstätten nicht verschwinden, sondern an das Museum gegeben werden.

Der sehr aktive Verein besitzt eine wahre Fülle von Funkliteratur, die noch auf ihre Systematisierung und Registrierung



Eltra Comet 909, 1949/50

wartet. Weiterhin hat der Verein öffentliche Vorträge über funkgeschichtliche Themen abgehalten und gefördert (unter den Vortragenden war auch der Autor dieser Zeilen).

Der Verein ist sehr auf Tausch eingestellt: Dubletten werden gegen Mangelgeräte getauscht. Der Zugang an Geräten liegt jetzt bei zwei Stück pro Woche.

Ringsted ist eine schöne und alte Stadt. Hier steht die älteste Backsteinkirche Skandinaviens, 1170 gebaut. Auch findet man ein Straßenbahnmuseum, mehrere 4000 Jahre alte Hünengräber, eine Burg ruine, Badeseen - alles inmitten schönster Natur. Alle internationalen Züge der "Vogelfluglinie" (über Fehmarn) nach



TO-R Standard 35, 1935

Kopenhagen halten in Ringsted. Ein Besuch lohnt sich.

Die jetzige Anschrift ist:

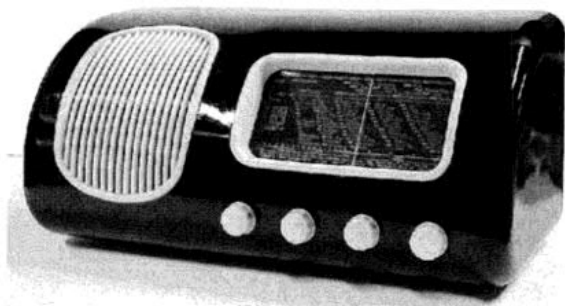
**Radiohistorisk Forening Ringsted  
Ahorn Allé 5  
DK-4100 Ringsted**

Tel.:

Kontaktperson: Bjarne D. Nielsen  
home page: [www.tsr.dk/rfr](http://www.tsr.dk/rfr)

e-mail:

Öffnungszeiten für ernsthafte Besucher:  
nach Vereinbarung. (Alle Mitglieder der  
GFGF gelten als ernsthaft!)



Bang & Olufsen Beolit 40, 1940

Die künftige Anschrift ab Juli 2000 wird sein:

**Køgevej 39  
DK-4100 Ringsted**

Wenn es so weit ist, wird eine Ergänzung mit Telefonnummer etc. hier in der FUNKGESCHICHTE erscheinen. □



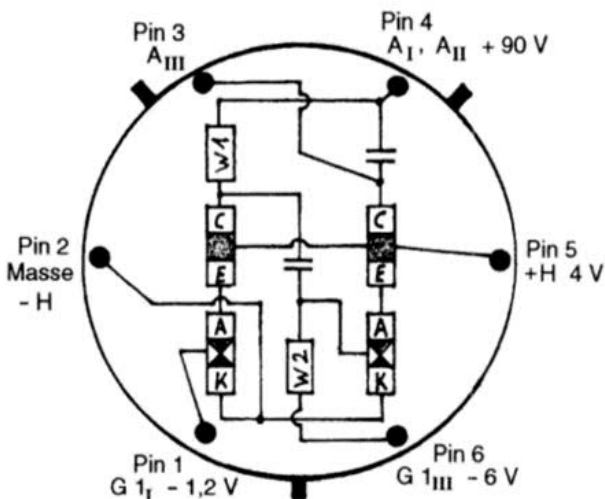
# Defekte Loewe 3 NF zu neuem Leben erweckt

Kurt Fütterer, Hünxe

Viele Sammlerfreunde können ihrem OE 333 nichts mehr entlocken, weil ihnen leider nur eine defekte Mehrfachröhre 3 NF bzw. 3 NF BAT zur Verfügung steht. Diesem Dilemma können sie seit geraumer Zeit entkommen, da es inzwischen Nachbauten gibt, die als Röhrensystem 3 Subminiaturröhren verwenden (FG Nr. 128, S. 277).

Dennoch werden sie hin und wieder ihrer defekten Originalröhre einen wehmütigen Blick nachwerfen. Doch das ist jetzt vielleicht Vergangenheit! Einer meiner technisch versierten Bekannten hat sich meiner defekten 3-NF-Mehrfachröhre angenommen und im Sockel eine „Ersatzröhre“ eingebaut, nachfolgend **3 NF T** genannt.

Die 3 NF T ersetzt bei einer Betriebsspannung von + 90 V die Originalröhre 3 NF völlig. Das wird durch eine System-Nachbildung mit Feldeffekt-Transistoren in Form einer gedruckten



Prinzipschaltung der 3 NF T, **von unten auf den Sockel gesehen.**

Schaltung erreicht. Betriebsspannung, Anodenstrom, Gittervorspannung und Außenwiderstand entsprechen weitgehend dem Original. Geringfügig abweichend davon ist lediglich die Gittervorspannung von System I (Eingangsröhre). Diese Spannung ist recht kritisch und muss sorgfältig in Bezug auf Lautstärke, Verzerrungen und mögliche Schwingungen eingestellt werden.

Weitere Unterschiede im Vergleich zur Originalröhre sind der Wegfall des Heizstromes und die geringere Anodenverlustleistung der Endstufe (System III).

Bedingt durch die Verwendung von Halbleitern können möglicherweise Ausfälle auftreten, wenn Folgendes nicht beachtet wird:

1. Wackelkontakt im Lautsprecherstromkreis
2. Fehlende oder zu geringe Gittervorspannung für System III (Endstufe)
3. Statische Entladungen bei Gewitter
4. Unterbrechung im Gitterkreis durch
  - a) fehlende Spule oder Kontaktfehler der Spule
  - b) Spulenwechsel ohne vorherige Betätigung des Ausschalters am OE 333

Bei sorgfältiger Beachtung der genannten Hinweise und korrekten Betriebsspannungen (insbesondere  $-U_{gl}$ ) arbeitet die 3 NF T exzellent. Die optional im Röhrenfuß eingebaute Leuchtdiode lässt die 3 NF insbesondere in den Abendstunden wie ein architektonisches Kunstwerk erscheinen.

## Rekonstruktion

	3 NF	3 NF T
$U_b$	+ 90 V	+ 90 V
$I_b$	7,4 mA	7,4 mA
$I_{aIII}$	7,0 mA	7,0 mA
$-U_{g1III}$	- 6,0 V	- 6,0 V
$R_a$ ca.	9 k $\Omega$	9 k $\Omega$
$-U_{g1I}$	- 1,5 V	- 1,2 V
$U_h$	4,0 V	4,0 V
$I_h$	350 mA	10 mA
$Q_{a\ max}$	2 W	1 W

Mit der 3 NF T steht nun eine Ersatzröhre zur Verfügung, die im Gegensatz zu bisher bekannten Halbleiter-Lösungen mit quasi identischen Daten der Originalröhre arbeitet. Für GFGF-Mitglieder können defekte 3-NF-Röhren umgerüstet werden. Die Umrüstkosten betragen insgesamt 120 DM. Interessenten möchten sich bitte bei mir melden (möglichst schriftlich oder Fax):

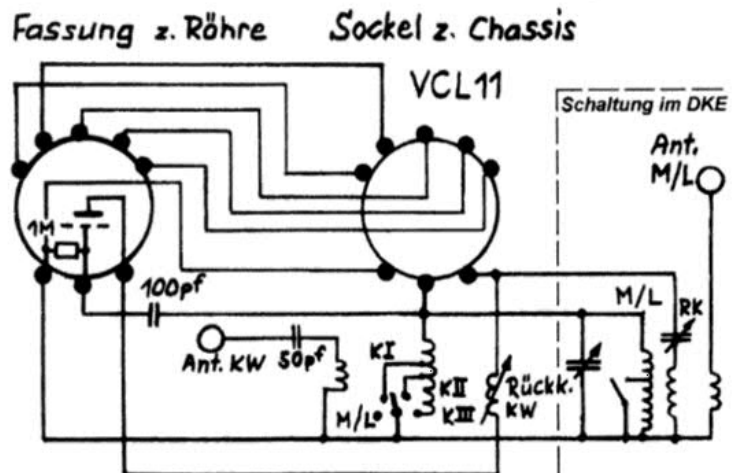
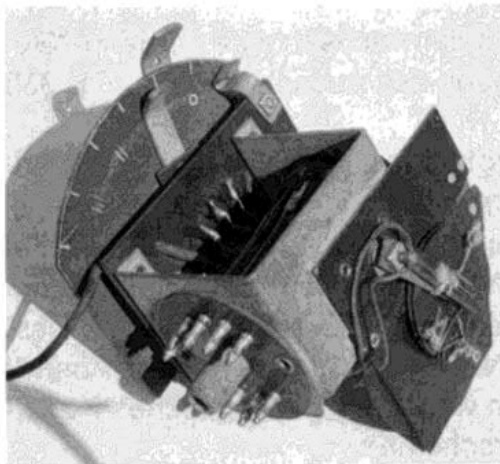
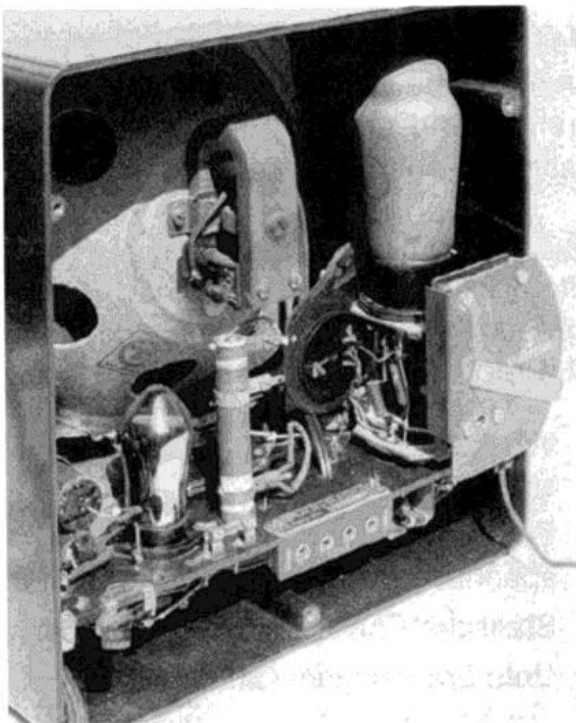
**Kurt Fütterer,**  
**46569 Hünxe.** Tel/Fax:



## KW-Vorsatz für DKE

Helmut Schinzel, Dreieich

Durch Zufall bekam ich den abgebildeten Kurzwellen-Adapter für den DKE in die Hand, der in der ersten Nachkriegszeit von **Siemens** gefertigt wurde. Er besitzt unten Stifte in Form eines Stahlröhrensockels und oben eine Fassung für die VCL 11. Die KW-Kreisspule wird parallel zur M-L-Spule des DKE geschaltet. Mit einem Schalter können 3 KW-Bereiche gewählt werden. Die Rückkopplung erfolgt induktiv mit schwenkbarer Spule. Die Antennen-Ankopplung ist induktiv über einen 50-pF-Trennkondensator. Der KW-Empfang ist selbst mit Behelfsantenne überraschend gut! □



# Mobiler FM-Sprechfunk im zweiten Weltkrieg

Rolf E. Walter, Bremen

## Einleitung und Quellenlage

Die US Army benutzte FM für Bodensprechfunk im Bereich von 20 MHz an aufwärts mit einem Hub +/- 40 kHz und einem Kanalabstand von 100 kHz. Der Beitrag behandelt die Zusammenstellung des Senders BC-604 und des Empfängers BC-603, die vorwiegend zum Einbau in Panzerfahrzeugen bestimmt war. Als Quellenmaterial diente ein 1944 vom US-Kriegsministerium herausgegebenes Lehrbuch "Radio Fundamentals" [1]. In diesem Begleitlehrbuch für die funktchnische Grundausbildung sind die Schaltungsprinzipien für FM-Geräte gut dargestellt. Ein weiteres, 1943 von der gleichen Behörde herausgegebenes Instandsetzungshandbuch [2] sicherte die Einbettung der FM-Baugruppen in das jeweilige Gerätekonzept ab und beantwortete noch offen stehende technische Fragen.

## Technologie

In [1] sind alle Bauteile aufgeführt und bildlich dargestellt. Für Festkondensatoren < 50 nF werden zumeist Glimmerkondensatoren verwendet. Im Empfänger sind zweikreisige, induktiv gekoppelte ZF-Bandfilter eingesetzt, die mit Lufttrimmern abgeglichen werden. Die Verwendung von Keramik ist auf kleine Spulenkörper und einfache Montageplatten beschränkt. Für NF-Endstufen und Senderstufen werden "Beam-power-Tetroden" als röhrentechnischer Fortschritt dargestellt. Wie in Bild 1 gezeigt, ist das Bremsgitter durch zwei mit der Katode verbundene Ablenkleche ersetzt, die

den Elektronenstrom von den Haltestegen der Gitter fernhalten. Außerdem liegen die Gitterdrähte des Schirmgitters im Schatten der Gitterdrähte des Steuer-gitters; der Schirmgitterstrom wird reduziert und der Gesamtwirkungsgrad verbessert. An der Anode ausgetretene Sekundärelektronen werden wirkungsvoll zurückgehalten.

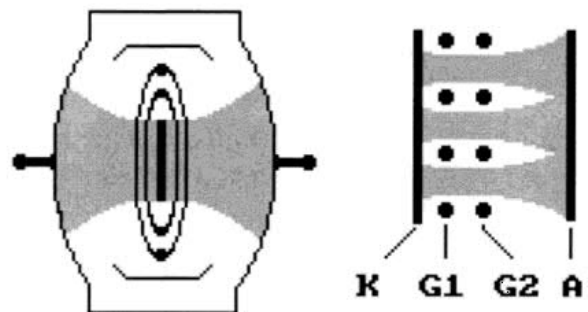


Bild 1: Elektronenfluss in der Beam-power-Tetrode in Draufsicht und Seitenansicht.

In Deutschland wurden solche Konstruktionsmerkmale für die Mitte der fünfziger Jahre entwickelten Röhrentypen P/E/UCL 82 und PL 36 angewendet, diese Röhren werden jedoch fälschlicherweise als Pentoden bezeichnet und in Schaltungen mit Bremsgitter dargestellt [3].

Beide Geräte sind mit Drucktasten für 10 Kanäle ausgestattet und wahlweise für Funk/Eigenverständigung umschaltbar. Zur Eigenverständigung im Fahrzeug dienen Kopfhörer und Kehlkopfmikrofone. Nostalgiefreunde deutscher WM-Geräte werden zum Vergleich mit den Panzerfunkgeräten 10 W. S. c (Sender) und UKW. E. e (Empfänger) angeregt: Keine großflächigen Frontplatten mit hervorstehenden Drehknöpfen, Schaltern

## Militärische Funktechnik

und Gehäusekanten, stattdessen glatte Frontseiten mit aufgesetzten, etwa 50 mm tiefen "Bedieneinheiten", die 1/3 der Frontseitenbreite bedecken (Front panels). An dem in der Kabine rechts angeordneten Sender BC-604 ist die Bedieneinheit ganz rechts und an dem links angeordneten Empfänger BC-603 ist sie ganz links aufgesetzt. Die glatten Vorderseiten der Bedieneinheiten enthalten schmale Ausschnitte, in denen die versenkten Knöpfe und Schalter zugänglich sind (Aufprallschutz für den Funker). Einen Begriff vom Aussehen dieser Bedieneinheiten vermittelt Bild 2.

### Der Beitrag von Armstrong

Wie schon in [4] dargelegt, stellte *Armstrong* 1942 beim Kriegseintritt der USA seine Patente der Rüstungsindustrie zur Verfügung. Nach *Bogner* [5] beteiligte er sich an grundlegenden Arbeiten eines FM-CW-Radars. Dieses später fortentwickelte Prinzip ist in der einschlägigen Literatur dargestellt [6]. Er arbeitete auch erfolgreich an der Entwicklung der hier behandelten mobilen FM-Sprechfunkgeräte. Es waren wohl seine letzten Erfindungen. Bei Kriegsende erhielt er für seine Verdienste die US Medal of Merit. Herr *Buck* entdeckte in seinem Empfänger BC-603 ein Schild mit der Aufschrift "Manufactured and sold under a license from Edwin Howard Armstrong for military and naval purposes".

### Sender BC-604

Aus dem in [1] dargestellten Anlagenkonzept SCR-508 wurde dieser Panzersender für den Frequenzbereich 20 - 29 MHz (15 m - 10,35 m) entwickelt. Er ist mit direkt geheizten Beam-power-Tetroden bestückt, die alle die gleichen Heizdaten von  $U_f = 2,5 \text{ V}$  und  $I_f = 2,0 \text{ A}$  auf-

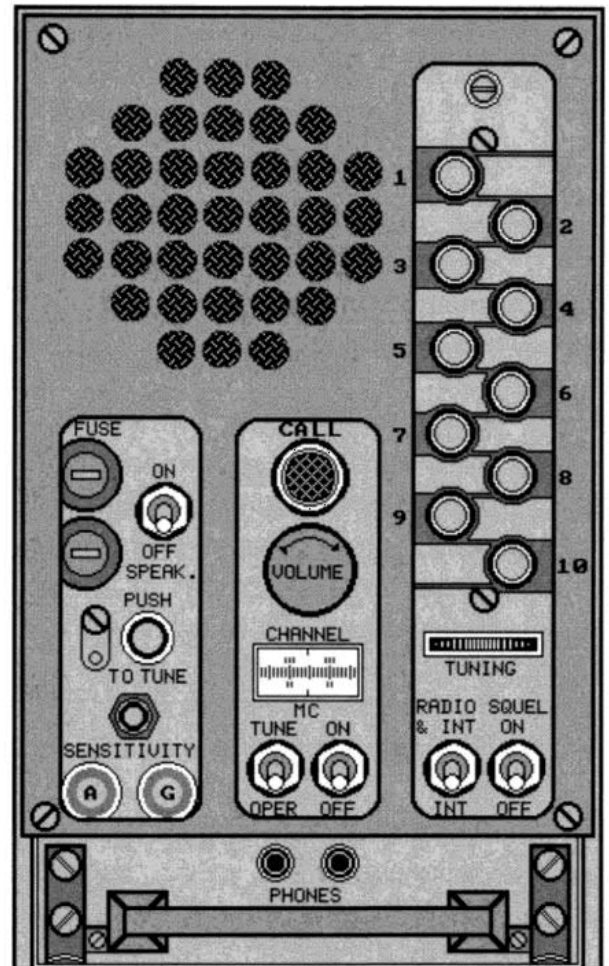


Bild 2: Bedieneinheit (Front panel) des FM-Empfängers BC-603.

weisen, in der Sendeendstufe die Röhre 1624 ( $I_a = 90 \text{ mA}$ ,  $P_a = 35 \text{ W}$ ), in allen übrigen Stufen die Röhre 1619 ( $I_a = 46 \text{ mA}$ ,  $P_a = 15 \text{ W}$ ) - Vorgänger der in der Nachkriegszeit entwickelten "Sendetetroden mit Schnellheiz-Katoden" für rasche Betriebsbereitschaft. Für eine Heizspannung von 12,5 V werden jeweils 4 der insgesamt 8 Röhren in Serie geheizt. Einige Vorstufen sind mit der 1619 wohl etwas überdimensioniert.

Die Anoden- und Schirmgitterkreise werden von einem Umformer für primär 12 V / 24 V versorgt, sekundär 625 V / 120 mA für die Endröhre und 400 V / 100 mA für alle übrigen Röhren. Jede der 10 Kanaltasten enthält ein mechanisches Gedächtnis und dreht eine gemeinsame

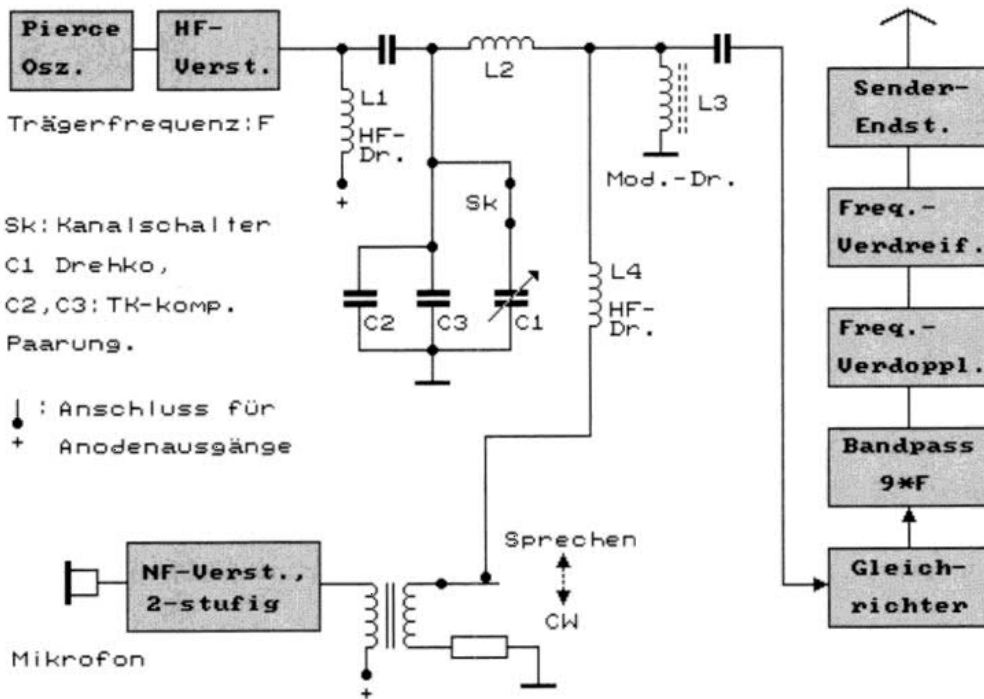


Bild 3: Sender BC 604, Blockschaltbild mit prinzipieller Darstellung des Modulatorkreises.

vertikale Welle um einen voreingestellten Drehwinkel. Diese Drehung wird durch eine zweiseitig gezahnte Stange in eine Drehung um eine horizontale Achse umgesetzt und stellt einen Mehrfach-Drehkondensator mit 6 Segmenten ein, mit dem alle LC-Kreise abgestimmt werden.

Der Antennenkreis wird mit Hilfe eines Drehspulinstrumentes (Thermokreuz) abgestimmt. Das Blockschaltbild mit detailliertem Modulatorkreis ist in Bild 3 gezeigt. Die Schaltung des NF-Verstärkers enthält keine RC-Glieder zur Veränderung des Frequenzgangs.

### Modulation

Armstrong sah die Möglichkeit, die Phasenlage einer quarzstabilisierten Träger-schwingung durch das Modulationssignal zu steuern. Hierbei entsteht eine Phasenmodulation (PM). In einem FM-Empfänger ohne Deemphasisglied wird das Tonsignal mit einer mit der Tonfrequenz zunehmenden Lautstärke wiedergegeben. Nach [1] war dies erwünscht, damit

die vom Mikrophon aufgenommenen Motor- und Kettengeräusche nicht übertragen wurden. Durch kunstvollen Einsatz eines passiven Bauelements konnte ein Sender mit vertretbarer Röhrenzahl gebaut werden (Armstrong-Modulation). Aus heutiger Sicht wurde damals eine Pulsphasenmodulation (PPM) antizipiert, aus der dann die gewünschte PM herausgefiltert wurde.

Die Trägerfrequenz (10 Quarze zwischen 370 und 537 kHz, im Ofen stabilisiert) wird einem Schwingkreis zugeführt, der aus C1, C2, C3 und den Induktivitäten L2, L3 besteht. Der über den Kanalschalter Sk zugeschaltete Drehko C1 ist mit 350 pF das größte Einzelsegment des erwähnten Sechsfach-Drehkondensators. C2 und C3 sind TK-mäßig gepaarte Festkondensatoren. Das wichtigste Bauteil ist die Spule L3, in [1] mit "Nonlinear Reactance Coil", hier mit "Modulationsdrossel" bezeichnet. Sie ist auf einen Ringkern gewickelt, der aus dünnem, spiralig aufgewickeltem Permalloy-Band besteht. Permalloy hat eine

## Militärische Funktechnik

sehr hohe Anfangspermeabilität, die schon bei geringen Feldstärken in die Sättigungspermeabilität  $\mu_r = 1$  übergeht, bei Induktionen von etwa 9000 Gauß (0,9 Tesla).

L3 ist Bestandteil des Schwingkreises, in dem ein durch Resonanz überhöhter Blindstrom fließt. Gleichzeitig wird der Modulationsstrom aus hohem Innenwiderstand über die Drossel L4 additiv hinzugeführt. Bild 4 zeigt alle Signalformen. Der Ringkern geht schon bei  $\pm 5\%$  des maximalen Trägerstromes in die Sättigung (Darstellung der magnetischen Induktion). Nach dem Induktionsgesetz entstehen während der Nulldurchgänge (waagerechte gestrichelte Hilfslinie) positive und negative Spannungsimpulse. Die PM ist schon entweder in den positiven oder in den negativen Impulsen enthalten; Armstrong entschied sich für die Auswertung der positiven

Impulse. Die Teilung der Zeitbasis in Bild 4 entspricht der Periodenlänge des unmodulierten Signals. Aus Darstellungsgründen wird in Bild 4 mit einer Amplitude moduliert, die der halben Amplitude des Trägers entspricht. Damit wird ein maximaler Phasenhub von  $\Delta\Phi = \pm 30^\circ$  erzeugt, bei dem nur die fast geradlinigen Mittelteile des Trägersignals durch den Nulldurchgang gehen. Mathematisch wird so  $\sin(x) = x$  (in radian) angenähert, und alle Impulse haben die gleiche Breite. Durch den in der Gleichrichterstufe eingestellten C-Betrieb und durch Klemmung der positiven Pulsspitzen mit einer CR-Gitterkombination wird eine gleiche Höhe der Anodenstromimpulse sichergestellt. Zur Kontrolle ist im untersten Teilbild eine jetzt mathematisch definierte PM mit einem maximalen Phasenhub von  $\Delta\Phi = \pm 30^\circ$  hinzugefügt, sie zeigt die in der Folge der ausgewählten positiven Impulse "eingebettete" PM.

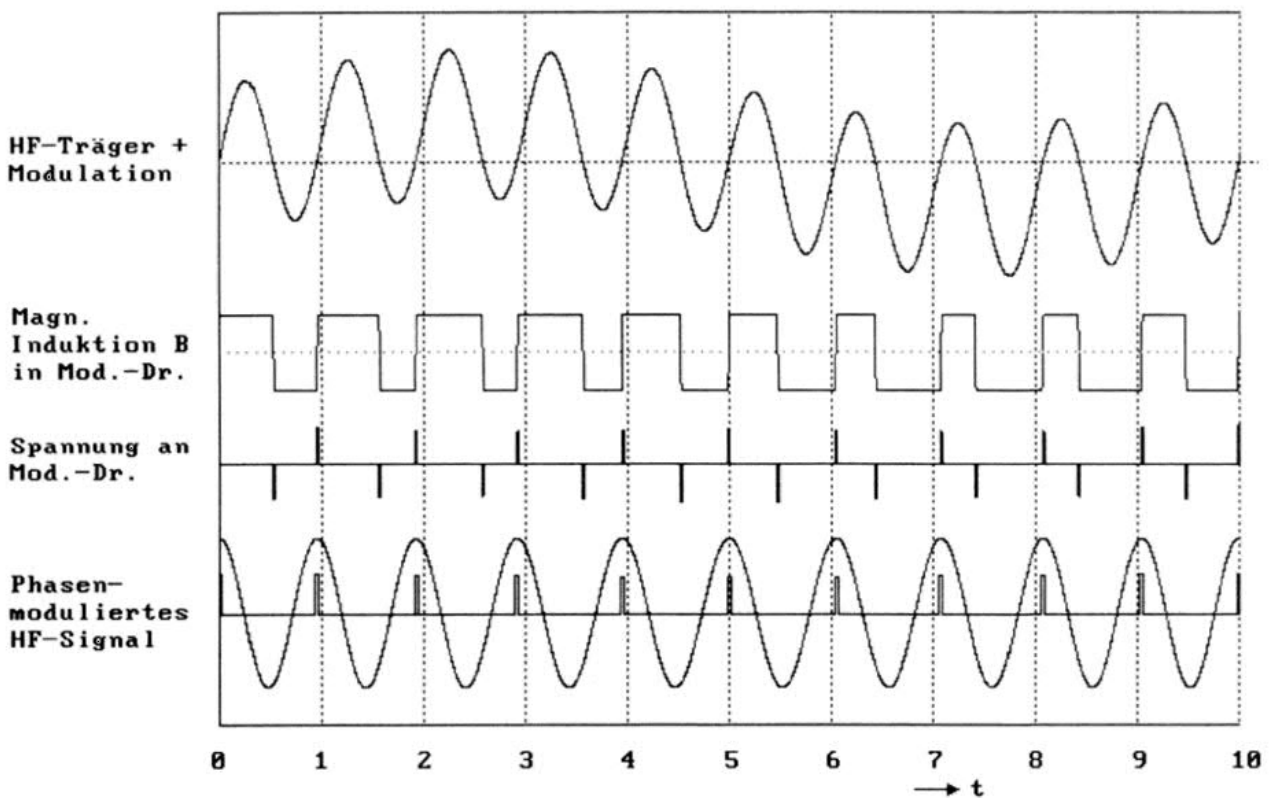


Bild 4: Erzeugung der phasenmodulierten Schwingung mit Hilfe der nichtlinearen Modulationsdrossel (Armstrong-Modulation).

In der realen Schaltung wird nur ein Phasenhub  $\Delta \Phi = \pm 10,6^\circ$  eingestellt, und das zweikreisige Bandfilter im Anodenkreis der Gleichrichterstufe ist auf die besonders starke 9. Harmonische abgestimmt. Der Phasenhub wird vergrößert, da die gleichen Zeiten der Impulse sich jetzt auf eine kürzere Periodendauer beziehen. Die beiden nachgeschalteten Vervielfacherstufen setzen das Signal auf die angegebenen Sendefrequenzen um, mit einem Frequenzhub  $\pm 40$  kHz bei der höchsten Modulationsfrequenz von ca. 4 kHz. Zur Abstimmung des Empfängers wird ein unmoduliertes CW-Signal erzeugt (Unterbrechung des Modulatorkreises in Bild 3). Für die Betriebsart "Funk" wird ein dynamisches Handmikrofon besprochen, für "Eigenverständigung" bleibt ein Kehlkopfmikrofon immer eingeschaltet.

### **FM-Empfänger**

Aus dem Anlagenkonzept SCR-528 wurde der zum Sender BC-604 passende Empfänger BC-603 abgeleitet. Aus dem in [1] beschriebenen Konzept SCR-508 entstand auch der Empfänger BC-683, der den höheren Frequenzbereich des tragbaren Funksprechgerätes BC-659 abdeckte.

Einige Daten zu diesen Geräten:

Gewicht:	10 kg
Frequenzbereich:	BC-603 20 - 29 MHz BC-683 28 - 39 MHz
Empfindlichkeit:	1 $\mu$ V bei S/N 15 dB
Bandbreite:	80 kHz
ZF:	2,65 MHz
NF-Ausgang:	2 W
Anodenstrom:	70 mA
Umformer:	DM 34 für 12 V DM 36 für 24 V

Umschaltung der Heizkreise in jeweiliger Umformereinheit.

Es sind 10 nach JAN spezifizierte Standardröhren eingesetzt, die HF-Stufen sind mit Stahlröhren und die NF-Stufen mit Glasröhren (Suffix "GT") bestückt.

Die Röhre 6 SL 7 GT enthält zwei Trioden mit getrennten Katoden. Die Bestückung ist: 3 x 6 AC 7 (HF, Mischer mit Bremsgittermischung, Begrenzer), 1 x 6 J 5 (Oszillator), 2 x 12 SG 7 (ZF), 1 x 6 H 6 (Diskriminator), 2 x 6 SL 7 GT (DAVC, SQUELCH, BFO, NF), 1 x 6 V 6 GT (Endstufe). Die Endstufe (Beam-power-Tetrode) versorgt einen Einbaulautsprecher und zwei Paar Kopfhörer.

Für die Frequenzeinstellung der Kanaltasten wird zwischen Begrenzer und erster NF-Stufe ein "Beat-Frequency-Oszillator" BFO eingeschleift, denn ein Diskriminator erzeugt keine Schwebungstöne.

Hierzu liefert der Sender BC-604 ein unmoduliertes Signal (Schalter in Bild 3 auf CW). Zur Kontrolle wird durch Drücken der Taste "PUSH TO TUNE" der BFO eingeschaltet, bei Schwebungstönen  $> 1$  kHz muss die Kanaltaste nachjustiert werden (Bild 2). Die BFO-Taste wird durch die benachbarte Lasche arretiert und am Rändelrad "TUNING" die Endstellung "LOCK" im Skalenfenster eingestellt. Danach wird die Schraube über den Kanaltasten gelöst, die Kanaltaste gedrückt und am Rändelrad auf Schwebungsnul abgestimmt. Nach Lösen der Kanaltaste ist wieder "LOCK" an der Skala einzustellen und die Schraube über den Tasten anzuziehen [8]. Etwas kompliziert, aber wir schreiben das Jahr 1943.

Die Signalverarbeitung bis zum Begrenzeingang ist in damals konventioneller Schaltungstechnik realisiert und wird hier nicht weiter besprochen.

## Militärische Funktechnik

### FM-Baugruppen

Bild 5 zeigt die Verknüpfungen dieser Baugruppen untereinander und mit den übrigen Empfängerbaugruppen. Der Entwicklungsstand von 1943 [2] wurde zu Grunde gelegt. Es lohnt sich, die Gesamt-Spannungsversorgung zuerst zu betrachten. Der Katodenkreis der Endröhre 6 V 6 ist direkt am negativen Ausgang des Umformers angeschlossen, alle übrigen Stromkreise werden von dort über  $R_{13} = 50 \Omega$  nach Masse (Chassis) geführt. Die so entstehende Hilfsspannung  $-2 \text{ V}$  ist die Grundgittervorspannung für die HF-Stufe und alle ZF-Stufen einschließlich Begrenzer. Der positive Umformerausgang ( $+190 \text{ V}$ ) versorgt auch den Hauptspannungsteiler  $R_9 - R_{12}$ . Aus ihm wird eine reduzierte Anodenspannung von ca.  $+60 \text{ V}$  für die 2. ZF und den Begrenzer abgeleitet.

Alle Spannungsangaben in Bild 5 sind Prüfspannungen zur Fehlersuche bei

ausgeschalteter Rauschunterdrückung und bei Einstellung auf maximale Empfindlichkeit ( $R_{14}$  max. Wert,  $\sim 10 \text{ k}\Omega$ ).

### Begrenzer

Die Funktion des Begrenzers ist prinzipiell schon in [4] beschrieben worden. Der Arbeitspunkt von V 6 stellt sich durch Spitzengleichrichtung mit der Gitterkombination  $C_g/R_g$  automatisch ein, die ZF-Spannung wird negativ durch die Gittersperrspannung und positiv durch den Gitterstrom einsetz begrenzt. Für eine gute Begrenzung sollte die ZF-Spitzenspannung mindestens das Doppelte der Gittersperrspannung betragen. Bei Abschattung während der Geländefahrt konnte dieser Wert kurzzeitig unterschritten werden. Eine NF-Eisendrossel  $L_3$  im Katodenkreis, durch  $C_1$  für HF gebrückt, wirkt dem entgegen. Damit wird der Mittelwert des Anodenstroms kurzzeitig aufrecht erhalten und eine gut angepasste Begrenzerwirkung erzielt.

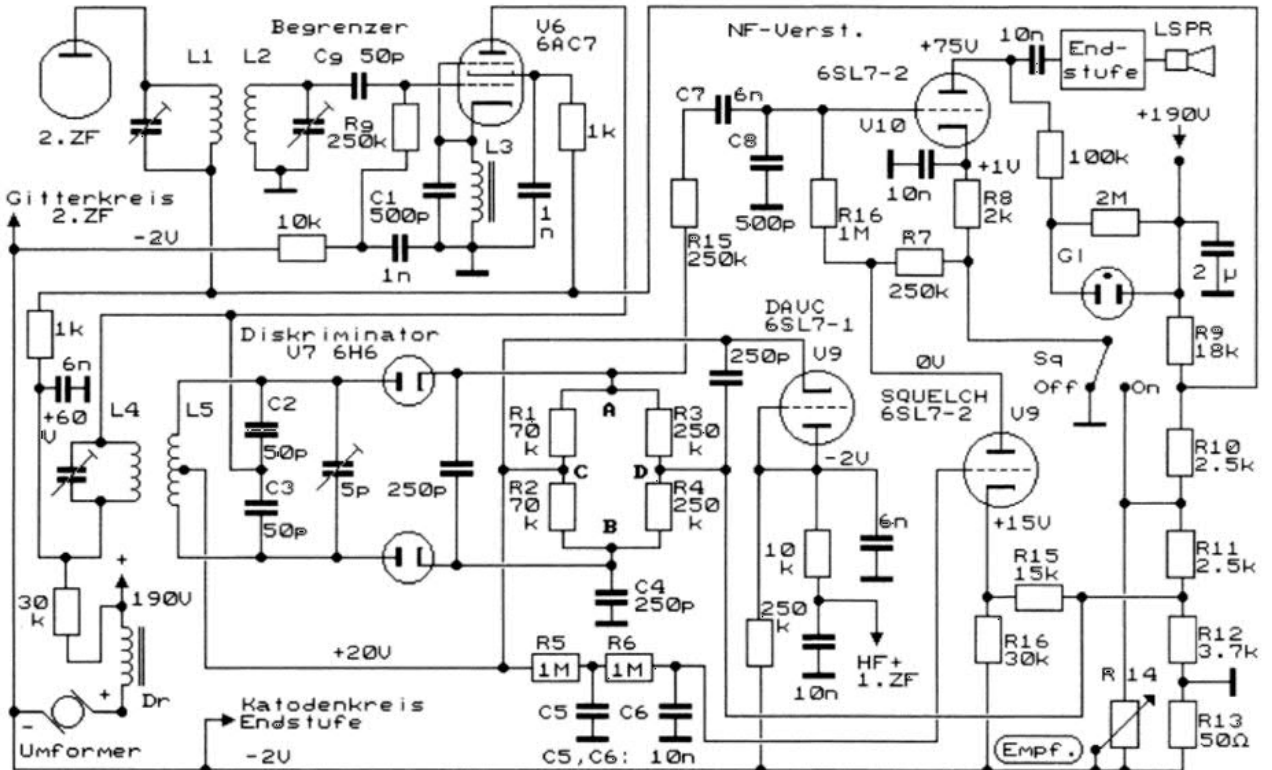


Bild 5: FM-Baugruppen der Empfänger BC 603 und BC 683.



## Diskriminator und Schwundregelung

Der Diskriminator ist die leicht modifizierte Schaltung des Phasendiskriminators nach "Foster-Seeley" (RCA-Patent). Nach *Bogner* [5] ist sie schon in FM-Schaltungen ab 1935 zu finden. In der deutschen Nachkriegsliteratur wird sie als "Riegger-Detektor" bezeichnet [9]. Eine US-Veröffentlichung von 1938 legte dar, dass *Hans Riegger* schon 1922 mit dieser Schaltung die höheren Frequenzen der Maschinensender in der Großfunkstation Nauen automatisch geregelt hatte (!), das ist dort mit 5 weiteren Literaturstellen ab 1920 belegt. Der Name des deutschen Erfinders ist wohl in den in [4] erwähnten FM-Patentstreitigkeiten verloren gegangen.

Die ZF-Seite besteht aus einem lose induktiv gekoppelten Bandfilter. Die Eingangsspannung gelangt auf zwei verschiedenen Wegen in den Ausgangskreis: Erstens durch kapazitive Einkopplung mit C2, C3, diese Spannung liegt an den beiden Diodenanoden gleichphasig an. Zweitens durch die induktive Kopplung, diese Spannung hat bei Mittenfrequenz eine gegenüber der Eingangsspannung nacheilende Grundphase von  $-90^\circ$ , bedingt durch die niedrige Gegeninduktivität M von L4/L5. Sie wird durch die Mittelanzapfung von L5 symmetriert. Die gleichen Richtströme durchlaufen entgegengesetzt die Widerstände R1 und R2.

Die Abweichung von der Resonanzfrequenz bewirkt eine zusätzliche Phasendifferenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung, bei richtiger Filterkopplung proportional zur Frequenzabweichung. Die Beträge der beiden Diodenspannungen sind jetzt nicht mehr gleich hoch und erzeugen verschiedene Richt-

ströme. Lehr- und Handbücher erläutern dies durch ein Zeigerdiagramm, das auch für den späteren Ratiodektor Gültigkeit hat [7]. Beide Dioden sind in der Stahlröhre 6 H 6 vereinigt, die in den USA schon in der Vorkriegszeit zur Verfügung stand.

Hinter den Dioden folgt das aus 4 Widerständen bestehende Vergleichsnetzwerk, in der Schaltung durch die Eckpunkte A, B, C, D gekennzeichnet. Der Spannungsabfall innerhalb der Brücke durch den Gitterstrom der Schältröhre 6 SL 7-2 kann zunächst vernachlässigt werden. Bei fehlendem Empfangssignal werden alle diese Punkte auf einer am Punkt D anliegenden Vergleichsspannung gehalten. Bei anliegendem Nutzsignal entsteht zwischen den Punkten A und B eine Differenzrichtspannung als demoduliertes FM-Signal. Die an A anstehende NF wird über das Netzwerk R15, C7, C8 und (R16+R7) der NF-Röhre V10 zugeführt. Herr *Dr. Alfred Stoll* hatte die Netzwerkberechnung übernommen; sie lieferte eine untere Grenzfrequenz  $f_1 = 16,4$  Hz und eine obere Grenzfrequenz  $f_2 = 1,65$  kHz. Die Deemphasis setzt früher ein als bei späteren Rundfunkempfängern, durch die PM des Senders BC-604 werden Sprachfrequenzen  $< 1,6$  kHz abgesenkt.

Die Richtströme der beiden Dioden der 6 H 6 suchen über R1 und R2 ihren Weg zurück zur Mittelanzapfung von L5, einen anderen Weg gibt es für sie nicht. Ihre Summe bewirkt eine Absenkung der Spannung am Punkt C gegenüber der Vergleichsspannung am Punkt D (Summenrichtspannung). Im Frequenzgang durchläuft sie bei der Mittenfrequenz einen flachen negativen Maximalwert. Bei großer Signalstärke unterschreitet sie die Hilfsspannung von  $-2$  V, die als

## Militärische Funktechnik

Sperrspannung an der Anode der Diodenstrecke DAVC anliegt, und bewirkt eine verzögerte Schwundregelung (Delayed Automatic Volume Control). Die Summenrichtspannung steuert auch die Rauschsperrung.

Eine Bemerkung zur Herkunft einer veränderlichen Richtspannung, wo doch ein Begrenzer vorgeschaltet ist. Die Amplitude der im Bandpass L4/L5 wieder herausgefilterten ZF-Grundwelle ist abhängig vom Tastverhältnis des in der Begrenzerröhre V6 fließenden Anodenstromes. Die im Vergleich zu einem AM-Empfänger relativ "kurze" Regelkennlinie ist für FM-Empfang ausreichend.

### Rauschsperrung und Empfindlichkeit

Die Schalthröhre SQUELCH führt auf Grund ihrer tiefer liegenden Katoden- spannung Strom und sperrt durch Spannungsabfall an R7 die erste NF-Röhre V10. Diese Sperrung wird auch nicht durch stärkere Störpulse überwunden, sofern ihr Auftreten von statistischer Natur ist. Dafür sorgen die Siebkondensatoren C5 und C6 im Gitterkreis der Schalthröhre. Eine höhere negative Summenrichtspannung sperrt die Schalthröhre, und die NF-Röhre V10 erhält ihren normalen Arbeitspunkt durch den Katodenwiderstand R8. Die Glimmlampe Gl meldet einen Funkruf, wenn der Lautstärkeregelung zurückgedreht ist, im dunklen Innenraum eines Kampfpanzers wohl deutlich wahrzunehmen.

Durch Einstellen eines niedrigeren Wertes am Stellwiderstand R14 (Empfindlichkeit) wird die Vergleichsspannung am Brückenpunkt D abgesenkt und die Summenrichtspannung näher an den Regelungseinsatz bei -2 V herangeführt. Die Katodenvorspannung der gesperrten

Schalthröhre wird durch Teiler R15/R16 im Verhältnis 2:3 mitgeführt. Bei geöffneter Schalthröhre (NF aus) sinkt ihre Gitterspannung durch Spannungsabfall an R5, R6 um einige Volt ab, wenn Gitterstrom fließt. R14 muss dann hochohmiger eingestellt werden, um das Signal wieder hörbar zu machen. Diese Schalthysterese ist erwünscht. Wenn durch Schalter Sq SQUELCH ausgeschaltet wird, kann mit R14 der Einsatz der Schwundregelung eingestellt werden. □

### Quellen

- [1] TM 11-455, War Department Technical Manual, Radio Fundamentals. United States Government Printing Office, 22 May 1944.
- [2] TM 11-310, Technisches Handbuch des Kriegsministeriums, Schematische Zeichnungen zur Instandhaltung von Bodennachrichtengerät. Deutsche Übersetzung für die Schweizer Armee. Kriegsministerium. Oktober 1943. Buch 2.
- [3] Rint, C. (Hrsg.): Hdb. für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Bd. IV. Darin: Dr. Hopf (Ehem. Leiter VALVO-Appl.-Lab. Hambg.): Fortschritte der Elektronenröhren. Berlin-Borsigwalde: Verlag Radio-Foto-Kinotechnik 1957
- [4] Walter, R. E.: Der Vater der Frequenzmodulation. FG 22 (1999) Nr. 123, S. 30 - 38
- [5] Bogner, G.: Armstrong - ein amerikanischer Radiopionier. Kapitel Frequenzmodulation: FG 14 (1991) Nr. 79, S. 4 - 15
- [6] Wilmans, I.: Radar und Funknavigation. Würzburg: Vogel-Verlag 1973
- [7] Stadler, E.: Modulationsverfahren kurz und bündig. Würzburg: Vogel-Verlag 1973
- [8] Jacobi, B.: Der Surplus-Empfänger BC 603. FUNKSCHAU 41 (1969) H. 24, S. 853 -854
- [9] Meinke, Gundlach: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, S. 1371. 2. Aufl. Berlin: Springer 1962.
- [10] Roder, H.: Theory of the Discriminator Circuit for Automatic Frequency Control. Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Vol. 26 (1938) Nr. 5, p. 590 f

Für die Bereitstellung von Systemdaten, Quellen und für kritische Manuskriptdurchsicht dankt der Verfasser den GFGF-Mitgliedern *Gerhard B. Salzmann, Gerhard Bogner, Gerhard Buck* und *Dr. Alfred Stoll*.

# Die deutschen Export-Radios 1940 bis 1944

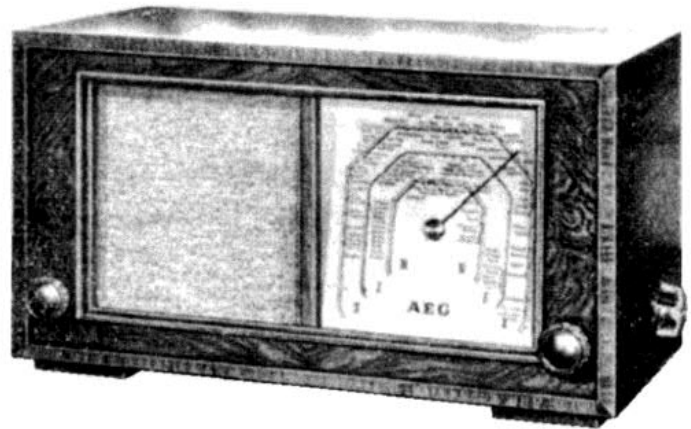
## Teil 9: Die Gerätetypen im dritten Kriegsjahr (2. Folge)

Karl Opperskalski, Ramsen

### Die Kleinsuper der Radiosaison 1941/42

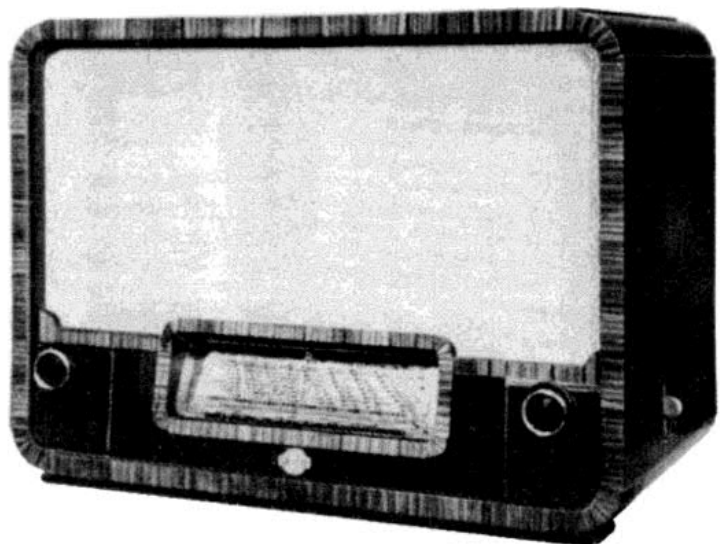
Das Exportprogramm der deutschen Rundfunkindustrie zeigte im August 1941, zum Zeitpunkt der Leipziger Messe, ein noch fast luxuriöses, umfangreiches Angebot von beinahe 100 Typen von Radiogeräten (nach der Exportzeitschrift "Radio-Progress" Heft Nr. 3, S. 8). Das Programm beschränkte sich allerdings auf 5 Klassen: Zwergsuper, Kleinsuper, Standardsuper, Mittelsuper und Großsuper. Beim genauen und kritischen Hinsehen kann man jedoch die Auswirkungen des bereits zwei Jahre andauernden materialverschleißenden Weltkrieges erkennen. Bei den Kleinsupern war die spartanische Einheitsausführung mit extremer Materialeinsparung auffallend erkennbar. Für fast alle Typen wurde die Allstromausführung mit einheitlicher Röhrenbestückung (UCH 11, UBF 11, UCL 11, UY 11) gewählt.

Der Kleinsuper **411 GW** von der **AEG** wurde als ein 6-Kreiser mit den Röhren UCH 11, UBF 11, UCL 11, UY 11, mit Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich und mit einer neuartigen vieleckigen Uhrenzeigerskala neu vorgestellt. Sein Volumen von 10 Litern und das Gewicht von 6,1 kg kamen beinahe an das der Zwergsuper heran. (Die Gehäuseausführung in edlem Nussbaum und die Röhrenbestückung entsprachen dem Sachsenwerk 421 GWK.)



AEG 411 GW

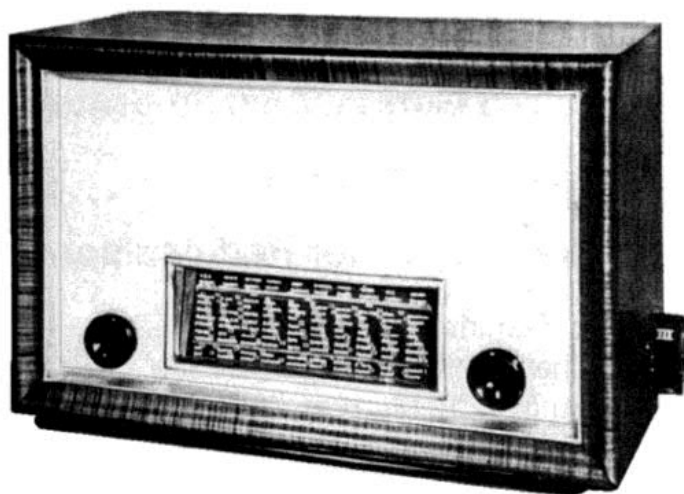
Die Firma **Blaupunkt** bot als Kleinsuper den **6 W 540** aus der Vorjahressaison weiterhin an. Auch die Firma **Eumig** offerierte ihr schon bekanntes Modell **430 W** der Vorjahre. Ein sehr schönes Kleinsupergerät stellte die Firma **Graetz** mit der Modellbezeichnung **55 W** auf der Leipziger Messe aus.



Graetz 55 W

## Rundfunkempfänger

In den Exportzeitschriften "Radio-Progress" und "Radio-Helios" wird der 55 W als "ein Kleinsuper mit der Ausstattung eines Mittelsupers" eingestuft, im "Radio-Mentor" als ein Standardsuper. Das Gerät war der Einteilung nach sicher ein Grenzfall. Der Graetz 55 W - ein 7-Kreiser mit 3 Wellenbereichen (KML) war mit roten E-Röhren und AZ11 bestückt. Schaut man etwas genauer auf die Abbildung und betrachtet den Schaltplan, erkennt man das **Philipsgerät 655 A!**



Graetz 56 GW

Ein weiterer **Graetz**-Kleinsuper mit gefälligem Äußeren ist der Kleinsuper **56 GW**. Er ist mit UCH 11, UBF 11, UCL 11, UY 11 bestückt. Nach Abmessungen, Gewicht und Preis gehörte auch er, mit dieser Ausstattung, fast zu den Mittelsupern. Bei diesem 6/4-Super hatte man die Leichtbauweise bis ins letzte Detail ausgeführt. Auch hatte man bei diesem Gerät eine neue Schaltung verwendet, bei der die Antenne über einen am Fußpunkt des Eingangskreises liegenden Serienkondensator angekoppelt wurde. Man versprach sich, damit die

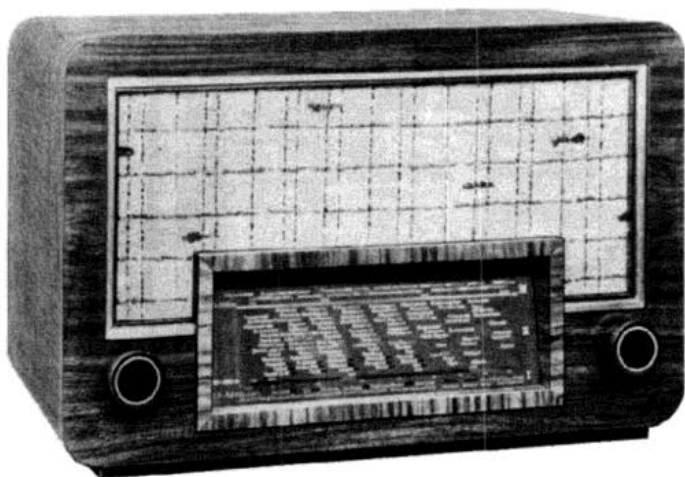
störenden Spiegelfrequenzen gänzlich unterdrücken zu können. Ein Gerät mit hervorragenden Empfangseigenschaften also!

Den Kleinsten der Kleinempfänger stellte zur Leipziger Messe die Firma **Hagenuk** vor. Es war der neue Kleinsuper **Ha 362 W** mit 6 Kreisen und 4 Röhren (ECH 11, EBF 11, EL 11, AZ 11), 3 Wellenbereichen (KML) und mit den Abmessungen  $300 \times 215 \times 160 \text{ mm}^3$ . Durch eine Reflexschaltung der 2. Röhre verbesserte man ganz wesentlich die Schwundregeleigenschaften des Gerätes von 2 auf 3 Röhren und erhöhte damit gleichzeitig auch die Gesamtverstärkung.  $25 \mu\text{V}$  Eingangsempfindlichkeit und eine Trennschärfe von 1 : 200 erreicht dieses kleine Gerät.

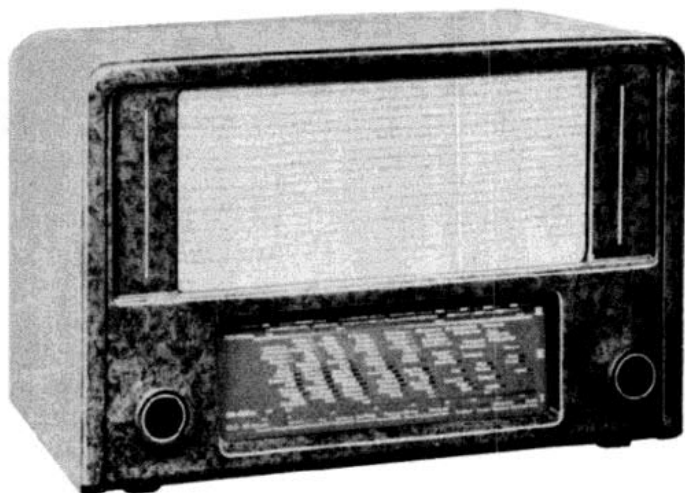


Hagenuk Ha 362 W

Die Firma **Horny** hatte als Kleinsuper den **K 37 L**, einen 6-Kreiser mit 4 Röhren (UCH 11, UBF 11, UCL 11, UY 11), 3 Wellenbereichen, in einem schönen Pressstoffgehäuse ( $405 \times 315 \times 175 \text{ mm}^3$ ) im Programm. Nach der Zeitschrift "Das Rundfunk-Gerät" 1941, Heft 17/18, S. 9 und "Radio-Mentor" 1941 war es ein verbesserter Vorjahrestyp.



Lorenz 20 A



Tefag 40 A

Typ **137 L** an. Er war eine Neuentwicklung. Auch hier liegt leider keine Abbildung des Gerätes vor. Die Firma **Kapsch** hatte als Kleinsuper den Typ **400 P** (vom Vorjahr) weiterhin angeboten.

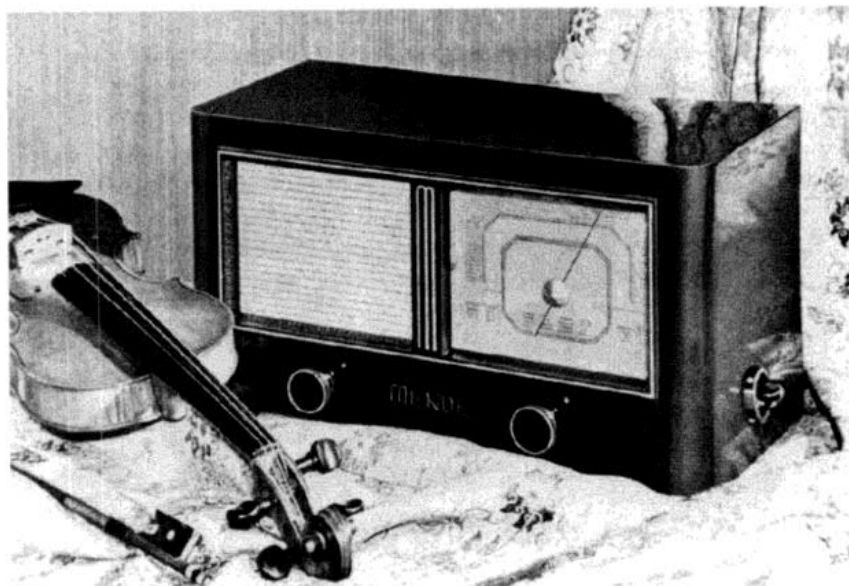
Bei den Firmen **Lorenz** und **Tefag** wurden mit gleichem Chassis, aber unterschiedlichen Gehäusen die Typen **Lorenz 20 A** und **Tefag 40 A** mit 6 Kreisen, 4 Röhren der U-11-Serie, für Kurz-, Mittel- und Langwellenempfang vorgestellt. Das Lorenzgerät wurde in einem Holzgehäuse, das Tefaggerät in einem mahagonifarbigem Kunststoffgehäuse hergestellt.

Auch die Firma **Lumophon** brachte einen Kleinsuper, den **WD 406** für Wechselstrom und den **GW 406** als Allstromgerät nach Leipzig zur Messe, zwei bekannte Typen aus der Saison 1939/40.

Der Kleinsuper der Firma **Mende** - immer noch unter dem Motto "Die edle Linie" - hieß **172 W** für

Eine Abbildung des Gerätes liegt nicht vor. Man kann von der gleichen Gehäuseform wie bei den Typen **K 46 B** und Typ **K 36 L** ausgehen (s. FG Nr. 126, S. 203).

Einen weiteren Kleinsuper mit ähnlichen Eigenschaften wie zuvor der Typ **K 37 L**, jedoch in einem hochglanzpolierten Holzgehäuse, bot **Horny** den



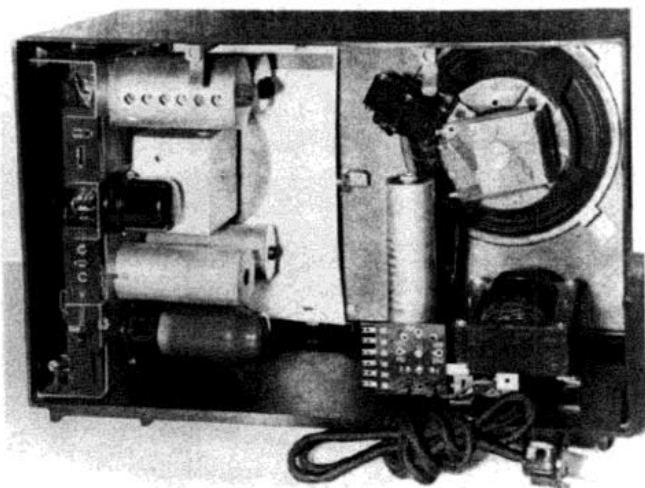
Mende 172 W bzw. 172 GW

## Rundfunkempfänger

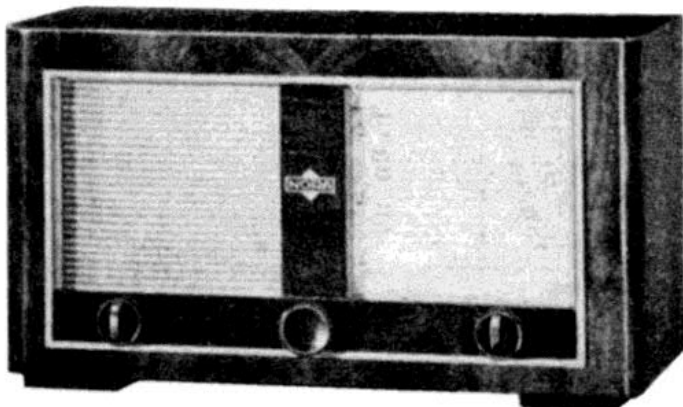
Wechsel- und **172 GW** für Allstrom, ein 6-Kreis-4-Röhrengerät (U-11-Serie und AZ11 bzw. UY 11), mit 3 Wellenbereichen (KML). "Klangschönheit, Fernempfangsleistung, beachtliche Trennschärfe und Leistungsfähigkeit des Kurzwellenteils" wurden in der Berichterstattung in der Zeitschrift "Das Rundfunk-Gerät" vom September 1941 von *Werner W. Diefenbach* hervorgehoben.

Als Kleinsuper stellte **Nora** die Typen **W 61** und **W 69 H** aus. Beide Geräte sind 6-Kreiser mit 4 E-11-Röhren (u. AZ 11) und mit 3 Wellenbereichen (KML), der Kleinsuper W 61 in einem schönen Pressstoffgehäuse mit einer außergewöhnlichen Chassisanordnung. Das Äußere des W 61 ist identisch mit dem Typ B 61 (FG Nr. 127, S. 258). Der Typ W 69 H hat ein Edelholzgehäuse.

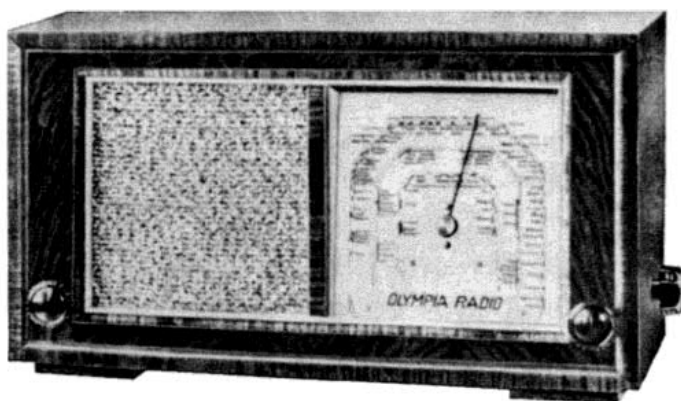
Das **Sachsenwerk** Niedersedlitz bot nur 2 Rundfunkempfänger zur Leipziger Messe an, zwei typische Exportgeräte. Der Kleinsuper hieß **421 GWK**, wie die anderen Firmen-



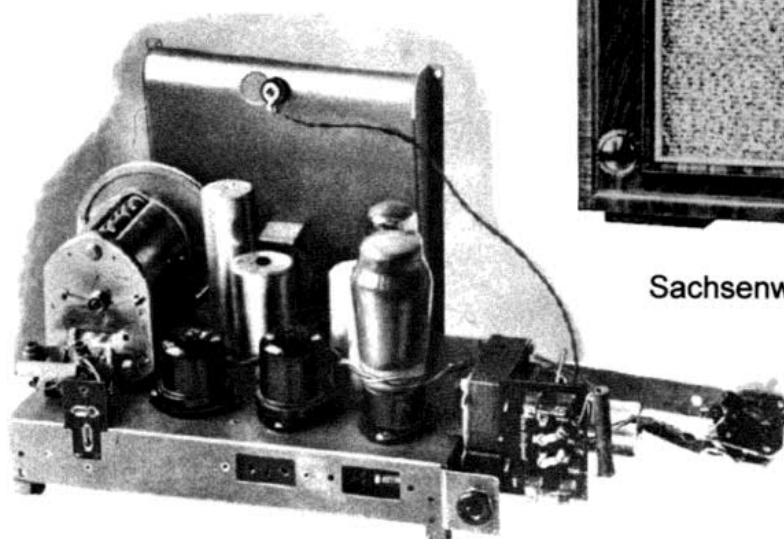
Inneransicht des Nora W 61



Nora W 69 H



Sachsenwerk 421 GWK



Chassis des Sachsenwerk 421 GWK

vertreter ein 6-Kreis-4-Röhrengerät (UCH 11, UBF 11, UCL 11, UY 11) mit 3 Wellenbereichen (KML). Die Chassis-Abbildung zeigt den gedrängten Innenaufbau.

"In vornehm schlichter Holzkassette" präsentierte **Schaub** seinen Kleinsuper **Typ 021**, einen 3-Wellenbereichsuper mit U-Röhren, ein 6-Kreis-4-Röhrengerät (UCH 11, UBF11, UCL11, UY11) in wohlgefälligen Proportionen. "Die übersichtliche dreifarbige Linearskala und der Feintrieb sind die besonderen Vorzüge in dieser Preislage" so schrieb man im "Rundfunkhändler" 1941, Heft 20, zu diesem Kleinsuper.



Schaub 021

Die Firma **Seibt** hatte als Kleinsuper ein äußerlich relativ großes Gerät, mit großer Schallwand, den Typ **164 GW**, ein 6-Kreis-4-Röhrengerät (UCH 11, UBF11, UCL11, UY11) mit 3 Wellenbereichen (KML), in Leipzig angeboten. Der gleiche Typ, jedoch mit einem zusätzlichen magischen Auge, wurde als Standardsuper angeboten.

kleiner in den Abmessungen, eher ein Zwergsuper - hieß nun **154 GWK**, ein 5-Kreis-4-Röhrengerät (UCH 11, UBF 11, UCL 11, UY 11) mit 3 Wellenbereichen (KML). Die Geräteabmessungen sind 36 x 24 x 24 cm<sup>3</sup>, das Gewicht 5,84 kg. □

**Siemens** offerierte den 5-Kreis-4-Röhren-Kleinsuper **S 12 GW** (mit UCH 11, UBF11, UCL11, UY11) mit 3 Wellenbereichen (KML). Er war die Weiterentwicklung des Typs S 20 GW vom Vorjahr.

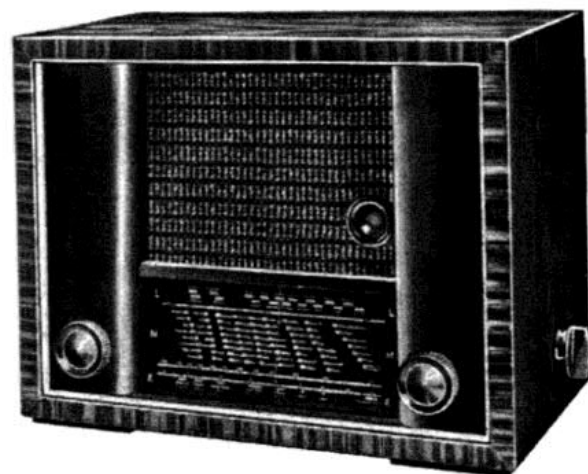


Siemens S 12 GW

Der neue Kleinempfänger von **Telefunken** - eine Weiterentwicklung des Vorjahrestyps 054 GWK, aber noch deutlich



Telefunken 154 GWK



Seibt 164 GW

## Ein Tonträger feiert Geburtstag

## “...er speichert sogar Streicher und schöne Stimmen”

Jörg Chowanetz, Passau

**F**ast hätte man ihn vergessen, den 100. Geburtstag. Nein, nicht den von *Edisons* Phonograph, auch nicht *Berliners* Grammophon, beide sind älter. Der **Draht** als Tonträger feiert Jubiläum! Und gleich ein doppeltes: 100 Jahre liegt seine Erfindung zurück, 50 Jahre seine erstmalige serienmäßige Anwendung. Nach der kürzlich abgeschlossenen Restaurierung meines SCHAUB Supraphons veranlasste mich die enorme Faszination dieser Technik, mich näher mit der Geschichte zu befassen.

**1898:** Der dänische Physiker *Valdemar Poulsen* konstruiert - nach den Anregungen des Briten *Oberlin Smith*, der schon 1888 in der "Electrical World" den gedanklichen Grundstock legt - die erste magnetische Aufzeichnungsmaschine, das "Telegraphon" zur Aufzeichnung von Telefongesprächen (Pat.-Nr. 661619). Als magnetischen Tonträger benutzt er einen Kohlenstoffstahl-Nadeldraht mit 1,5 mm Ø. Für eine Aufnahme von 60 Minuten sind 6 km Draht notwendig. Die Wiedergaben sind, auf Grund noch fehlender Verstärkertechnik, sehr verrauscht und leise. Dennoch erhält *Poulsen* auf der Weltausstellung in Paris 1900 den "Großen Preis" für seine Erfindung.

**1927:** Dipl.-Ing. *Fritz Pfeumer* (AEG) unternimmt erste Versuche mit Tonträgern aus magnetisch beschichteten Papierbändern, die er 1928 zum Patent anmeldet (Pat.-Nr. 500900). Ab 1931 entwickelt die AEG zusammen mit der IG Farben das **Magnetophon** und das

**Magnetophonband.** Parallel dazu wird die Tondrahtentwicklung vorangetrieben. Der Einsatz von Wolfram- bzw. Kobaltstahl bringt außer guten magnetischen Werten keine tontechnische Verbesserung.

**1940:** Unter einem Gemeinschaftspatent (Pat.- Nr. 849714) der Krupp-Stahlwerke Essen und dem Stahlwerk Ergste AG entstehen Tonbänder (Flachstahl) aus Chrom-Manganstahl bzw. Chrom-Nickelstahl (V2A). Im Stahlwerk Ergste erprobt Ing. *Friedrich Wohlfarter* Tondraht auf Chrom-Manganstahl-Basis mit 0,11 und 0,22 mm Ø. Noch ist die Wiedergabe nicht tontreu und der Frequenzbereich bei 3 kHz erschöpft. Die Tonqualität liegt noch weit unter der Schallplatte.

**1948:** Die Entwicklungsarbeiten am Tondraht werden nach dem Krieg im Werk Ergste fortgesetzt. Eine Zusammenarbeit mit dem Gerätehersteller SCHAUB beginnt.

**1949:** Dr.-Ing. *Carl A. Duckwitz* und Ing. *Erwin May* (Ergste) entwickeln nach neugewonnenen Erkenntnissen (Pat.-Nr. 1056161) ein Fertigungsverfahren für Tondrähte auf der Basis von Chrom-Nickelstahl, der tontechnisch weltweit als hervorragend eingestuft wird. Die Produktion des ERMATON (**Ergste-MagnetTON**)-Drahtes mit 0,09 mm Ø beläuft sich auf etwa 1.000 kg/Monat.

**1967:** Die Mehrspur- und Stereovorteile des Tonbandes überwiegen, die Tondraht-Fertigung wird eingestellt.

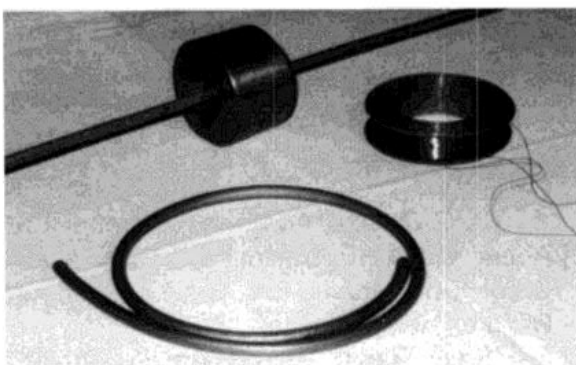




Recordophone T 22 (1949)

### Die Technologie des Tondrahtes

Legierungsmäßig gehört der Tondraht zur Gruppe der nichtrostenden, säurebeständigen Stähle. Der Ausgangszustand des Walzdrahtes ist nach Glühen (1050 °C) und Abschrecken (Wasser) homogen austenitisch, also nicht magnetisierbar. Erst durch eine Kaltverformung, das "Ziehen", bildet sich ein zweiter, magnetisierbarer Gefügebestandteil aus. Das Ausgangsmaterial, der ca. 0,5 m lange und 6 mm Ø starke Draht, wird durch fortwährenden Ziehprozess unter einer Querschnittsabnahme von 90 bis



Das Ausgangsmaterial vor dem Ziehen. Unten: 0,5 m Stahldraht, oben: Zieheisen, rechts: fertige Drahttonspule.

95 % in einen dauermagnetischen Draht von 0,09 mm Ø und einer Länge von 2240 m verwandelt.

Um gute magnetische Werte zu erhalten, werden dem Draht ferritbildende Elemente wie Molybdän oder Silizium beigelegt. Er ist rostfrei und bis 600 °C hitzebeständig, was ihn auch für den Einsatz in frühen Flugschreibern geeignet machte. Die Zugfestigkeit liegt zwischen 2000 und 2500 N/mm<sup>2</sup>, die maximale Dehnung etwa 1 mm/m, die Betriebsdynamik etwa 50 dB. Der Frequenzumfang der Drahtspeicherung liegt theoretisch zwischen 50 und 15000 Hz.

### Das Supraphon (Recordophone)

Bereits 1949 konstruierte SCHAUB das auf dem Vorkriegsgerät SG 42 basierende Kombigerät SUPRAPHON, das anfänglich noch mit amerikanischen Röhren ausgeliefert wurde. Es ist eine (70 Pfund schwere!) Kombination aus einem 6-Kreis-Superhet, dem Drahttongerät für Aufnahme und Wiedergabe und einem Plattenspieler mit 78 U/min, welches den unvorstellbar hohen Preis von 1.750,- DM kostete (Der Monatslohn eines Arbeiters betrug damals durchschnittlich 250 DM!).

Besonderes Augenmerk verdient vor allem das Drahttongerät mit folgenden technischen Daten:

- Kombiniertes Tonkopf für Aufnahme, Wiedergabe und Löschung
- Längsmagnetisierung
- Drahtführung durch oszillierenden Tonkopf
- Drahtgeschwindigkeit:
  - 62 cm/sec Aufnahme/Wiedergabe
  - 200 cm/sec Rücklauf
  - 100 cm/sec schneller Vorlauf

## Tonspeichertechnik

- 7-cm-Drahtspulen mit max. 60 min Spieldauer  
Draht 0,09 mm Ø, 2240 m Länge
- Drahtbruchsicherung durch Relais, Gangabschaltung
- Drahtlängen-Messuhr
- Frequenzbereich  
400 - 8000 Hz (-10 dB)  
50 - 15000 Hz (-30 dB)
- Löschfrequenz 40 kHz  
(ab 1950: 41 kHz)
- Antrieb: Einphasen-Induktionsmotor
- Gleichlauf 0,2 %

Die Qualität alter Drahtaufnahmen ist beeindruckend. Mir sind einige originale Mikrofon- und Rundfunkaufnahmen erhalten geblieben, mit denen sich frühe Tonbandaufnahmen nicht messen können! Der Draht ist extrem alterungsbeständig, und sollte er einmal reißen - so kann er einfach wieder verknotet werden! Vergänglich sind lediglich die ersten Zinkdruckguss-Spulen.

### Die weitere Geräteentwicklung

Wie es das Glück im Sammlerleben so mit sich bringt, spielte mir der Zufall noch vier weitere Geräte in die Hände. Leider gibt es nur wenig Literatur über diese Drahttongeräte, wohl deshalb, weil diese teureren "Luxusartikel" in den kargen Nachkriegsjahren in Deutschland fast nicht zu finden waren. Selbst Rundfunkgeschäfte konnten es sich oftmals nicht leisten, dieses "Flaggschiff" ins Schaufenster zu stellen.

Anders war die Situation in der Schweiz. Dort waren die SCHAUB-Geräte weit häufiger verbreitet. Vom Sammlerkollegen *Walter Groer* aus München erhielt ich Material der Berner Firma *Steiner*, die damals den Vertrieb für die "Recordophone" hatte. Daraus entwickelte ich die Tabelle im Anhang.



Die Geräte bis zum Baujahr 1950 (Recordophone und Supraphon) waren noch mit amerikanischen Röhren bestückt und hatten keinen UKW-Teil. Zusätzlich hatten sie jedoch eine Taste "TR" für Telefonrundspruch, was auf eine Exportorientierung hinweist. Mit einer Preissenkung auf 1548,- DM im Jahre 1952 und einem fest eingebautem UKW-Zusatzgerät (anders [3, S. 193]) hielt das Gerät auch Einzug in die VERG-Kataloge. Bis 1953 wurde es sogar mit einem "besseren" Tonarm, dem Elac P 3000 (einem Magnetsystem mit wechselbarer Nadel) gebaut. Erst ab 1953 fand ein neues Chassis mit organisch einbezogenem UKW-Teil Einzug, von außen erkennbar an den weißen Tasten (anders [3, S. 193]). Es war die letzte Generation aus dem Hause SCHAUB-LORENZ.

Mitte 1954 wurden die Patente an die Firma DUAL verkauft, die auch noch einen Prototyp eines Drahttongerätes konstruierte. Leider ist dieser in den Firmenarchiven scheinbar verschollen. □

#### Literatur:

- [1] Hotwire - Der heiße Draht. Mitarbeiterzeitung der ZAPP-Gruppe, Ausgabe November 1998
- [2] Abele, Günter F.: Historische Radios. Eine Chronik in Wort und Bild, Band 2 (1996) und Band 4 (1999), Stuttgart
- [3] Erb, Ernst: Radios von gestern. Luzern 1997
- [4] Erb, Ernst: Radiokatalog Band 1, Luzern 1998
- [5] Kataloge des Rundfunkgroßhandels (VERG) 1950/51 bis 1952/53

## Schaub/Lorenz: Recordophone - Supraphon - Heimstudio 1949 bis 1954

Baujahr	Herstel.	Typ	Land	Gerät	Röhren	UKW	Tonabnehmer	Anzeigen	Nachweis
1949-50	Schaub	Recordophone T 22	CH	Tischgerät	am. Rö.	ohne	Siemens 6 S Ela 1400	6 E 5 rechts, 6U5G	Erb I, 193; II 294; eS
	Lorenz	Recordophone (?)	CH	Tischgerät	am. Rö.	ohne	Siemens 6 S Ela 1400	6 E 5 rechts, 6U5G	Auktion Alando 10/99
1950-51	Schaub	Supraphon	D	Tischgerät	am. Rö.	ohne	Siemens 6 S Ela 1400	6 E 5 links, 6U5G	Abele IV, 38; Erb II, 296; eS
	Schaub	Recordophone T 22 E	CH	Tischgerät	Stahlrö.	ohne	?	EFM 11, EM 71	Steiner
1951-52	Lorenz	Heimstudio	D	Tischgerät	Stahlrö.	Einbau	Siemens 6 S Ela 1400	EM 71, EM 71	VERG; Abele II, 82; Erb II, 178
	Schaub	Recordophone (T 22 E?)	CH	Tischgerät	Stahlrö.	Einbau	Siemens 6 S Ela 1400	EM 71, EM 71	Steiner
	Schaub	Recordophone (T 22 E?)	CH	Tischgerät	Stahlrö.	Einbau	Elac P 3000	EM 71, EM 71	Steiner
	Schaub	Supraphon 52	D	Tischgerät	Stahlrö.	Einbau	Siemens 6 S Ela 1400	EM 71, EM 71	VERG; Erb II, 296; eS
	Schaub	Supraphon-Truhe	?	Truhe	Stahlrö.	Einbau	Siemens 6 S Ela 1400	EM 71, EM 71	Erb II, 296
1952-53	Lorenz	Heimstudio	D	Tischgerät	Stahlrö.	Einbau	Elac P 3000	EM 71, EM 71	eS
	Lorenz	Heimstudio 52 (?)	D	Tischgerät	Stahlrö.	Einbau	Siemens 6 S Ela 1400	EM 71, EM 71	VERG; Erb II, 178
	Lorenz	Heimstudio-Chassis	D	Chassis	Stahlrö.	-	Siemens 6 S Ela 1400	EM 71	VERG
	Lorenz	Heimstudio-Koffer	D	Koffer	Stahlrö.	-	Siemens 6 S Ela 1400	EM 71	VERG
	Lorenz	Heimstudio-Recorder	D	Tischgerät	Stahlrö.	-	Siemens 6 S Ela 1400	EM 71	VERG
	Schaub	Suprachord (?)	D	Koffer (?)	Stahlrö.	-	?	EM 71	Erb I, 193
	Schaub	Supraphon (53?)	D	Tischgerät	Stahlrö.	Einbau	Elac P 3000	EM 71, EM 71	Erb I, 127; eS; anders: Erb I, 193
1953-54	Schaub	Recordophone T 22 U	CH	Tischgerät	Eur.-Rö.	organisch	Elac P 3000	EM 71, EM 71a	Steiner
	Schaub	Recordophone T 22 A	CH	Tischgerät	Eur.-Rö.	(UKW?)	(Elac P 3000?)	EM 71, EM 71a	Steiner
	Schaub	Recordophone T 22 AA	CH	Chassis	am. Rö.	organisch	Elac P 3000	EM 71, EM 71a	Steiner
	Schaub	Recordophone S 33 U	CH	Truhe	Eur.-Rö.	organisch	Elac P 3000	EM 71, EM 71a	Steiner
1954	Schaub	(?)	CH						Steiner

Legende: Steiner = Serviceunterlagen der Fa. Steiner, Bern eS = Geräte aus eigener Sammlung (z. T. abweichend von Katalogmodellen)

zusammengestellt von J. Chowanetz



Recordophone T 22 (1949) geschlossen. Nach Heben des Deckels wird das Drahttongerät zugänglich (unten).  
Zum Beitrag auf Seite 48.

