

# Ausbreitungsmessungen an einem frequenzmodulierten Versuchsrundfunksender auf 93 MHz in der Umgebung von Genf

Autor(en): **Ebert, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **27 (1949)**

Heft 5

PDF erstellt am: **17.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-876399>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DER SCHWEIZERISCHEN POST-, TELEGRAPHEN- UND TELEPHONVERWALTUNG

## BULLETIN TECHNIQUE / BOLLETTINO TECNICO

PUBLIÉ PAR L'ADMINISTRATION DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES SUISSES

PUBBLICATO DALL'AMMINISTRAZIONE DELLE POSTE, DEI TELEGRAFI E DEI TELEFONI SVIZZERI

### **Ausbreitungsmessungen an einem frequenzmodulierten Versuchs-Rundfunksender auf 93 MHz in der Umgebung von Genf**

Von *W. Ebert*, Bern

621.396.81.001.4: 621.396.619.13

Dem schweizerischen Rundspruch bieten sich für eine künftige Entwicklung viele Möglichkeiten. Vorausgeschickt sei, dass es sich dabei nicht um den Ersatz des heutigen nationalen Dienstes der Landessender handelt, sondern vielmehr um zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten der Hochfrequenztechnik zur Verbreitung neuartiger radiophonischer oder auch radiovisueller Programme. Schon oft ist auch der Wunsch laut geworden, im Rahmen des nationalen Rundspruchdienstes unseren Hörern, ausser dem Programm des Landessenders, ein weiteres, zusätzliches Programm, ein sogenanntes Kontrastprogramm, zu bieten. Die Verwirklichung einer solchen Forderung, deren Berechtigung an sich hier nicht weiter untersucht werden soll, stösst auf gewisse frequenztechnische Schwierigkeiten, indem weder im Lang- noch Mittelwellenband die notwendigen Kanäle verfügbar sind. Am ehesten wäre eine Lösung der Aufgabe durch Sendungen im Kurzwellenband um 75 m (3950...4000 kHz) möglich. Dies hätte für den Radiohörer allerdings die Beschaffung eines billigen Adapters zur Voraussetzung, da die gewöhnlichen Radioempfänger das genannte Frequenzband nicht besitzen. Jedenfalls liegen für den Rundspruch und die Radioindustrie in dieser Richtung noch gewisse Möglichkeiten, ohne dass dafür weitgehende technische und programmliche Umstellungen notwendig wären.

Das Gesamtbild ändert sich von Grund auf, wenn wir uns den *frequenzmodulierten Sendungen* und dem *Fernsehen* zuwenden. Das erste technische Postulat des Rundspruchs, jedem schweizerischen Radiohörer den Empfang seines Landessenders zu ermöglichen, kann in diesem Falle auf gesunder wirtschaftlicher Basis nicht mehr aufrechterhalten werden. Die Gründe hierfür liegen in den Ausbreitungseigenschaften der zu diesem Zwecke allein in Frage kommenden Wellen unter 5 Metern. Das quasi-optische Verhalten

dieser Wellen beschränkt ihre Reichweite im wesentlichen auf die Sichtzone des Senders. Je höher der Standort des Senders, um so grösser ist in der Regel die Reichweite der Ausstrahlungen. Andererseits können optische Hindernisse auf der Gegenseite des Senders Schattenzonen ergeben, die durch Sekundäreinstrahlungen — optisch gesprochen — «aufgehellt» werden können, doch ist der Empfang dann meistens Verzerrungen unterworfen<sup>1)</sup>. Der mehr lokale Charakter dieser Sendungen über Ultrakurzwellen schliesst im vorneherein deren Finanzierung durch allgemeine Hörgelder aus. Die Standorte der UKW-Sender wären so zu wählen, dass einem möglichst grossen Hörerkreis ein einwandfreier Empfang der Sendung sichergestellt werden könnte. Es kämen somit in erster Linie Stadtgebiete in Betracht. Die Aufwendungen für die Programme, soweit es sich um radiophonische handelt, könnten zum guten Teile aus lokalen Finanzquellen bestritten werden, so u. a. durch eine zusätzliche Hörergebühr. Die Möglichkeit von lokalen Reklamesendungen oder einer gesprochenen Lokalzeitung besteht auf Grund des Stillhalteabkommens zwischen dem schweizerischen Rundspruch und dem schweizerischen Zeitungsverlegerverein wenigstens für die nächsten fünf Jahre nicht.

Obschon feststeht, dass ein geordneter, öffentlicher Sendedienst über Ultrakurzwellen für unsere Verhältnisse in der nächsten Zeit nicht in Frage kommt, sind wir im Hinblick auf die künftige Entwicklung zum Studium aller mit einem solchen Dienst zusammenhängenden Probleme verpflichtet.

Ultrakurzwellen-Sendungen, wie sie in der vorliegenden Arbeit ganz allgemein in Betracht gezogen

<sup>1)</sup> Wir verweisen in diesem Zusammenhange u. a. auf die Arbeit von *W. Klein* und *J. Dufour*, Rundspruchversuche mit frequenzmodulierten Ultrakurzwellen. *Techn. Mitt.* PTT 1948, Nr. 1, S. 1...21, und Nr. 2, S. 61...83.

werden, können zur Uebertragung von gewöhnlichen *radiophonischen, radiostereophonischen* oder auch *Fernsehprogrammen* dienen. Aus verschiedenen Gründen erscheint gegenwärtig eine *gemischte Programmsendung* am aussichtsreichsten.

Soweit es sich um frequenzmodulierte radiophonische Sendungen handelt, ist uns durch einen von der Firma *Philips AG.* in Zürich zur Verfügung gestellten Sender bedeutender Leistung ermöglicht worden, systematische Sende- und Empfangsversuche im Gebiete der grösseren Schweizerstädte durchzuführen. Eine erste Versuchsreihe in Zürich ist bereits abgeschlossen. Gegenwärtig ist die Anlage in Genf im Betrieb.

Die vorliegenden Ausbreitungsmessungen, die in der Zeit vom 17. bis 22. Januar 1949 ausgeführt wurden, sollen einen Beitrag zu den vorerwähnten Studien bilden. Die Versuche werden fortgesetzt.

## I. VERTIKALE POLARISATION

### 1. Senderanordnung

Bei dem uns von der Firma Philips AG. in Zürich zur Verfügung gestellten frequenzmodulierten Ultrakurzwellensender handelt es sich um den Sendertyp FZ 115a der Philips AG. in Eindhoven (Holland). Es ist dies ein Sender, der aus einer Versuchsserie, die noch nicht vollständig durchentwickelt ist, stammt und dessen allgemeine Daten wie folgt charakterisiert werden können:

*Frequenzbereich:* 88...106 MHz (entsprechend den Wellenlängen 3,41...2,83 Meter). Die Betriebsfrequenz für die angestellten Versuche betrug 93,0 MHz (3,225 m).

*Modulationssystem:* Frequenzmodulation in der Treiberstufe.

*Frequenzstabilität:* Die Trägerfrequenz der Treiberstufe wird durch eine Quarzeinheit, die durch einen Thermostaten geregelt wird, stabilisiert. Der Frequenzverlauf, 15 Minuten nach Einschaltung des Senders, bei Raumtemperaturen zwischen  $+5^{\circ}$  und  $+30^{\circ}$  C und Netzspannungsschwankungen von maximal 5%, ist kleiner als  $\pm 2000$  Hz. Für 93 MHz Nennfrequenz entspricht dies einer Frequenzabweichung von kleiner als  $\pm 0,00215\%$ .

*Frequenzhub:* Die maximale Frequenzauslenkung (entsprechend einem Modulationsgrad von 100%) beträgt  $\pm 75$  kHz. Dieser Hub kann jedoch im Bedarfsfalle bis auf  $\pm 100$  kHz erweitert werden.

*Niederfrequente Durchlasscharakteristik:* Die Aenderung der Modulationstiefe gegenüber dem entsprechenden Wert bei 1000 Hz beträgt für einen Hub von 75 kHz und konstanter niederfrequenter Eingangsspannung im ganzen Bereich von 30 bis 15 000 Hz weniger als 2 db (ohne Frequenzanhebungsglied gemessen). Die Zeitkonstante des Frequenzanhebungsgliedes beträgt 75  $\mu$ sec.

*Verzerrungen:* Der totale Klirrfaktor für Frequenzen zwischen 30 und 15 000 Hz bei voller Aussteuerung ist kleiner als 1%.

*Ausgang:* Der Senderausgang ist vorgesehen für den Anschluss einer 600-Ohm-Feederleitung. Für die ausgeführten Versuche wurde jedoch am Ausgang ein Impedanztransformator eingeschaltet, da als Sendeantenne ein gewöhnlicher Vertikaldipol und als Hochfrequenzenergieleitung ein 25 m langes Koaxialkabel mit 70 Ohm Wellenwiderstand verwendet wurde.

*Ausgangsleistung:* Die Ausgangsleistung bei optimaler Ausnützung der Endröhren und bei optimaler Abstimmung des Senders beträgt 750 Watt, gemessen an den Eingangsklemmen der 600-Ohm-Feederleitung.

Die Versuche wurden jedoch mit einer Ausgangsleistung von ungefähr 300...400 Watt durchgeführt.

Figur 1 zeigt die Frontansicht des Versuchssenders, Figur 2 dessen Schaltschema.

*Sendeantenne:* Als Sendeantenne wurde ein *vertikaler Halbwellendipol* verwendet, der im Prinzip folgendermassen aufgebaut ist: Man denke sich den äusseren Leiter einer konzentrischen Hochfrequenzenergieleitung nach aussen umgestülpt und eine Viertelwellenlänge über sich selbst zurückgezogen. Der umgestülpte Teil bildet dann einen Zylinder mit ver-

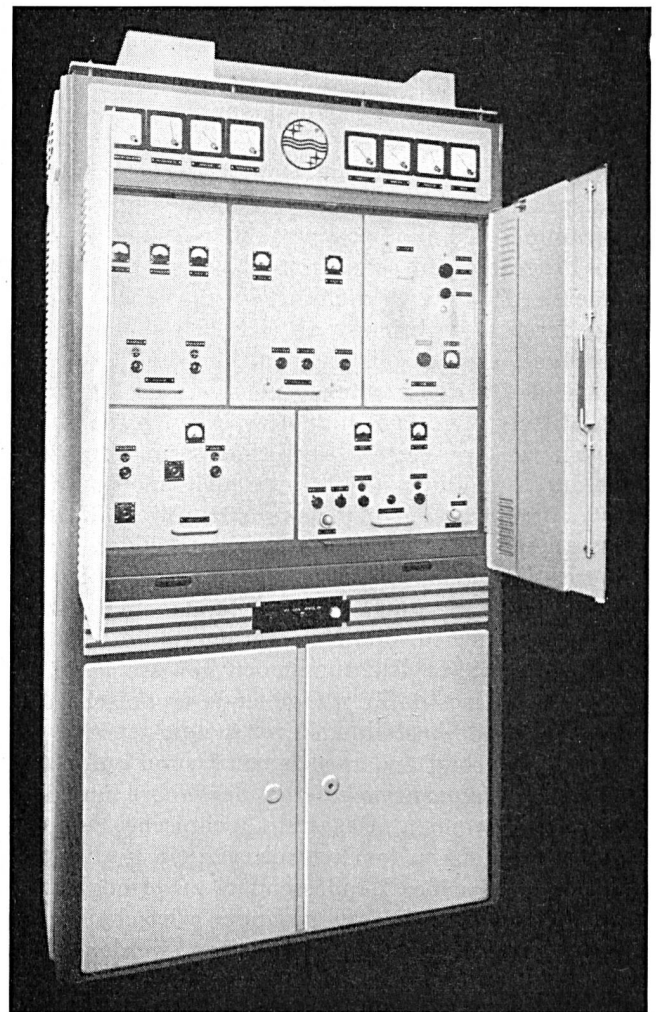
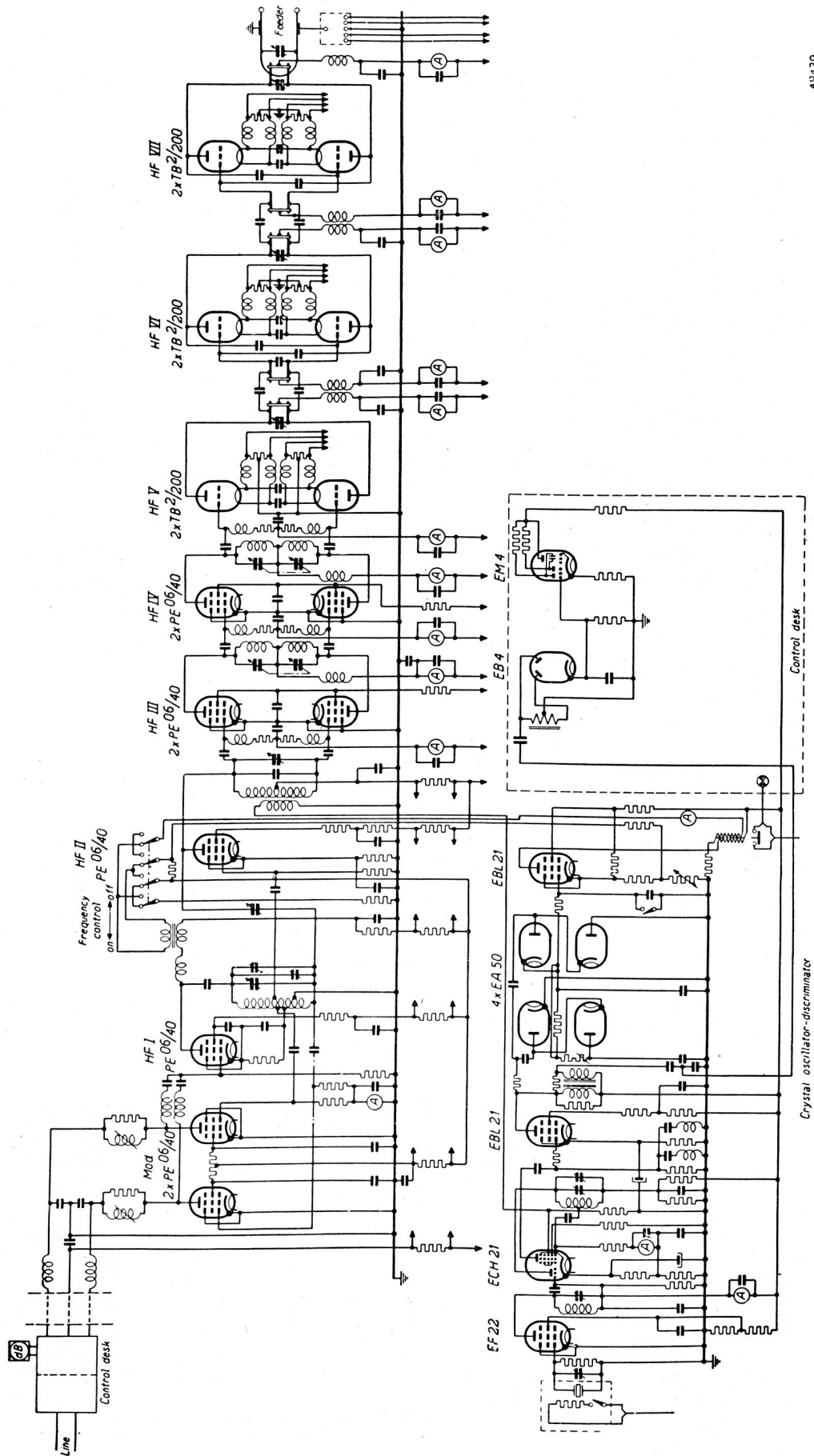


Fig. 1. Versuchs-FM-Sender Philips, Typ FZ 115a



49439

Fig. 2. Schaltschema des Versuchs-FM-Senders Philips, Typ FZ 115a



Fig. 3. Befestigung des vertikalen Sendedipols

hältnismässig grossem Durchmesser und einer Länge, die gleich einer Viertelwellenlänge ist. Dieser äussere Zylinder, zusammen mit dem auf eine Viertelwellenlänge herausgeführten Innenleiter der konzentrischen Energieleitung, bildet den vertikalen Halbwelldipol. Die Ausführung und die Befestigung des Sendedipols sind aus Figur 3 ersichtlich.

Als Hochfrequenzenergieleitung zwischen Sender und Antenne diente ein Koaxialkabel mit Trolitulperlenisolation. Die Kabellänge betrug 25 Meter.

*Senderstandort und Antennenanordnung:* Der Sender wurde im Turmzimmer des nördlichen, quadratischen Seitenturmes der Kathedrale St-Pierre, 36 Meter über Boden, untergebracht. Dies ermöglichte die Placierung des Sendedipols an einem die ganze Stadt und die nähere Umgebung beherrschenden Punkte. Aus praktischen Gründen wurde als Antennenstandort das nördliche Ecktürmchen des nördlichen, quadratischen Seitenturmes der Kathedrale gewählt (siehe Figuren 3 und 4). Das ergibt als Höhe des Dipolspisepunktes: über Boden 43 m, über Seespiegel 71,6 m und über Meer 447 m.

Die unmittelbare Umgebung des Sendedipols kann wie folgt beschrieben werden: Die Spitzen des eigentlichen Ecktürmchens werden vom Dipolspisepunkt um ungefähr 120 cm überragt. Mit Ausnahme eines

Winkelbereiches von rund 60 Grad gegen Süden sind die Strahlungsrichtungen überall frei. Die Schattenzone gegen Süden ist durch das den Dipol um ungefähr 4 Meter überragende, ziegelbedeckte Dach des quadratischen Seitenturmes sowie durch den mit Kupferplatten abgedeckten runden Hauptturm der Kathedrale bedingt, dessen Krone den Dipol um rund 15 Meter überragt (Fig. 4). Die horizontale Distanz bis zum Dach des quadratischen Seitenturmes in der Achse Dipol—Seitenturmsspitze (Achse 2) beträgt in der Höhe des Dipolspisepunktes etwa 5 Meter, während diejenige bis zum Hauptturm in der Achse Dipol—Hauptturm (Achse 1) rund 19 Meter beträgt.

## 2. Feldstärkemessgerät und Messmethode

Zur Bestimmung der Feldstärkenwerte diente das *Noise and Field Intensity Meter, Typ NMA-5*, der *Stoddart Aircraft Radio Company*, Hollywood. Es ist dies ein Gerät, das Störspannungen und Feldstärken im Frequenzbereich von 88 bis 400 MHz zu messen gestattet. Zur Messung der Trägerfeldstärke wurde folgende Methode angewendet:

Das hochfrequente Signal wird mit einem Dipol entsprechender Polarisierung aufgenommen. Die an den Dipolklemmen auftretende Spannung gelangt über



Fig. 4. Nördlicher quadratischer Seitenturm der Kathedrale St-Pierre. Rechts oben das nördliche Ecktürmchen mit dem Sendedipol

eine symmetrische Energieleitung zum Eingang des Feldstärkemessgerätes. Hier kann diese Spannung mit einem symmetrischen H-Netzwerk konstanter Impedanz auf 1,  $1/10$ ,  $1/100$ ,  $1/1000$  ihres Wertes abgeschwächt werden. Die Spannung am Ausgang des Abschwächers gelangt nun über eine symmetrische Leitung zum Hochfrequenzteil, wo sie verstärkt, selektiert und überlagert wird. Die Zwischenfrequenzspannung wird über ein koaxiales Kabel dem Zwischenfrequenzverstärker zugeführt und die verstärkte Spannung an einer Diode gleichgerichtet. Der Diodenausgang ist über ein RC-Netzwerk mit dem Röhrenvoltmeter eingang verbunden. Die am Röhrenvoltmeter angezeigte  $\mu\text{V}$ -Zahl entspricht dem Hochfrequenzspannungsbetrag über dem Eingang des symmetrischen Hochfrequenzkabels. Die Feldstärke in  $\mu\text{V}/\text{m}$  ist gleich der in der Antenne induzierten EMK, geteilt durch die effektive Höhe der Antenne. Diese induzierte Spannung kann aus dem in das symmetrische Hochfrequenzkabel eintretenden Strom bestimmt werden, indem die am Instrument angegebene  $\mu\text{V}$ -Zahl (diese entspricht ja der Spannung am Eingang des symmetrischen Kabels) durch die Eingangsimpedanz des Gerätes (100 Ohm) geteilt wird. Die in der Antenne induzierte Spannung ist dann gleich dem Produkt aus dem induzierten Strom und 172 Ohm (100 Ohm + 72 Ohm Impedanz der Halbwellenantenne). Die effektive Höhe einer Halbwellenantenne im freien Raume ist mit guter Annäherung 0,63 (Mittelwert einer Sinushalbwelle) mal die Antennenlänge in Metern.

Bezeichnet man mit

- F = Feldstärke in  $\mu\text{V}/\text{m}$   
 $E_A$  = in der Antenne induzierte Hochfrequenz-EMK  
 $Z_A$  = Impedanz des abgestimmten Dipols (72 Ohm)  
 $J_K$  = durch die Klemmenspannung  $U_K$  bedingter Hochfrequenzstrom in das symmetrische Eingangskabel  
 $U_K$  = Eingangsklemmenspannung am symmetrischen HF-Eingangskabel = Anzeigewert am Röhrenvoltmeter  $\times$  Abschwächerstellung  
 $Z_E$  = Eingangsimpedanz des Gerätes, gemessen an den Klemmen des Eingangs-Hochfrequenzkabels (100 Ohm),

so ist:

$$J_K = \frac{U_K}{Z_E}$$

$$E_A = J_K \cdot (Z_A + Z_E) = U_K \cdot \frac{Z_A + Z_E}{Z_A}$$

$$F = \frac{E_A}{h_{\text{eff}}} = \frac{E_A}{0,63 \cdot 0,945 \cdot \lambda/2} = U_K \cdot \frac{Z_A + Z_E}{0,63 \cdot 0,945 \cdot \lambda/2 \cdot Z_E}$$

$$F = U_K \cdot K_1$$

Für die Betriebsfrequenz 93 MHz (3,225 m) wird die Konstante  $K_1$ :

$$K_1 = \frac{72 + 100}{0,63 \cdot 0,945 \cdot 1,612 \cdot 100} = 1,79$$

Ein weiterer Korrekturfaktor ist durch die Frequenzabhängigkeit des Abschwächers bedingt. Aus Eichkurven ist dieser Korrekturfaktor  $K_2$  in Funktion der Frequenz und der Stellung des Abschwächers zu entnehmen. Für die Betriebsfrequenz 93 MHz ist:

Abschwächerstellung auf	1	: $K_2 = 2,05$
»	10	: $K_2 = 2,15$
»	100	: $K_2 = 2,1$
»	1000	: $K_2 = 1,9$

Die  $\mu\text{V}$ -Angaben auf dem Röhrenvoltmeter gelten nur für das symmetrische Eingangskabel von 1,8 m Länge. Um den Dipol frei bewegen, das heisst im Bereiche einiger Wellenlängen verschieben und ihn entfernt von reflektierenden Gegenständen aufstellen zu können, ist ein 8 m langes Hochfrequenzkabel vorgesehen, dessen Dämpfung aber bestimmt werden musste. Am Messpunkt (1) — völlig freie Sicht zum Sender — wurde mit dem kurzen Kabel ein Instrumentenausschlag von 8,5 und mit dem langen Kabel ein solcher von 7,0 festgestellt. Während dieses Versuches wurde der Dipol nicht verschoben; der Trägerwert blieb konstant. Dieser Versuch ergab den dritten Korrekturfaktor

$$K_3 = \frac{8,5}{7} = 1,213$$

Aus dem am Röhrenvoltmeter abgelesenen  $\mu\text{V}$ -Wert ergibt sich nun die Feldstärke am Ort des Dipols zu:

$$F_{\mu\text{V}/\text{m}} = \mu\text{V-Wert} \times \text{Abschwächerstellung} \times K$$

$$K = K_1 \times K_2 \times K_3$$

oder, ausgerechnet für die verschiedenen Abschwächerstellungen:

Abschwächer auf	1	: F = 4,46 $\times \mu\text{V}$ -Wert
»	10	: F = 46,7 $\times \mu\text{V}$ -Wert
»	100	: F = 456,0 $\times \mu\text{V}$ -Wert
»	1000	: F = 4130,0 $\times \mu\text{V}$ -Wert

#### Beschreibung des FM-Empfängers

Um an den verschiedenen Messpunkten sogleich auch die Empfangsqualität bestimmen zu können, wurde ein *Philips-FM-Versuchs-Empfänger, Typ FM 46*, verwendet. Unter Empfangsqualität sei hier nicht die Güte der Uebertragung, das heisst die Wiedergabetreue gemeint, sondern die Stör- und Verzerrungseigenschaften.

Der Frequenzbereich dieses FM-Empfängers ist 88...108 MHz. Er wurde von der Firma Philips eigens für Versuchszwecke entworfen. Die Bandbreite ist so gewählt, dass der normale Frequenzhub von  $\pm 75$  kHz bequem verarbeitet werden kann. Ein Abstimmanzeiger in Form eines magischen Auges erleichtert die exakte Einstellung des Trägers. Besondere Aufmerksamkeit wurde auf gute akustische Eigenschaften verwendet. Das Gerät besitzt zwei 10''-Lautsprecher. Die Niederfrequenzdurchlasskurve verläuft von 50 bis 15 000 Hz flach. Der Empfänger besitzt eine Hoch-

frequenzvorstufe und zwei Zwischenfrequenzstufen, die von einem zweistufigen Amplitudenbegrenzer gefolgt werden. Mit  $10 \mu\text{V}$  Eingangsspannung am Empfänger ist der Begrenzer ausgesteuert, das heisst, wirksam. Bei  $40 \dots 50 \mu\text{V}$  Eingangsspannung beträgt die Rauschunterdrückung ungefähr 60 db. Nach dem Diskriminator folgt ein zweistufiger, gegengekoppelter Niederfrequenzverstärker.

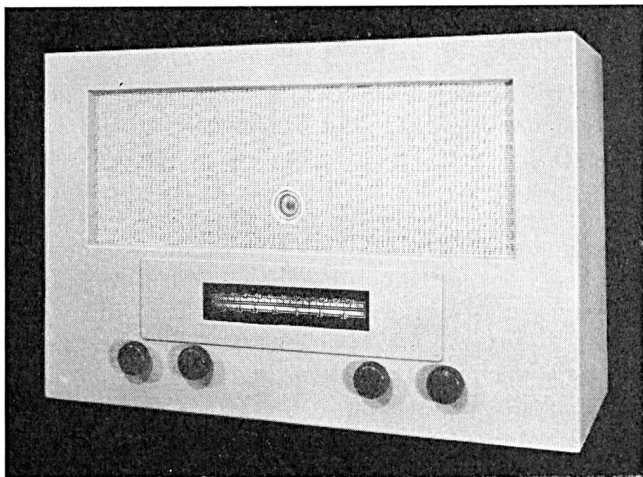


Fig. 5. Versuchs-FM-Empfänger Philips, Typ FM 46

Figur 5 zeigt die Frontansicht des FM-Versuchs-Empfängers; Figur 6 dessen Schaltschema.

Als Empfangsantenne für diesen Empfänger diente ein auf 93 MHz abgestimmter, gefalteter Vertikal-Dipol, der durch eine symmetrische Feederleitung mit dem Empfängereingang verbunden wurde.

### 3. Ausführung der Feldstärkemessungen und Empfangsbeobachtungen

Um bei diesen Messungen möglichst viele Messpunkte berücksichtigen zu können, wurde die ganze Messapparatur in einem Auto untergebracht. Ein Akkumulator mit dazugehörigem Einanker-Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer lieferte die Speisung für das Feldstärkemessgerät und den FM-Empfänger. Der für die Feldstärkemessungen verwendete Vertikal-Dipol wurde durch ein abgeschirmtes symmetrisches Hochfrequenzkabel von 8 m Länge mit dem Messgerät im Wagen verbunden. Mit Hilfe eines Ständers wurde die Stellung des Dipols und der für alle Messungen gleichbleibende Abstand des Dipol-speisepunktes vom Erdboden (2,54 m) gewährleistet.

Die Messungen für jeden Messpunkt wurden wie folgt ausgeführt:

Als erstes wurde als Messpunkt ein möglichst allseitig freistehender Ort ausgewählt. Dann wurde der Messdipol mit dem Empfänger verbunden und ersterer möglichst weit vom Wagen (maximal 8 m) aufgestellt. Nach erfolgter Empfängerabstimmung wurde der Ausschlag am Instrument notiert, der Dipolstandort etwas verschoben und der neue Ausschlag ebenfalls

notiert. So wurden auf einer Bodenfläche von etwa 15 bis 30 m<sup>2</sup> für jeden Messpunkt 6 bis 12 verschiedene Einzelmessungen für Dipolstandorte ausgeführt und daraus der Mittelwert genommen. Sämtliche Messungen erfolgten mit vertikaler Stellung des Empfangsdipols.

Die qualitative Empfangsbeobachtung wurde mit dem Philips-FM-Empfänger durchgeführt. Mit einem gefalteten Vertikal-Dipol in ungefähr 2,5 Meter Höhe über Boden wurde der günstigste Standort des betreffenden Messpunktes gesucht und dann der Empfang für diesen Punkt bewertet. Die Beobachtungsdauer erstreckte sich jeweils auf 1 bis 2 Minuten. Die Empfangsbeurteilung erfolgte lediglich nach den Gesichtspunkten der Stör- und Verzerrungsfreiheit, wobei für die Verzerrungen abzuschätzen war, ob sie von unerwünschten Reflexionen oder von den Übertragungsmitteln herrührten. Für jeden Messpunkt konnte festgestellt werden, dass optimaler Empfang bei vertikaler Stellung des Dipols erreicht wurde und der Minimalwert in der Horizontalstellung lag.

### 4. Mess- und Beobachtungsergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Mess- und Beobachtungsergebnisse zusammengestellt. Die einzelnen Kolonnen haben dabei folgende Bedeutung:

*Messpunkte:* Die Numerierung der Messpunkte stimmt mit derjenigen der Karte überein.

*Ort:* Die Ortsbezeichnungen sind dem topographischen Atlas der Schweiz, Kanton Genf 1 : 25 000, entnommen.

*Ortsbeschreibung:* Hier finden sich Angaben, ob zum Sendedipol ganz freie Sicht, schleifende Sicht = die Sichtlinie tangiert den Erdboden, verdeckte Sicht = die Sicht ist durch Waldparzellen, Häuser usw. verdeckt, oder keine direkte Sicht = der Sendedipol ist hinter Bodenerhebungen verborgen, vorhanden ist. Die Sichtangabe bezieht sich auf eine Höhe des Empfangsdipols (Speisepunkt) von 2,54 Meter über Erdboden. Die nähere Umgebung des Empfangsortes wird kurz charakterisiert; dabei beziehen sich Angaben wie: Vordergrund, Hintergrund, links, rechts usw. immer auf die Richtung zum Sendedipol hin.

*Höhe des Erdbodens:* Die Höhe des Empfangsortes (Erdboden) in Meter über Meer wurde für alle Punkte dem topographischen Atlas 1 : 25 000 entnommen.

*Distanz:* Gemeint ist die horizontale Distanz Sendedipol—Empfangsdipol, wie sie aus der Karte entnommen werden kann.

*Feldstärke:* Gemeint ist die Empfangsfeldstärke in 2,54 Meter über Erdboden, gemessen mit einem vertikalen Dipol. Es ist dies der Mittelwert aus 6...12 Einzelmessungen auf einer Bodenfläche von ungefähr 15...30 m<sup>2</sup>.

*Schwankungsverhältnis:* Verhältnis zwischen dem grössten und kleinsten Feldstärkewert, der bei Verschiebung des Empfangsdipols in der näheren Umgebung des Empfangsortes beobachtet wurde.

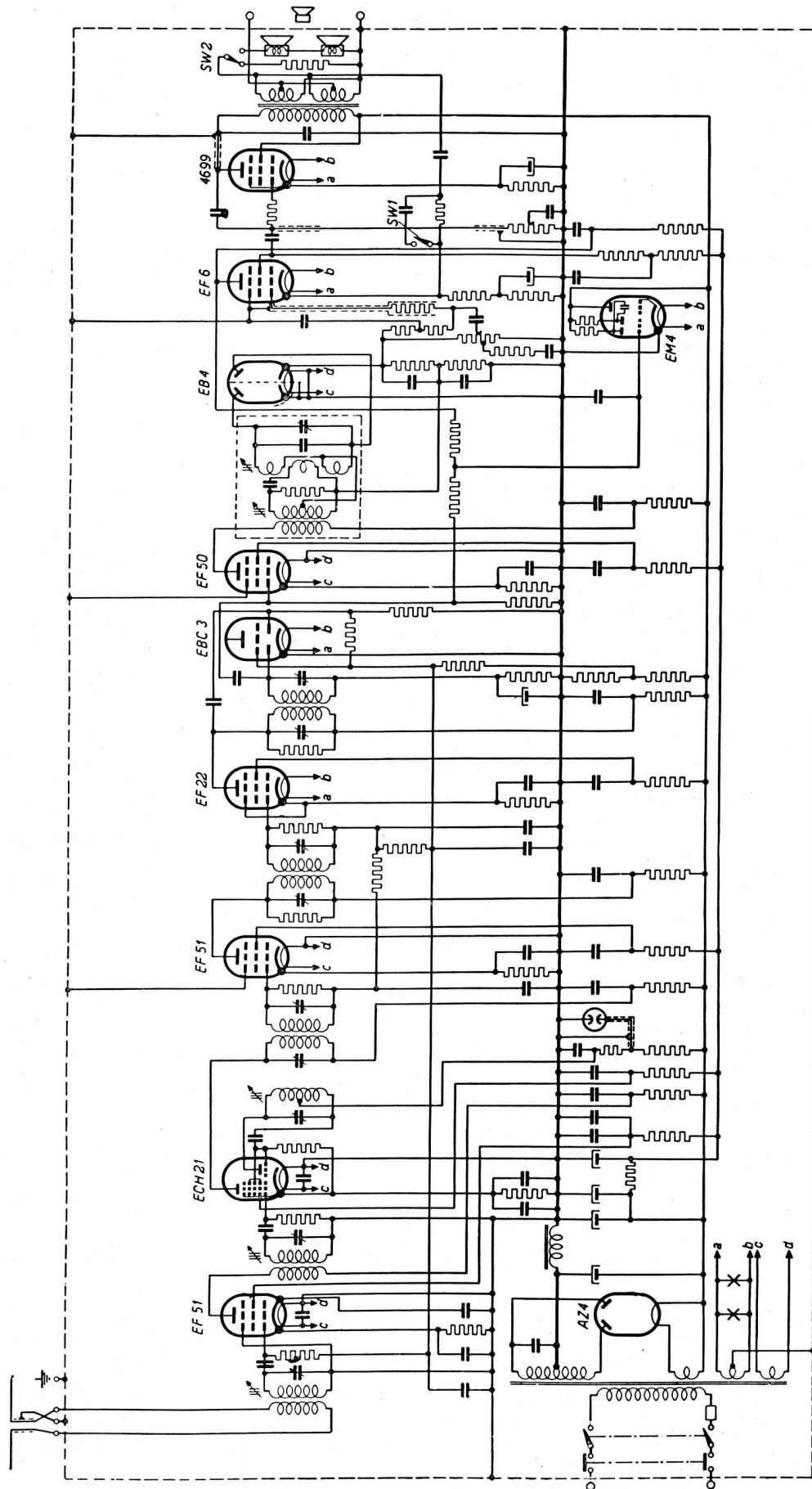


Fig. 6. Schaltschema des Versuchs-FM-Empfängers Philips, Typ FM 46



*Empfangsbeobachtungen:* Beobachtungen über Störungen oder Verzerrungen am entsprechenden Messpunkt. Empfangsdipol: vertikaler, gefalteter Dipol in etwa 2,5 Meter über dem Boden. Der Dipol wurde

jeweils so verschoben, dass für den betreffenden Empfangsort optimaler Empfang erreicht wurde. Beobachtungsdauer jeweils ungefähr 1 bis 2 Minuten.

Tabelle I

Messpunkt	Ort	Ortsbeschreibung	M. ü. M.	Distanz km	Feld mV/m	Schwankung	Empfangsbeobachtungen
1	Les Pâquis Genève	Sichtverbindung. Auf Quai, direkt am See. Im Vordergrund, in etwa 20 m Entfernung, eisernes Geländer. Hintergrund frei auf den See hinaus.	378	1,12	31,45	2,17	Empfang sehr gut, ohne die geringste Störung, obschon in ungefähr 15 m Entfernung reger Automobilverkehr.
2	Quai Gustav Ador, Nr. 46, Genève	Sichtverbindung. Vorder- und Hintergrund frei. In etwa 15 m Entfernung ziemlich belebte Strasse.	377,2	1,22	32,9	1,375	Empfang sehr gut, ohne die geringste Störung.
3	Montchoisy Av. Et.-Hentsch Genève	Sichtverbindung. Auf dem Flachdach in der 7. Etage. Wäscheaufhängevorrichtungen und diverse Langdrahtantennen	392	1,3	45,6	3,33	—
4	Lido, Genève	Sichtverbindung. Leicht behindert durch einige kleine, unbelaubte Bäume; Hintergrund: Abhang von Coligny.	378	2,25	7,1	3,75	—
5	Quai unterhalb Bessinge	Sichtverbindung über den See. Links der steile Abhang von Bessinge.	377,4	3,85	4,55	2,62	—
6	Haut Ruth	Schleifende Sichtlinie. Standort an ziemlich steilem Abhang, sonst frei.	442	4,75	3,15	2,17	Empfang sehr gut, ohne Störung.
7	Bessinge	Sichtverbindung. Im Hintergrund und links kleine unbelaubte Waldparzelle.	492	4,0	6,24	8,25	Empfang gut, mit zeitweiligen leichten Verzerrungen (eventuell von der Schallplatte?)
8	St-Maurice	Keine direkte Sicht, jedoch schleifende Sichtlinie. Sicht durch die flache Anhöhe von Bessinge verdeckt. Standort auf völlig freiem Feld.	440	7,6	0,55	2,0	Verzerrungen
9	Sous Caran	Sichtverbindung. In den See vorspringende Landzunge. Vorder- und Hintergrund einige unbelaubte Baumgruppen und Büsche.	377	5,92	1,59	4,06	Empfang sehr gut
10	Vandœuvres Lavagny	Keine direkte Sicht. Im Vordergrund, in ungefähr 10 m, Pappelreihe; linkseinzeln Haus. Hintergrund frei.	455	4,95	0,41	2,8	Störungen. Je nach Antennenstellung sehr starke Fadingerscheinungen. Telegraphiesender hörbar
11	Corsinge/Com- pois	Keine direkte Sicht. Standort auf völlig freiem Feld.	432	7,65	0,25	2,33	Empfang schlecht, Störungen
12	Château du Crest	Keine direkte Sicht. Standort auf kleinem Hügel. Im Vordergrund freier Ausblick auf die Senke von Chevrier-Choulex. Hintergrund in etwa 20...30 m die Gebäude des Château.	475	9,15	0,81	3,33	Empfang sehr gut, ohne Störungen
13	Monniaz	Keine direkte Sicht. Standort freies Feld. Vordergrund, in ungefähr 50 m Abstand, Hochspannungsleitung.	519	13,1	0,29	6,5	Zeitweilig sehr starke Verzerrungen und Fadingerscheinungen, je nach Stellung des Dipols
14	Presinge	Sichtverbindung, leicht verdeckt durch kleine Waldparzelle; Standort sonst frei.	456	8,3	0,46	3,0	Empfang sehr gut, ohne Störungen und Verzerrungen
15	Puplinge/Mon Idée	Schleifende Sichtlinie. Standort auf freiem Feld. Hintergrund, in etwa 20...30 m, einzelne unbelaubte Bäume und eine Telefonfreileitung.	434	5,45	0,54	3,4	Empfang gut
16	La Gradelle	Schleifende Sichtlinie. Standort frei; Vordergrund, in ungefähr 30 m Abstand, Baumgruppe und einzelne Häuser.	431	3,25	1,89	1,67	Empfang sehr gut
17	Chapeau Genève	Schleifende Sichtlinie. Vordergrund, in etwa 5...10 m Abstand, kleines, unbelaubtes Wäldchen. In der Umgebung vereinzelte Häuser.	423	2,35	0,94	2,29	Empfang sehr gut
18	Fossard	Keine direkte Sicht. Im Vordergrund, in ungefähr 10...20 m Abstand, vereinzelte Baumgruppen. Hintergrund frei.	404	3,9	0,51	2,8	Empfang sehr gut
19	Veyrier Les Paris	Keine direkte Sicht; jedoch schleifende Sichtlinie. Standort auf völlig freiem Feld.	425	4,8	0,25	6,5	Empfang sehr gut
20	Marsillon	Schleifende Sichtlinie. Hintergrund, in ungefähr 5...10 m Entfernung, kleine Pappelgruppe. Vordergrund freies Feld.	424,3	3,8	0,64	2,0	Empfang gut

Messpunkt	Ort	Ortsbeschreibung	M. ü. M.	Distanz km	Feld mV/m	Schwankung	Empfangsbeobachtungen
21	Plan les Ouates Pesay	Sichtverbindung. Vordergrund frei; Hintergrund Buschwerk und kleines Haus.	410	3,4	1,52	2,5	Empfang gut
22	Landecy	Sichtverbindung, Standort auf freiem Feld	478,4	6,1	0,48	5,14	Empfang sehr gut. Je nach Stellung des Dipols innerhalb 2...3 m starke Verzerrungen
23	Bardonnex	Schleifende Sichtlinie. Standort auf freiem Feld.	465	6,7	1,10	2,46	Empfang sehr gut
24	Marais/Blanchot	Sichtverbindung. Standort auf völlig freiem Feld.	405	4,95	2,28	1,22	Empfang sehr gut
25	Petit Lancy	Keine direkte Sicht. Vordergrund, in etwa 100...200 m, vereinzelte Häuser. Hintergrund frei.	420	3,05	2,53	1,84	Empfang sehr gut
26	Plainpalais	Freier Platz inmitten 5...6stöckiger Häuser; ohne direkte Sicht.	379	0,85	14,0	3,57	Empfang sehr gut, ohne Störungen, obgleich äusserst reger Tram- und Autoverkehr in 10...20 m Entfernung. Laufender Automotor in 1 m Distanz von der Antenne erzeugt noch keine merklichen Störungen
27	Sur Bovand	Sichtverbindung. Standort auf einem Hügel. Vordergrund, in ungefähr 10 m, kleine Baumgruppe, sonst frei; Hintergrund Erdwall (Wasserreservoir?) und einige Bäume	509	8,1	2,39	2,53	Empfang sehr gut
28	Laconnex	Keine direkte Sicht. Standort in ganz freiem Feld. Hintergrund flacher Hügel	440	10,4	0,22	8,0	Empfang schlecht. Störungen und Verzerrungen
29	Chancy	Keine direkte Sicht. Vordergrund freies Feld und Hügel. Hintergrund, in 20 m Entfernung, kleine Waldparzelle.	364	14,4	0,19	3,5	Empfang verhältnismässig gut!!! Träger stabil
30	Avully/Trois Noyers	Keine direkte Sicht. Standort freies Feld	430	11,7	0,26	2,25	Empfang sehr gut, ohne Störungen
31	La Plaine/Grenette	Keine direkte Sicht. Standort im Rhoneinschnitt in freiem Feld. Nächstes Haus in etwa 150 m Entfernung	359	11,9	0,17	4,0	Empfang sehr gut und ohne Störungen, obschon der Träger ziemlich schwankt
32	Russin/Serve	Sichtverbindung, Standort freies Feld	425	10,3	0,91	1,71	Empfang sehr gut
33	Aire-la-Ville	Keine direkte Sicht. Standort freies Feld, vorn kleiner Hügel	385	8,05	0,34	2,5	Empfang verhältnismässig gut; zeitweise Verzerrungen, keine Störungen
34	Chouilly/Glaiset	Sichtverbindung. Hintergrund, in ungefähr 10 m Entfernung, Wasserturm.	508	9,8	0,82	2,6	Empfang gut; zeitweise leichte Verzerrungen
35	Montfleury	Keine direkte Sicht. Standort in freiem Feld. Im Hintergrund kleiner Hügel.	429	6,9	0,32	1,6	Empfang schlecht; Verzerrungen; zeitweise Störungen
36	Aire	Schleifende Sichtlinie über Häusergruppe und Wäldchen. Links, in etwa 300 m Entfernung, Gaskessel. Hintergrund einzelne Häuser.	423	3,4	3,9	1,43	Empfang sehr gut
37	Renard/Cointrin	Keine freie Sicht. Vordergrund Flugplatz. Hintergrund vereinzelte Häuser und Scheunen.	429	5,9	0,4	2,75	Empfang gut; leichte Störungen
38	Grd.-Saconnex/Champs de la Croix	Keine direkte Sicht. Im Umkreis von ungefähr 50 m einzelne unbelaubte Bäume	461	3,7	1,55	3,0	Empfang sehr gut
39	Pregny/Grand Pré	Keine direkte Sicht. Im Vordergrund, in etwa 400 m Entfernung, kleine Waldparzelle. Hintergrund einzelne Bäume, sonst frei.	460	4,25	1,14	3,13	Empfang sehr gut
40	Crest d'El	Keine direkte Sicht. Standort in freiem Feld.	427	7,6	0,54	2,0	Empfang gut, keine Störungen. Leichte Fadingerscheinungen
41	Chavannes des Bois/Champs de Toulouse	Keine direkte Sicht. Standort auf freier weiter Ebene.	474	13,05	0,33	2,0	Empfang gut, zeitweilige, leichte Verzerrungen
42		I Kontrollpunkt	—	—	27,8	3,2	—
43	Creux de Genthod	Sichtverbindung über den See. Hintergrund, links und rechts, einige unbelaubte Bäume.	377,5	7,05	0,64	1,8	Empfang gut

Messpunkt	Ort	Ortsbeschreibung	M. ü. M.	Distanz km	Feld mV/m	Schwankung	Empfangsbeobachtungen
44	Nyon/Château	Sichtverbindung über den See. Standort: Terrasse des Château. Hintergrund, in etwa 50 m Entfernung, Häusergruppe und Bäume	404	21,15	0,63	2,35	Empfang gut (1000 Hz Ton); zeitweilige leichte Störungen
45	Rolle/Perroy	Direkte Sicht über den See. Standort direkt am Quai. Hintergrund kleine Baumgruppe.	377,03	33,0	0,13	3,06	Empfang verhältnismässig gut (200...6000 Hz Ton); leichte Störungen
46	Morges Préverenges	Keine direkte Sicht. Standort direkt am See; rechts und links Pappeln. Sicht verdeckt durch Anhöhen von Yvoie und Collangette.	379	45,4	0,04	2,8	Empfang verhältnismässig gut, ohne nennenswerte Störungen. Verzerrung entsprechend den Fadingerscheinungen
47	Ouchy	Keine direkte Sicht. Standort am Quai; Hintergrund Bäume und Häuser. Sicht verdeckt durch die Anhöhen bei Meinier.	380	49,9	0,025	2,33	Empfang schlecht; Empfängerrauschen stark hörbar. Verzerrungen
48	Lausanne/ Sauvablin	Sichtverbindung. Standort auf einer weiten Geländeterrasse; Hintergrund Bäume und Haus.	ca. 630	52,8	0,20	4,23	Empfang leidlich; zeitweise Verzerrungen, besonders bei Fortstellen. Keine Störungen
49	Chalet à Gobet	Keine direkte Sicht; nächste Umgebung frei. Abschirmung durch die Höhen von Epalinges.	873	57,6	0,02	2,75	—

#### Bemerkungen zu der Karte (Fig. 7)

Um einen besseren Ueberblick über die Messresultate zu erhalten, wurden dieselben in die Karte Genf 1 : 100 000 eingetragen. Die Messpunkte wurden durch ein kleines Kreischen markiert und unmittelbar darunter die Feldstärke in mV/m angegeben. Die Zahl im grossen Kreis bedeutet jeweils die Nummer des Messpunktes. Um den Senderstandort als Zentrum sind die Kilometerdistanzkreise eingezeichnet. Die durch den Sendestandort gehenden gestrichelten und strichpunktierten Geraden entsprechen den Achsen Sendedipol—Hauptturm der Kathedrale (Achse 1) bzw. Sendedipol—Seitenturm Spitze der Kathedrale (Achse 2; siehe Abschnitt 4). Die schraffierten Flächen bedeuten Gegenden, die in 2,54 Meter über Boden keine freie Sicht zum Sendedipol (447 m ü. M.) aufweisen, wobei als Sichtbehinderung jedoch lediglich Bodenerhebungen in Frage kommen; die durch den Haupt- und Seitenturm der Kathedrale bedingte Schattenwirkung gegen Süden ist dabei nicht berücksichtigt.

Auf Grund der eingezeichneten Feldstärkewerte wurde versucht, eine 1-mV/m- bzw. 0,5-mV/m-Grenze anzugeben. Dies kann jedoch nur als grobe Annäherung gelten.

Am rechten Kartenrand sind noch die Richtungen vom Sendedipol zu den Empfangspunkten, die nicht mehr auf der Karte sind, angegeben.

#### Bemerkungen zu den Mess- und Beobachtungsergebnissen

Die gemachten Messungen und Beobachtungen zeigen folgendes:

An Punkten mit direkter Sicht zum Sendedipol ist der Empfang praktisch überall sehr gut, und zwar bis auf Feldstärken von einigen hundert  $\mu\text{V}/\text{m}$  hinunter.

An Punkten ohne direkte Sicht machten sich zum

Teil schon bei Feldstärken von 400...600  $\mu\text{V}/\text{m}$  Verzerrungen und Störungen unangenehm bemerkbar. Hier gibt es jedoch Ausnahmen, so zum Beispiel die Messpunkte 29 und 31, wo bei Feldstärken von 190  $\mu\text{V}/\text{m}$  bzw. 170  $\mu\text{V}/\text{m}$  der Empfang noch als gut zu bezeichnen war. Interessant in dieser Hinsicht ist namentlich der Punkt 31 (La Plaine/Grenette), wo in dem tiefen Rhoneeinschnitt, bei einem Feldstärkewert von nur 170  $\mu\text{V}/\text{m}$ , ein ausgezeichnete Empfang beobachtet werden konnte.

Ausgesprochene Störungen machten sich nur bei extrem tiefen Feldstärkewerten bemerkbar. Ein gutes Beispiel für die geringe Störanfälligkeit gibt der Messpunkt 26, wo inmitten von fünf- bis sechsstöckigen Häusern und in unmittelbarer Nähe des dichtesten Tram- und Autoverkehrs bei 14 mV/m Feldstärke nicht die geringste Störung festzustellen war. Sogar als die Empfangsantenne in nur ungefähr 1 m Distanz von einem laufenden Automotor entfernt aufgestellt wurde, war keine Störung zu bemerken.

Den Einfluss der Höhe der Empfangsantenne über dem Boden zeigten die Punkte 2 und 3. Bei Punkt 2 wurde die Feldstärke in 2,54 m über dem Boden bei direkter Sicht zum Sender zu 32,9 mV/m gemessen. Ungefähr 500 m daneben, in annähernd gleicher Entfernung von der Sendeantenne, wurde auf dem Dache eines sechsstöckigen Hauses die Feldstärke 45,6 mV/m ermittelt.

Dass mit der verhältnismässig geringen Leistung von 300...400 Watt und einer Trägerfrequenz von 93 MHz bei direkter Sicht noch ganz erhebliche Entfernungen zu überbrücken sind, zeigt der Punkt 48, wo oberhalb Lausanne (Sauvablin; Distanz 52,8 km) ein Feld von 200  $\mu\text{V}/\text{m}$  mit ganz leidlichem Empfang festgestellt wurde. Unten am See, bei Ouchy (keine direkte Sicht), war das Feld dagegen nur noch 25  $\mu\text{V}/\text{m}$ .

## II. HORIZONTALE POLARISATION

Die mit vertikaler Polarisation gemachten Erfahrungen gaben Anlass zur Sammlung von Betriebsergebnissen mit horizontaler Polarisation. Dabei handelte es sich nicht in erster Linie darum, Untersuchungen über die Vor- und Nachteile der beiden Polarisationsarten anzustellen — Messungen der

Forschungs- und Versuchsanstalt der Generaldirektion PTT<sup>2)</sup> sowie Berichte ausländischer Verwaltungen weisen auf eine deutliche Ueberlegenheit der horizontalen Polarisation hin —, sondern Betriebserfahrungen mit einem ganz bestimmten horizontal

<sup>2)</sup> W. Klein und J. Dufour. Rundspruchversuche mit frequenzmodulierten Ultrakurzwellen. Techn. Mitt. PTT 1948, Nr. 1, S. 1.

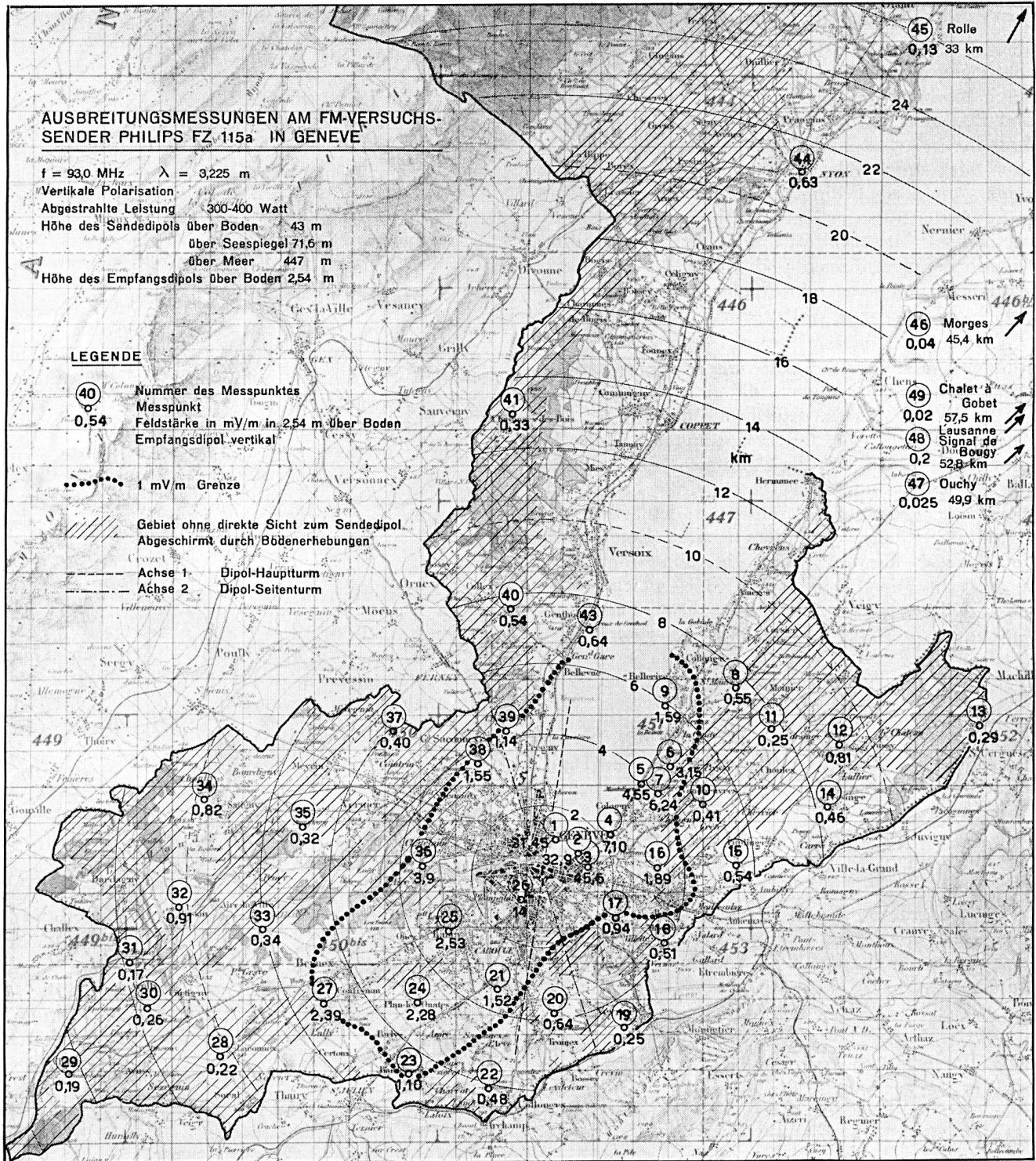


Fig. 7. Feldstärkeplan für vertikale Halbwellen-Sendeantenne

polarisierten Antennentyp zu erhalten, wobei selbstverständlich gleichzeitig einem Vergleich der beiden Polarisationsarten nichts im Wege stand.

In der ersten Augustwoche 1949 wurden die erwähnten Ausbreitungsmessungen und -beobachtungen an dem nun mit horizontaler Polarisation arbeitenden FM-Versuchsrundfunksender auf dem Turm der Kathedrale St-Pierre in Genf vorgenommen. Dabei blieben nach Möglichkeit sämtliche Betriebs- und Messbedingungen dieselben, selbstverständlich mit Ausnahme des Antennensystems. Sämtliche Messungen erfolgten genau an den schon für die Beobachtungen des vertikal polarisierten Feldes verwendeten Messpunkten, und zwar mit derselben Mess- und Beobachtungsapparatur. Die darüber im ersten Teil dieser Arbeit gemachten Angaben gelten also auch hier unverändert. Verschieden waren naturgemäß die saisonbedingten Temperatur- und Vegetationsverhältnisse, erfolgten doch die Messungen mit vertikaler Polarisation Mitte Januar 1949, allerdings bei schneefreiem Boden und mässiger Temperatur, während die Messungen im August 1949 bei sehr heissem und trockenem Wetter vorgenommen wurden.

Auch leistungsmässig war es, abgesehen von der Bündelung der Strahlungsleistung in der Horizontalebene, leider nicht möglich, die genau gleichen Verhältnisse zu realisieren. Gleichwohl dürfte die an die Antenne abgegebene Leistung annähernd dieselbe gewesen sein. Da sich der Antennenstrom während der Messungen änderte, waren für einige Messpunkte die genauen Antennenströme und demgemäss die abgestrahlten Leistungen nicht bekannt. Eine Wiederholung dieser Messungen kam aber leider nicht mehr in Betracht. Die Messreihe gibt jedoch gleichwohl ein gutes Bild der mit dem neuen horizontal polarisierten Antennentyp erreichbaren Feldstärkeverhältnisse.

### 1. Die horizontal polarisierte Sendeantenne (Turnstile-Antenne)

Sie besteht aus drei übereinanderliegenden Kreuzdipolen. Der Abstand zwischen den einzelnen Dipolebenen beträgt eine halbe Wellenlänge. Die beiden, einen Kreuzdipol bildenden Dipole jeder Dipolebene und die verschiedenen Dipolgruppen werden durch verschieden lange Leitungsstücke phasenrichtig gespeisen.

Während die horizontale Strahlungscharakteristik annähernd kreisförmig ist, weist das vertikale Strahlungsdiagramm in der Horizontalebene ein starkes Maximum auf (Fig. 8).

Wie die Verteilung der Vertikal- und Horizontalkomponente der Feldstärke in einer vertikalen Mittelenebene der Strahlerebenen zeigt (Fig. 9), wird ein erheblicher Teil der Leistung als vertikalpolarisiertes Feld hauptsächlich gegen oben ausgestrahlt und ist daher für den Empfang verloren.

Figur 10 zeigt die Antenne an ihrem Standort auf der Kathedrale St-Pierre.

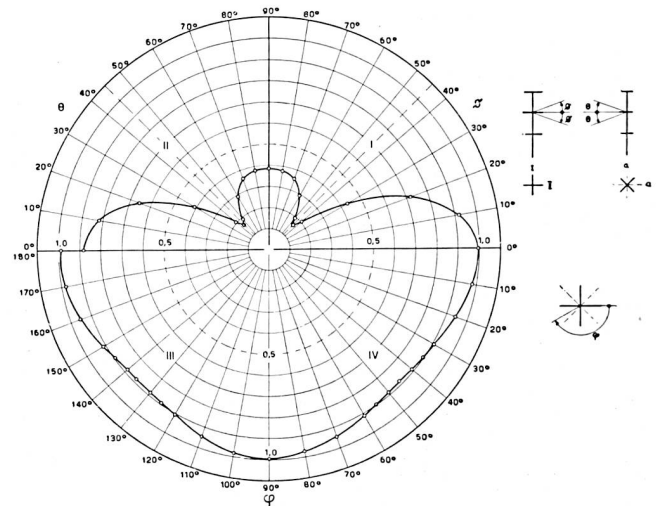


Fig. 8.

Theoretisches Strahlungsdiagramm einer Turnstile-Antenne  
 1. Quadrant = Relative Feldstärke in Vertikal-Ebene I od. II  
 2. Quadrant = Relative Feldstärke in Vertikal-Ebene a  
 3. u. 4. Quadrant = Relative Feldstärke in Horizontal-Ebene

Als Antennenspeiseleitung diente eine 600-Ohm-Feederleitung, so dass auf den in Teil I erwähnten Impedanztransformator am Senderausgang verzichtet werden konnte. Die Dämpfung dieser Leitung ist sehr klein, beträgt sie doch für 100 MHz nur etwa 2 db je 100 m Leitungslänge. Für die 10 m lange Feederleitung entspricht dies einer Dämpfung von ungefähr 0,2 db, also einem Leitungswirkungsgrad von rund 95%.

### 2. Mess- und Beobachtungsergebnisse

Tabelle II enthält die erzielten Mess- und Beobachtungsergebnisse sowie approximative Vergleichszahlen zwischen den gemessenen Feldstärken horizontaler und vertikaler Polarisation.

Die einzelnen Kolonnen haben dabei folgende Bedeutung:

*Messpunkt:* Die Messpunkte sind dieselben wie in Tabelle I und Fig. 7 für die vertikale Polarisation.

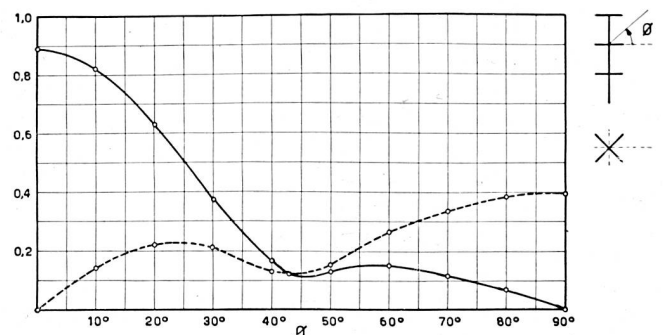


Fig. 9. Turnstile-Antenne.

Horizontal- und vertikalpolarisierte Komponenten der Feldstärke in einer vertikalen Mittel-Ebene der Strahler-Ebenen

Tabelle II

Messpunkt	Feldstärke mV/m	Schwankung	$E_{\text{Horizontal}}$ / $E_{\text{Vertikal}}$		Bemerkungen	Messpunkt	Feldstärke mV/m	Schwankung	$E_{\text{Horizontal}}$ / $E_{\text{Vertikal}}$		Bemerkungen
			$E_{\text{Horizontal}}$	$E_{\text{Vertikal}}$					$E_{\text{Horizontal}}$	$E_{\text{Vertikal}}$	
1	100	1,56	3,6			27	8,1	1,84	3,39	Störungen	
2	101	1,52	3,1			28	0,42	2	1,91	schlecht	
3						29	0,13	3,34	0,67		
4	65,2	1,73	9,2			30	0,42	1,5	1,6	Störungen	
5	9,9	2,5	2,17			31	0,29	4	1,7	leidlich	
6	12	1,75	3,8			32	1,3	1,32	1,43		
7	15,8	6,2	2,53			33	0,18*	1,67	0,54		
8	1,57	1,42	2,85		Auto-Störungen aus ungef. 30m Entfernung	34	0,9*	2,9	0,9		
9	4,6	2,36	2,9			35	0,25*	1,5	0,78		
10	1,45	1,76	3,54			36	3,9*	3,1	1		
11	0,495	2,33	1,98			37	0,18*	1,67	0,44	Störungen	
12	3,36	2,22	4,15			38	0,52*	1,5	0,34	gut	
13	1,58	1,87	5,45		Störungen von Umformer	39	0,31*	1,42	0,27	gut	
14	3,2	1,35	6,95			40	0,1*	2,5	0,18	gut	
15	2,45	1,23	4,55			41	0,15*	1,25	0,45	gut	
16	5,95	1,55	3,15			42	100	1,56	3,6		
17	8,8	2,9	9,4			43	1,6	2,5	2,5		
18	2,75	1,4	5,4			44	1,03	1,7	1,64	starke Feldschwankungen	
19	0,63	1,5	2			45	0,13	2,15	0,97	Max. 90° gedreht, Störung.	
20	0,33	1,33	0,52		Polarisation ungefähr 45°; Störungen	45	0,25	1,6	2,3	einige Meter weiter, Max. 45° links	
21	3,56	2,22	2,35			46	0,038	2,5	0,94	starke Störungen, unverständlich	
22	1,5	3	3,2			47	0,017	10	0,64	schlecht	
23	2,35	1,62	2,24			48	0,625	4,15	1,06	gut	
24	3,56	1,29	1,56			49	0,083	4	4,15	gut, Auto in 10 m Entfernung keine Störungen	
25	3*	3	1,18		keine Modulation						
26	46,7	2,5	3,34								

\*) Siehe unter Feldstärke

Die Numerierung stimmt überein. Sämtliche Angaben in Teil I, Abschnitt 4, über Ortsbezeichnung, Ortsbeschreibung, Höhe, Distanz usw. gelten sinngemäss auch hier.

**Feldstärke:** Siehe Bemerkungen zu Tabelle I (Teil I, Abschnitt 4). Werte mit einem \* bedeuten, dass die Grösse des Antennenstromes und damit der abgestrahlten Leistung im Augenblick der Messung nicht bekannt ist. Es besteht die Möglichkeit, dass dieser zeitweise von 5 Amp. auf nur 0,5 Amp. gefallen ist. Dies könnte besonders für die Punkte 37 bis 41 der Fall sein, wobei dann die Feldstärken und die Verhältnisse  $E_{\text{Horizontal}} / E_{\text{Vertikal}}$  mit dem Faktor 10 zu multiplizieren wären!

**Schwankung:** Siehe Bemerkung zu Tabelle I in Teil I, Abschnitt 4. Für gewisse Messpunkte ist dieser Wert ziemlich approximativ, da die Feldschwankungen von Ort zu Ort ziemlich gross waren.

**$E_{\text{Horizontal}} / E_{\text{Vertikal}}$ :** Verhältnis der Feldstärke horizontaler Polarisation zur Feldstärke vertikaler Polarisation, letztere gemessen im Januar 1949. Diese Werte sollten noch im Verhältnis 5 : 4,7 reduziert werden, da die Antennenstromanzeige bei horizontaler Polarisation 5 Ampere, bei vertikaler Pola-

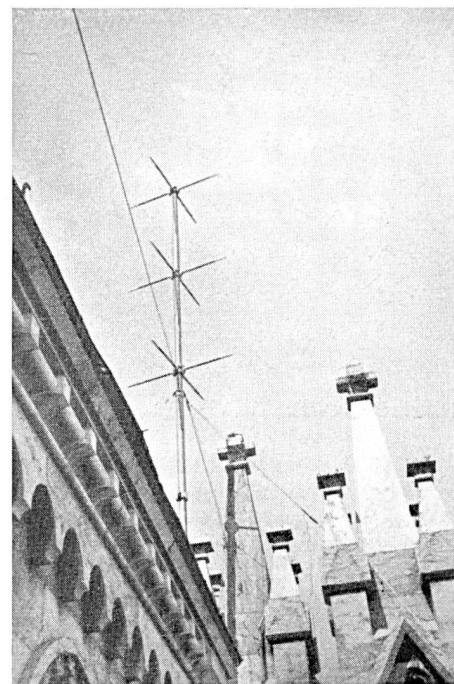


Fig. 10. Horizontal polarisierte Turnstile-Antenne auf der Kathedrale St-Pierre

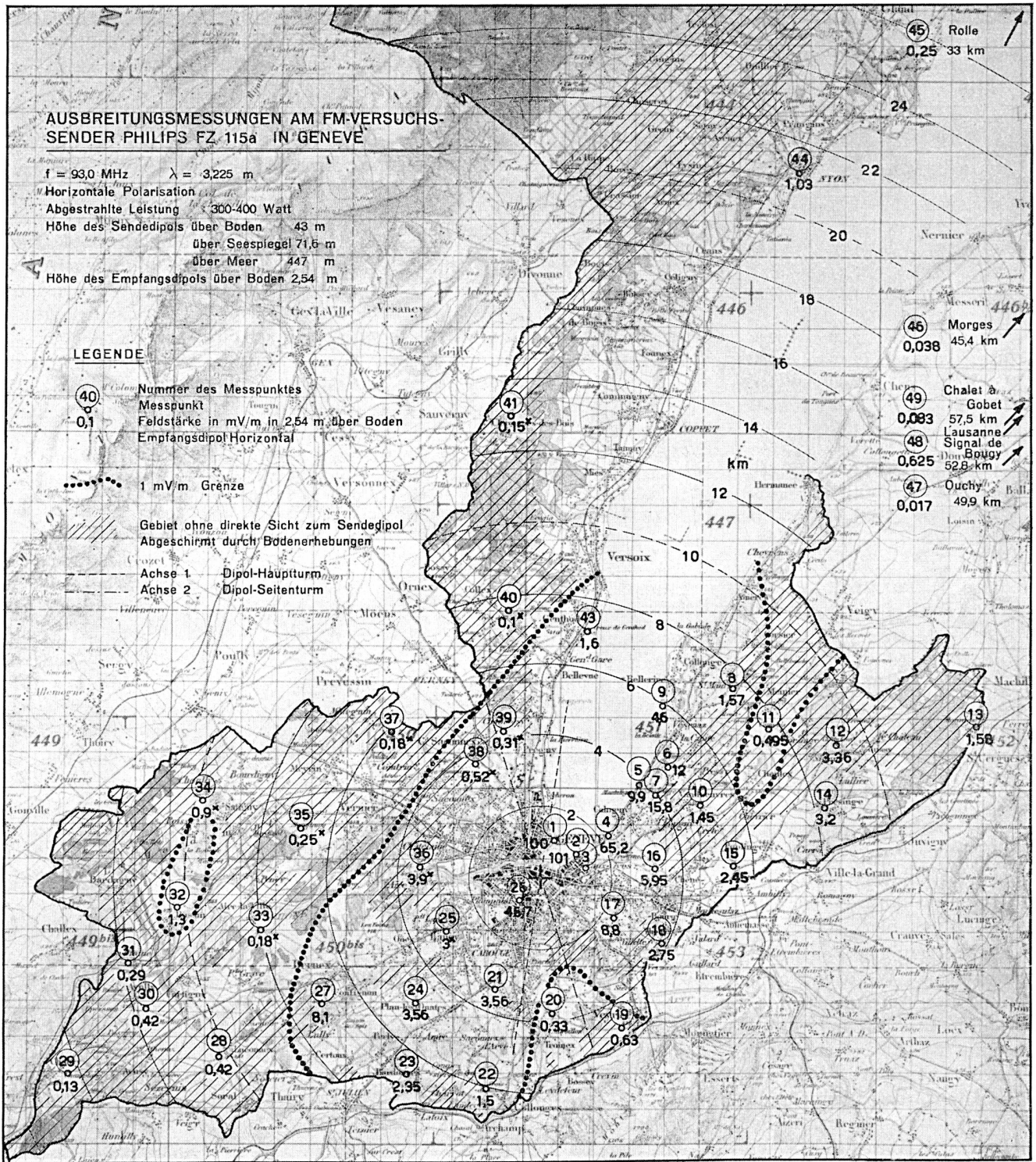


Fig. 11. Feldstärkeplan für horizontalpolarisierte Turnstile-Sendeantenne

risation dagegen nur 4,7 Ampere betrug. In Anbetracht der Verschiedenartigkeit der Antennen (bei vertikaler Polarisation einfacher Dipol, bei horizontaler Polarisation dagegen Antennensystem mit drei Kreuzdipolebenen) kommt jedoch diesem Vergleich nicht grundlegende Bedeutung zu, so dass diese Reduktion unterblieb.

*Bemerkung:* Bei Messpunkten ohne Bemerkungen war der Empfang gut.

Der besseren Uebersichtlichkeit wegen wurden die Messresultate, wie bei vertikaler Polarisation, auf die Karte Genf 1:100 000 übertragen. Sämtliche zu Fig. 7, Teil I, Abschnitt 4, gemachten Bemerkungen gelten sinngemäss auch hier.

### *Bemerkungen zu den Mess- und Beobachtungsergebnissen*

Mit diesem Antennentyp und horizontaler Polarisation ist die Feldstärke im allgemeinen überall dort, wo direkte Sicht zum Sender vorhanden ist, grösser als bei vertikaler Polarisation. An Punkten, die durch natürliche Hindernisse abgeschirmt sind, ist diese Verbesserung weniger ausgeprägt. Im Mittel beträgt der festgestellte Verbesserungsfaktor rund 2,54, wobei für die Punkte mit ungewissem Wert der ungünstigere Fall angenommen wurde.

Der Empfang war bei allen Punkten mit direkter Sicht zum Sender gut, mit Ausnahme der Beobachtungspunkte 20 und 27. Bei Punkt 20 ist die Ursache sehr wahrscheinlich in der Schattenwirkung des kupfergedeckten Hauptturmes von St-Pierre zu suchen. Der Empfang erwies sich bei der kleinen herrschenden Feldstärke als gestört; die Polarisation war nicht horizontal, sondern wies eine Neigung von ungefähr 45° auf.

Beim Punkt 27 zeigten sich, trotz grosser Feldstärke, Störgeräusche, deren Ursache nicht bekannt ist. Da der Punkt in der Nähe eines Reservoirs liegt, besteht die Möglichkeit, dass vielleicht eine Pumpanlage diese Störungen verursacht.

An Punkten ohne direkte Sicht sind im allgemeinen die gleichen Bemerkungen wie bei vertikaler Polarisation zu machen; besonders bei Punkt 31, wo der Empfang ganz leidlich war.

In Richtung Lausanne konnte bis gegen Nyon guter Empfang festgestellt werden. Punkt 45 (Rolle) zeigte das Feldstärkemaximum wohl bei horizontaler Lage des Empfangsdipols, jedoch gegenüber der Richtung Rolle—Genf um 45 bis 90° nach links gedreht (Reflexion an den Savoyer Bergen). Der Empfang erwies sich als leicht gestört.

Punkt 46 (Morges) wies für maximale Empfangsintensität ebenfalls eine Richtungsabweichung auf, und zwar wiederum Richtung Savoyer Berge. Der Empfang war schlecht und das gesprochene Wort unverständlich.

Ouchy (Punkt 47) zeigte ebenfalls sehr kleine Feldstärke und schlechten Empfang. Hingegen wiesen Punkt 48 (Sauvablin, ob Lausanne) mit 600  $\mu\text{V}/\text{m}$  und Punkt 49 (Chalet-à-Gobet) mit nur 83  $\mu\text{V}/\text{m}$  ausgezeichneten Empfang auf. In 5 bis 10 Meter Entfernung vorbeifahrende Autos wirkten kaum störend.

### Schlussbetrachtungen

Mit einem frequenzmodulierten Ultrakurzwellen-Sender von einigen Hundert Watt Antennenleistung und bei sorgfältiger Auswahl des Senderstandortes ist es durchaus möglich, einem ganzen, stark erweiterten Stadtgebiet mit relativ grossem Hörerkreis einwandfreien Empfang der Sendungen sicherzustellen. Schattenzonen in dichtbesiedelten Gebieten sind dabei — eben durch geeignete Wahl des Senderstandortes — zufolge der unsicheren Empfangsverhältnisse möglichst zu vermeiden.

Obschon sich ein strenger Vergleich der beiden Polarisationsarten mit den vorliegenden Messungen und Beobachtungen infolge der Verschiedenartigkeit der beiden Sendeantennensysteme nicht ohne weiteres durchführen lässt, zeigt sich doch eine deutliche Überlegenheit der horizontal polarisierten Turnstile-Antenne gegenüber dem einfachen Vertikaldipol. Bei annähernd gleicher Sendeleistung konnte durch Verwendung der Turnstile-Antenne eine durchschnittliche Feldstärkeerhöhung um den Faktor 2,54 festgestellt werden. Dies bedeutet aber, dass das von der — an und für sich ganz willkürlichen — 1-mV/m-Grenze umschlossene Gebiet bedeutend erweitert wurde, und dass im allgemeinen nur ausgesprochene «Schattengebiete» nicht einwandfrei versorgt werden können.

Die unter Umständen grossen Reichweiten solcher Lokal-UKW-Sender selbst kleinerer Leistung bedingen auch in diesem Frequenzgebiet eine äusserst sorgfältig abgewogene Frequenzuteilung, da auch hier der verfügbare «Frequenzraum» nicht unbegrenzt zur Verfügung steht.

Ein zusammenfassender Bericht über die Ergebnisse der in Genf durchgeführten Erhebungen bei «FM-Hörern» wird später an dieser Stelle erfolgen.

## Ergebnisse der Konferenzen von Kopenhagen und Mexiko\*

Von E. Metzler, Bern

061.3:621.396(489+72)

*Damit die drahtlosen Dienste der Nationen unter sich und nebeneinander ungestört arbeiten können, ist eine planvolle, internationale Regelung der Frequenzbenützung unerlässlich. Diesen Zwecken dient eine seit Kriegsende ununterbrochene Konferenztätigkeit im Rahmen der Union Internationale des Télécommunications. Im vorliegenden Referat orientiert der Chef der schweizerischen Delegationen an den internationalen Konferenzen von Kopenhagen (für die Neuordnung im europäischen Rundspruch) und Mexiko (für den internationalen Rundspruch auf kurzen Wellen) über die Ergebnisse dieser Tagungen. Die Be-*

*Seule une réglementation internationale de l'utilisation des fréquences, basée sur un plan systématique, peut permettre aux services radio des nations de remplir leur mission sans se gêner les uns les autres. Les conférences organisées par l'Union Internationale des Télécommunications et qui se succèdent sans interruption depuis la fin de la guerre poursuivent l'étude de cette question. Dans l'article ci-dessus, le chef des délégations suisses aux conférences internationales de Copenhague (pour la réorganisation de la radiodiffusion européenne) et de Mexico (pour la radiodiffusion internationale sur ondes courtes) com-*

\* Vortrag, gehalten an der 8. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik am 24. Juni 1949 in Bern