

Wellenausbreitung der schweiz. Rundspruchsender

Autor(en): **Gerber, W. / Werthmüller, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und
Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des
télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico /
Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **14 (1936)**

Heft 4

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873451>

Nutzungsbedingungen

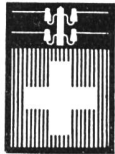
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung 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 schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

<p>Bulletin Technique Publié par l'Administration des Télégraphes et des Téléphones suisses</p>		<p>Bollettino Tecnico Pubblicato dall'Amministrazione dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri</p>
--	---	--

Inhalt — Sommaire — Sommario: Wellenausbreitung der schweiz. Rundspruchsender. — Statistique téléphonique mondiale en 1934. — Technische Neuerungen bei der Stromversorgung der PTT-Gebäudegruppe Bollwerk-Speichergasse, Bern. Perfectionnements techniques apportés à la distribution de l'énergie électrique dans le groupe de bâtiments des PTT Bollwerk-Speichergasse à Berne. — Das Fernsprech-Seekabel Brunnen-Treib. Le câble téléphonique lacustre Brunnen-Treib. — Die neuen Studios für den Nachrichtendienst. — Verschiedenes. Divers: 33^e Réunion de la commission technique de l'U. I. R. à Lausanne. — Generalversammlung der Pro Telephon, Mai 1936. — Telephonverkehr mit den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Kanada, Kuba und Mexiko. — Fernsprechdienst Berlin-Leipzig. — Telephonkabel Tasmanien-Australien. — La foudre et les paratonnerres. — Der Blitz als Maler. — Schläfe vor Mitternacht. — Fachliteratur. Littérature professionnelle. — Totentafel. Nécrologie. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Wellenausbreitung der schweiz. Rundspruchsender.

W. Gerber und A. Werthmüller, Bern.

Die zunehmende Bedeutung des Rundspruchwesens erfordert zuverlässige Unterlagen über die Empfangsverhältnisse. In diesem Sinne wurden in der Schweiz seit der Einführung des Luzerner Wellenplanes systematische Feldstärkenmessungen durchgeführt.

I. Messtechnik.

Für mobile Messungen am Erdboden wurde ein besonderer *Messwagen* entwickelt. Der Wagenkasten ist mit „Masonitplatten“ wetterdicht gebaut und ist dämpfungsfrei bis zum Kurzwellenbereich.

Primäre Messgeräte.

In Sendernähe wird die Bodenstrahlung mit einem tragbaren, direkt zeigenden Gerät nach Fig. 1 ge-

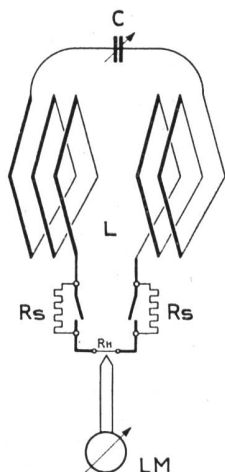


Fig. 1. Feldstärken-Messrahmen.

- L = Erdsymmetrische Rahmenantenne.
 - C = Abstimmkondensator.
 - LM = S. & H.-Lichtmarkeninstrument.
 - R_H = Indirekter Heizwiderstand des Thermoelementes > 100 Ω.
 - R_S = Substitutionswiderstände zur Bestimmung von R.
- $$E_{mV/m} = \frac{J \cdot R}{H_{eff}} = \frac{J \cdot R}{2 \pi F \cdot n} \cdot \lambda \quad \left(R = \frac{2 J_s R_s}{J - J_s} \right)$$

messen; mit Rücksicht auf Fehlmessungen liegt die Dämpfung R des Rahmenkreises über hundert Ohm.¹⁾

Feldstärken der Bodenwelle im Bereich von ca. 0,1—1000 mV/m werden mit einem Gerät der „Standard Telephones and Cables Ltd., London“ bestimmt. Das Gerät arbeitet mit einem internen Eichsender nach dem Substitutionsprinzip. Durch besondere Massnahmen und Eichungen im Laboratorium konnte die Messgenauigkeit den Empfehlungen der *URSI* angepasst werden; ferner wurden mit einer ausländischen Verwaltung gemeinsame Vergleichsmessungen durchgeführt.

Sekundäre Messgeräte, welche periodisch geeicht werden müssen.

Zur Ausführung registrierender Feldstärkenmessungen in Schwundgebieten wurden gemeinsam mit

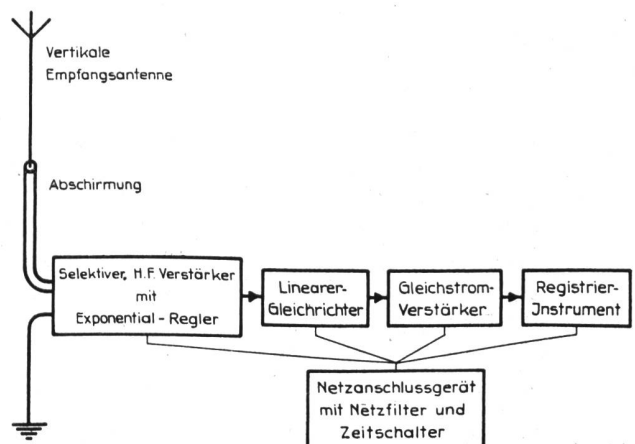


Fig. 2. Anlage für registrierende Schwundmessungen.

¹⁾ Vergl. Messungen im Nahfeld eines Rundspruchsenders. H. Zickendraht (Basel). Helvetica Physica Acta. Vol. V. Fasc. Primus.

der Sport A.G. Biel fünf Messgeräte entsprechend Figur 2 entwickelt.

Im Zusammenhang mit den Schwundmessungen wurden auch vertikale Strahlungsdiagramme von Sendeantennen in Zusammenarbeit mit dem Eid. Grundbuchamt im Flugzeug gemessen.

Die Flugzeuginrichtung zeigt Figur 3. Eine vollkommen abgeschirmte Rahmenantenne in der Symmetrieebene des Flugzeuges steht in Verbindung mit

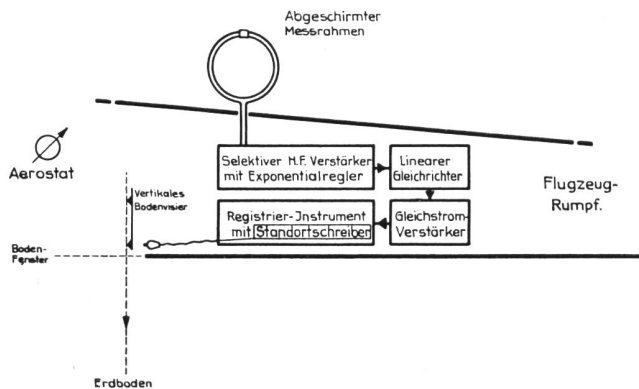


Fig. 3. Flugzeugausrüstung zur Aufnahme vertikaler Strahlungsdiagramme.

einem gleichförmig registrierenden Feldstärkenmessgerät; die Anordnung ist in der Rahmenebene praktisch frei von Richteffekten. Mit Hilfe eines beweglichen Vertikalvisiers sind Standortbestimmungen mit einer Genauigkeit von 1° möglich. Sie werden jeweils vom Beobachter über ein Bowdenkabel auf den Registrierstreifen übermittelt; gleichzeitig mit der Standortübertragung wird ein akustisches Signal ausgelöst. Der Beobachter ist ferner mit dem Piloten während der Messung in telephonischer Verbindung.

Vor der eigentlichen Messung wird auf der Dufourkarte die Messgerade durch den Sender, als Schnitt der Vertikalebene, eingetragen. Auf dem Meßstrahl werden ferner eine Anzahl Fixpunkte, inklusive Senderstandort, bezeichnet. Mit konstanter Geschwindigkeit und Höhe wird dann senkrecht über dem Meßstrahl geflogen und auf dem Registrierstreifen der Verlauf der Feldstärke mitsamt den Fixpunkten kontinuierlich registriert. Zum Ausgleich etwaiger Schwankungen des Flugzeuges oder der Senderleistung wird der Meßstrahl in beiden Rich-

tungen abgeflogen. Die Auswertung des Registrierstreifens erfolgt in bekannter Weise unter Berücksichtigung der Senderdistanzen.

Gegenüber andern Messverfahren wurden folgende Vorteile erreicht: Das Strahlungsdiagramm kann kontinuierlich mit samt der Feinstruktur in einer Stunde ausgemessen werden; es ist auch im Gebiet der Steilstrahlung absolut zuverlässig; momentanes Flugzeugschaukeln innerhalb $\pm 10^\circ$ ist belanglos, da der Korrekturfaktor, d. h. der Cosinus in diesem Winkelbereich, praktisch = 1 bleibt.

Es ist naheliegend, dass der Erfolg solcher Messungen wesentlich von der praktischen Erfahrung und der Zusammenarbeit des Piloten und Beobachters abhängt.

Figur 4 zeigt das Resultat einiger Versuche zur Ermittlung der zweckmässigsten Flughöhe. Messungen in 500 m Höhe, bezogen auf das Antennenareal, wurden durch lokale Feldstärkenschwankungen der Bodenformation und durch das Zwischenfeld ($\lambda = 540$ m) beeinflusst; nur im Steilstrahlungsgebiet waren diese Messwerte zur Beurteilung der Fernwirkung der Senderanlage brauchbar.

II. Feldstärkenpläne.

Die unregelmässige Bodengestaltung unseres Landes bedingt eine grosse Zahl von Messpunkten, da Interpolationen über grössere Strecken zu groben Irrtümern führen.

In reinen Gebirgsgegenden beziehen sich die Angaben nur auf die für den Radioempfang wichtigen *Talfeldstärken*; hier ist die Feldstärkenverteilung durch Wellenbeugung und Reflexionen, d. h. in starkem Masse vom Verhältnis der Wellenlänge zu den Gebirgsdimensionen, bestimmt. Die gewöhnliche Berechnungsweise mit der Bodenleitfähigkeit σ verliert damit ihre physikalische Berechtigung.

Mit „*Rayon d'action agréable*“ werden in den Plänen der Landessender Beromünster und Monte Ceneri Grenzgebiete bezeichnet, wo das maximale Spannungsverhältnis der indirekten zur direkten Strahlung in vertikalen Linearantennen am Abend 50% erreicht.

Landessender Beromünster.

In Fig. 5 sind Feldstärkenprofile der Horizontalstrahlung in wichtigen Achsen der Senderanlage dargestellt; die massgebenden E x D-Werte erhält man

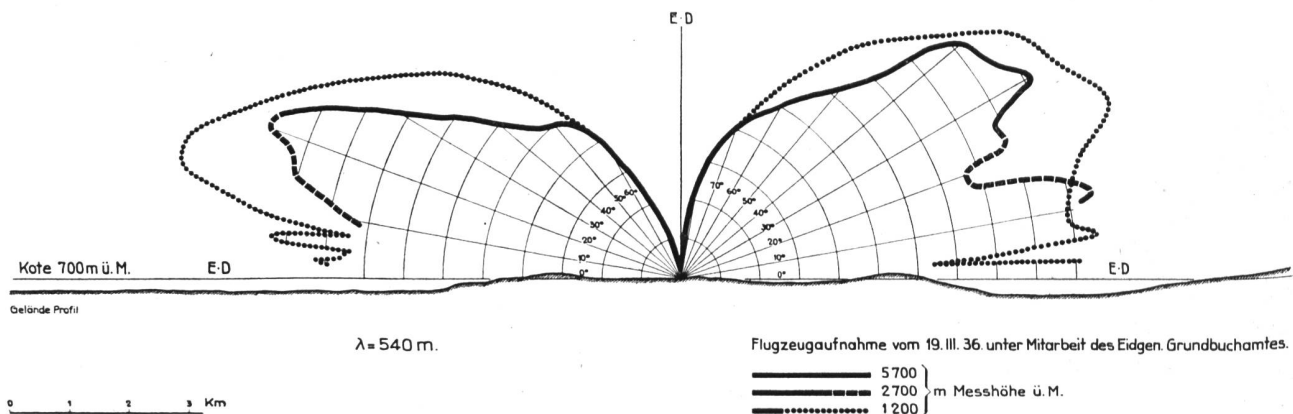


Fig. 4. Strahlungsmessungen in verschiedenen Flughöhen.

Bodenstrahlung - Landessender Beromünster.

T-Antenne, beide Türme geerdet, 400 KW, $\lambda = 539.6$ m

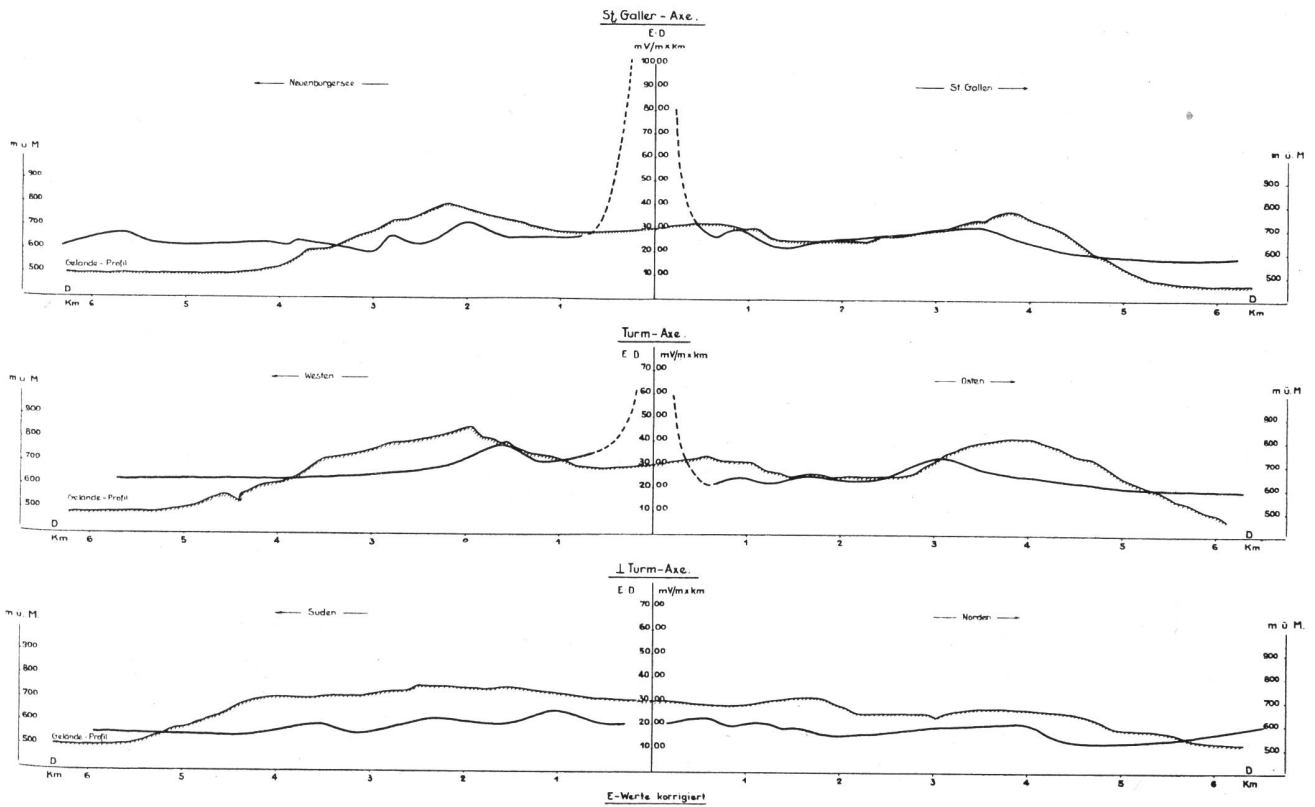


Fig. 5.

Vertikales Strahlungsdiagramm der T-Antenne (111m + 2x36m) am Landessender Beromünster.

400 KW 556Kc/s Türme geerdet.

Flugzeugaufnahme vom 26 Mai 1936 unter Mitarbeit des Eidgen. Grundbuchamtes

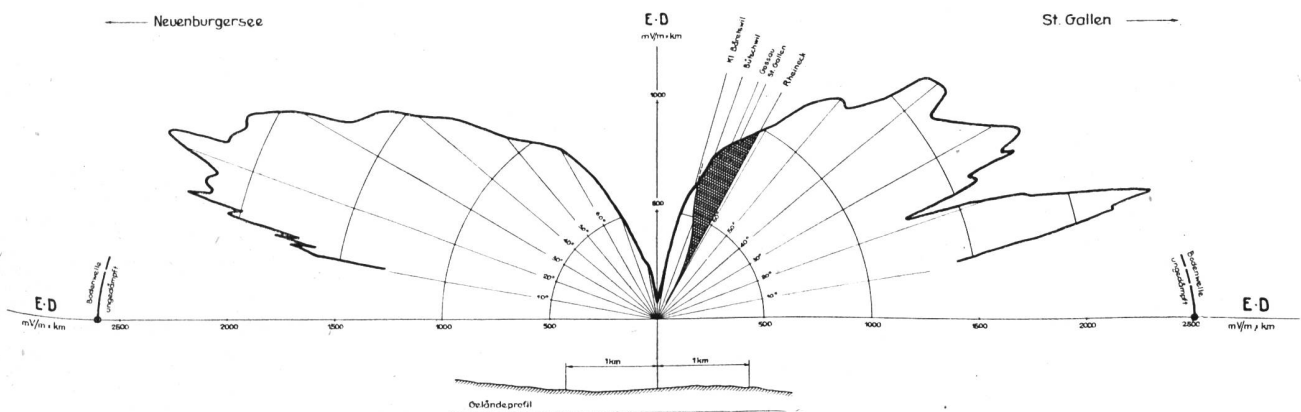
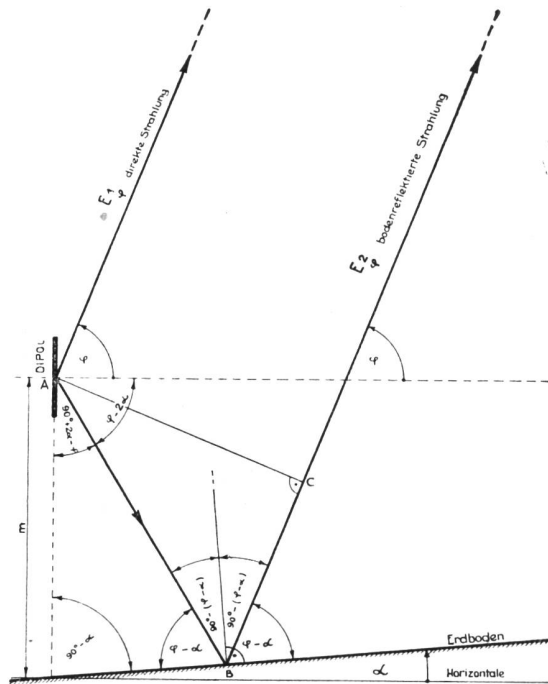


Fig. 6.



Direkte Strahlung in großer Entfernung: $E_1 = 60 \cdot \pi \cdot \frac{h_{ant}}{\lambda} \cdot \frac{J}{D} \cdot \cos \varphi$

Bodenreflektierte Strahlung in großer Entfernung: $E_2 = 60 \cdot \pi \cdot \frac{h_{ant}}{\lambda} \cdot \frac{J}{D} \cdot \cos(\varphi - 2\alpha)$

Gangunterschied im Bogenmaß: $\xi = \frac{4\pi m}{\lambda} \sin(\varphi - \alpha) \cos \alpha$

Resultierende Feldstärke
unter Berücksichtigung der Boden­neigung:

$$E_{\varphi} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos \xi}$$

$$E_{\varphi} = 60 \cdot \pi \cdot \frac{h_{ant}}{\lambda} \cdot \frac{J}{D} \cdot \sqrt{\cos^2 \varphi + \cos^2(\varphi - 2\alpha) + 2 \cos \varphi \cos(\varphi - 2\alpha) \cos\left[\frac{4\pi m}{\lambda} \sin(\varphi - \alpha) \cdot \cos \alpha\right]}$$

Fig. 7.

durch geeignete Extrapolation der Kurven als Schnittpunkte mit der Senderachse²⁾. Von ganz wesentlicher Bedeutung für die Wellenausbreitung ist die Geländeformation; ferner sind Turmeinflüsse deutlich sichtbar.

Fig. 6 zeigt das vertikale Strahlungsdiagramm der T-Antenne in der Vertikalebene über Neuenburgersee-Landessender-St. Gallen. (Messhöhe: 5700 m ü.

²⁾ Darstellungsart von Herrn Postrat Eppen übernommen.

M.; Länge der Meßstrecke: 54,3 km). Die Steilstrahlung ist unsymmetrisch; sie ist reduziert im Neuenburger Quadrant und verstärkt im St. Galler Quadrant. Entsprechend dem Anstieg des Antennenareals in Richtung St. Gallen wird die bodenreflektierte Steilstrahlung um den doppelten Geländewinkel abgedreht. Bei guter Bodenleitfähigkeit gelten für nicht horizontales Antennenareal die Beziehungen nach Fig. 7.

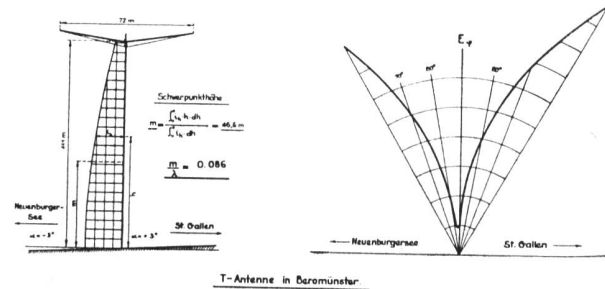


Fig. 8.

Auf die T-Antenne des Landessenders angewendet, erkennt man aus Fig. 8, wie bereits sehr kleine Winkel des Antennenareals im Gebiet der Steilstrahlung bedeutende Unsymmetrien verursachen.

Sollen auf der sogenannten Standardmeßstrecke: Kl. Bäretswil-Bütschwil-Gossau-St. Gallen-Rheineck als Mindestforderung gerade die Grenzbedingungen des „Rayon d'action agréable“ erfüllt werden, so erhält man im St. Galler Quadrant einen Sektor unerwünschter Steilstrahlung, welcher in Fig. 6 schraffiert ist; dabei basiert die Berechnung auf einer mittleren Höhe der reflektierenden E-Region von 100 km³⁾. Infolge Wellenbeugung an einer benachbarten Geländekuppe entsteht in der St. Galler Richtung im Gebiet der 22° Strahlung ein kräftiges Minimum. Im Gebiet der flachen Winkel, unterhalb 15°, ist die Strahlung in zunehmendem Masse dämpfungsbehaftet; die ungedämpften Werte der Horizontalstrahlung sind aus Fig. 5 übernommen⁴⁾. Aus Fig. 5 ist auch ersichtlich, dass die Bodenfeldstärken in den Neuenburger und St. Galler Richtungen durch Sekundärstrahlung der Türme erhöht werden.

Die Registrierstreifen der Flugzeugmessungen zeigen jeweils über grössere Strecken, wie in Figur 9, periodische Schwankungen von einwandfreier Reproduzierbarkeit. Eine büschelförmige Zerstreung

³⁾ Versuche zur Messung der Raumstrahlung von Rundfunk-Sendeantennen. F. Eppen und H. Scheibe, Berlin. Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 47 (1936), 8-12.

⁴⁾ Vergleiche auch: Untersuchungen über das Strahlungsfeld von Ultrakurzwellen-Antennen. P. v. Handel und W. Pfister. Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 46 (1935), 8-15.

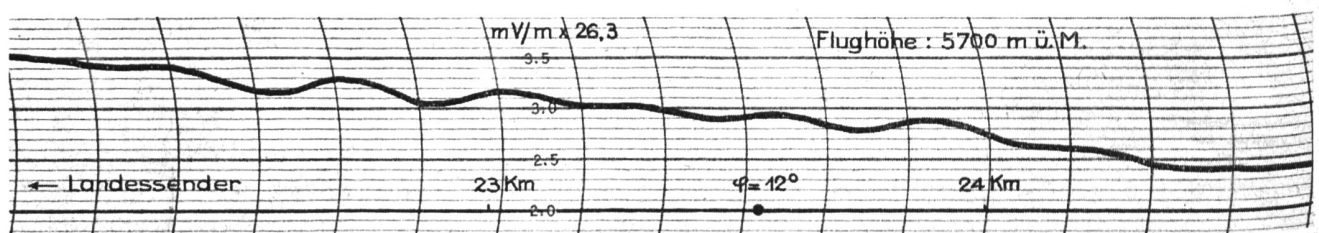


Fig. 9. Interferenzbild auf dem Meßstreifen.

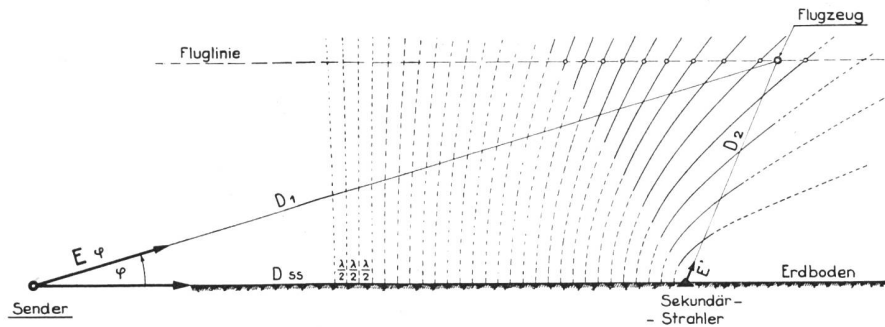


Fig. 10. Interferenzbildung durch punktförmigen Sekundärstrahler am Erdboden.
 Hyperbelschar: $D_1 - D_2 = n \cdot \lambda$ $n =$ ganzzahliger Parameter.

von Bodenwellenenergie, wie beispielsweise in Figur 10 dargestellt, bildet offenbar die physikalische Ursache. Mit solchen Interferenzmessungen besteht also die Möglichkeit, Vertikaldiagramme zur Untersuchung der Wellenbeugung und -reflexion an Bergen aufzunehmen.

Fig. 11 gibt eine vollständige Uebersicht über die Empfangsverhältnisse des Landessenders Beromünster. Es ist dazu zu bemerken, dass die Feldstärke der Bodenwelle in grösseren Entfernungen ca. $\pm 10\%$ variiert; an der 0,1 mV/m-Grenze erreicht die Mittagsfeldstärke der indirekten Strahlung im

Winter gelegentlich die Grössenordnung der Bodenwelle. Entsprechend der Unsymmetrie im Steilstrahlungsgebiet der Antennenanlage ist der „Rayon d'action agréable“ in der St. Galler Richtung bedeutend kleiner als in der Neuenburger Richtung.

In Figur 12 sind Dämpfungskurven der Bodenwelle für einige Hauptempfangsrichtungen dargestellt.

Figur 13 zeigt zwei Schwunddiagramme; solche Messungen werden gegenwärtig in grossem Maßstab durchgeführt, um die Grösse und Ursache der täglichen und saisonmässigen Aenderungen der Schwundverhältnisse weiter zu prüfen.

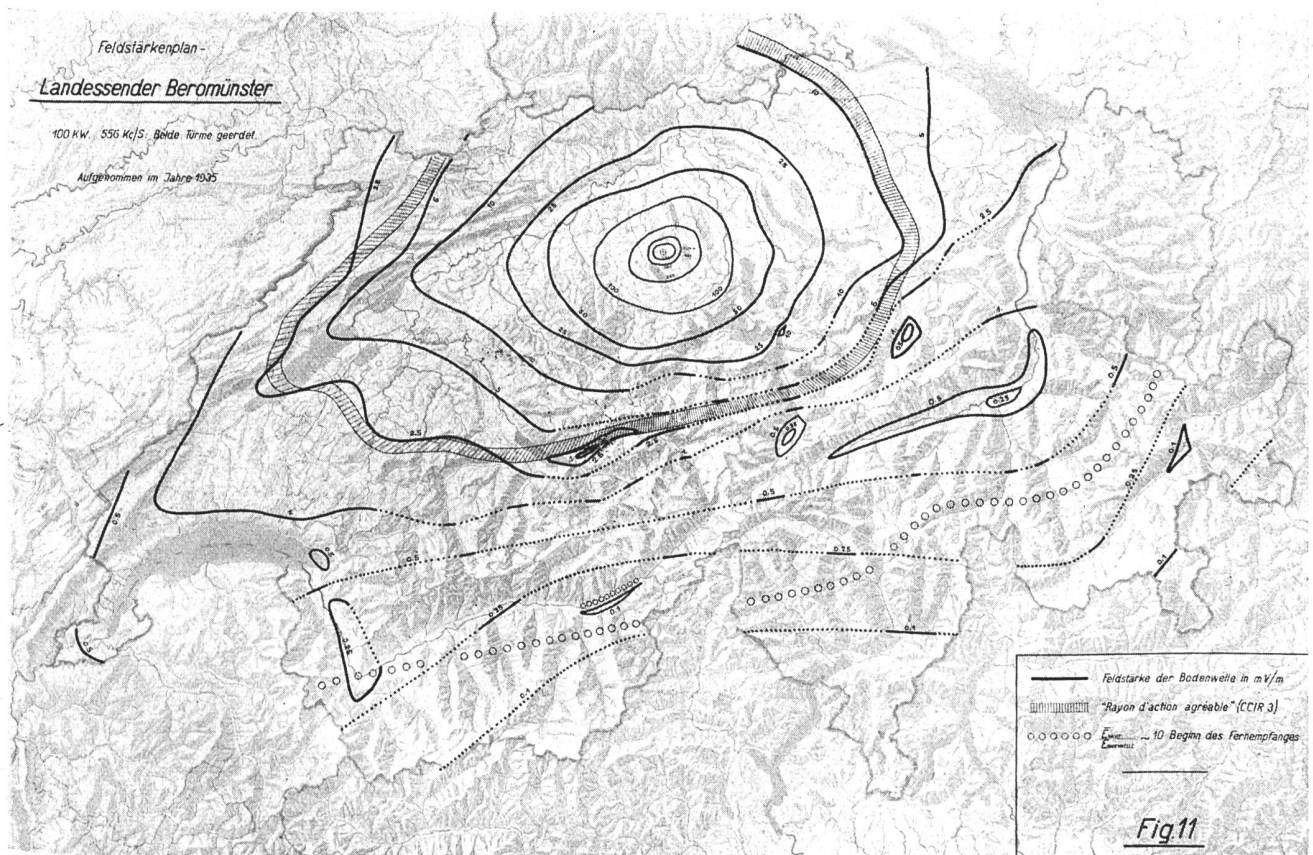


Fig. 11.

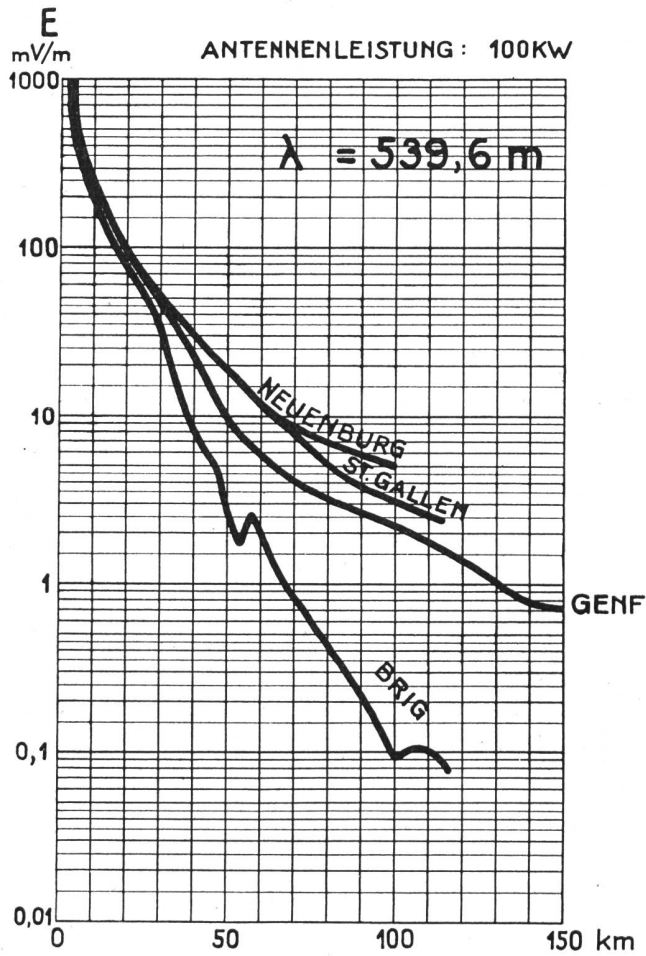


Fig. 12. Dämpfungskurven der Bodenwelle.

Städtesender Basel und Bern.

Die Empfangsverhältnisse dieser beiden Gleichwellensender sind aus den Figuren 14 und 15 ersichtlich. Infolge der kurzen Wellenlänge wirken grössere Stadt- und Waldgebiete bereits ziemlich dämpfend; auch ist Schattenbildung an Niveaudifferenzen im Gelände deutlich wahrnehmbar. Der

Basler Plan beweist gleichzeitig, dass in Ortschaften bis zu 3 km Durchmesser mit kleinen 50-W-Sendern auf der Gemeinschaftswelle bereits Mindestfeldstärken von 10 mV/m erreicht werden.

Landessender Sottens.

Vergleiche Figur 16. Bemerkenswert ist die günstige Wellenausbreitung nach Genf; Lausanne liegt etwas im Wellenschatten des Mont Jorat und dessen Waldgebiet. Das untere Rhonetal ist in der Senderichtung offen und mehrere Wellenlängen breit; die Einstrahlung des Senders ist deshalb ziemlich stark.

Städtesender Genf.

Vergleiche Figur 17. Trotz der kleinen Senderleistung ist das Empfangsgebiet infolge der verhältnismässig langen Welle ziemlich ausgedehnt.

Landessender Monte Ceneri.

Vergleiche Figur 18. In den Städten Bellinzona, Lugano und Locarno ist die Empfangsfeldstärke befriedigend; im übrigen Teil dieses Gebirgskantons ist der Empfang infolge der kurzen Wellenlänge beeinträchtigt. Hinten im Val di Colla, in 11 km Senderentfernung, entstehen bereits unzulässige Schwundverzerrungen; dort besteht der kleinste Wert des „Rayon d'action agréable“, welcher bis heute in der Schweiz gemessen wurde.

Die schweizerische „Definition der unzulässigen Radiostörung“ schützt den Empfang grundsätzlich bis zur Mindestfeldstärke von 1 mV/m⁵); der Schutz kleinerer Feldstärken erscheint nicht gerechtfertigt:

- weil solche Empfangsgebiete, auch unter Voraussetzung bester Sendeantennen, ausserhalb des Rayon d'action agréable unserer Landessender liegen;
- mit Rücksicht auf den atmosphärischen Störpegel im Sommerhalbjahr;

⁵) „Verfügung des eidg. Post- und Eisenbahndepartementes für den Schutz der Radioempfangsanlagen gegen radioelektrische Störungen, hervorgerufen durch Stark- und Schwachstromanlagen“, vom 29. Januar 1935.

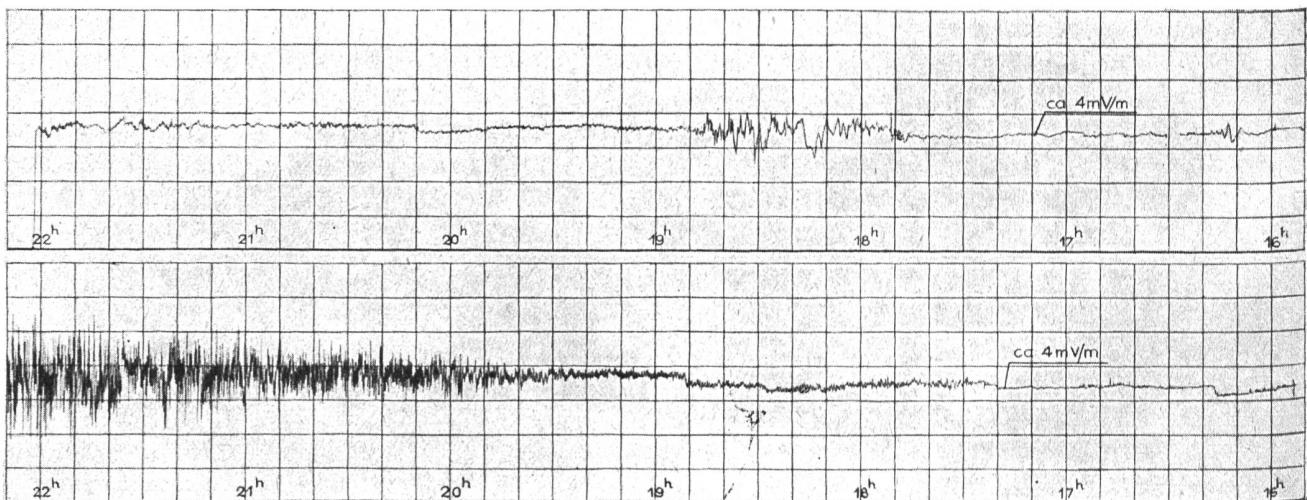


Fig. 13. Schwunddiagramme vom 7. und 8. Februar 1936 in St. Gallen.

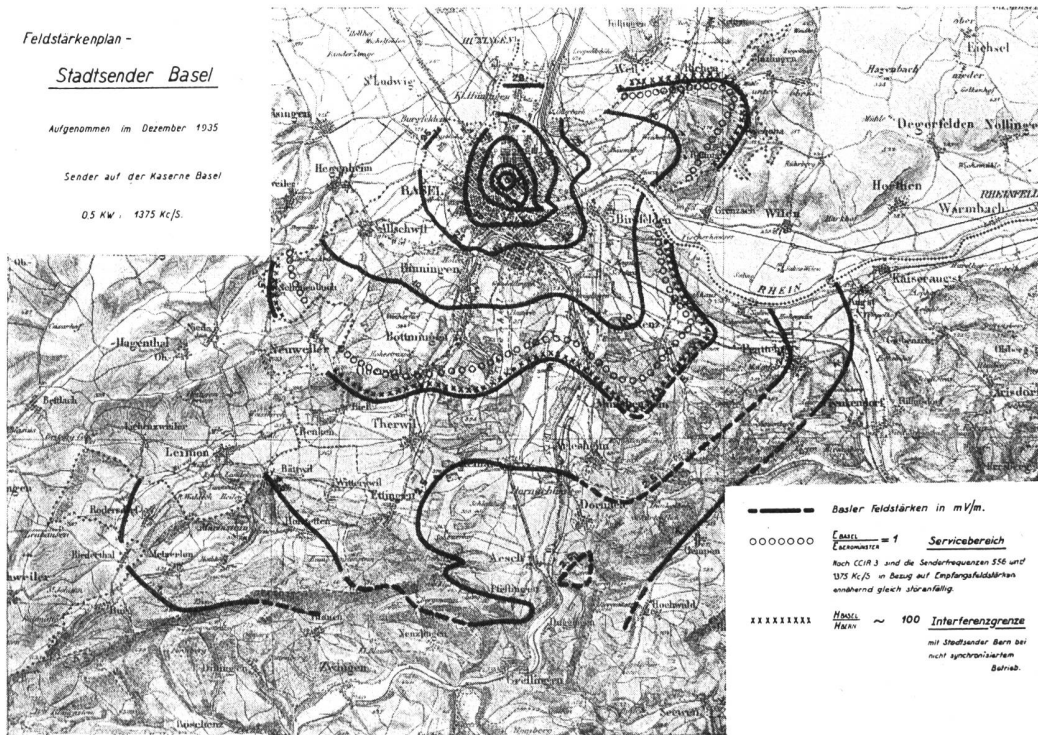


Fig. 14.

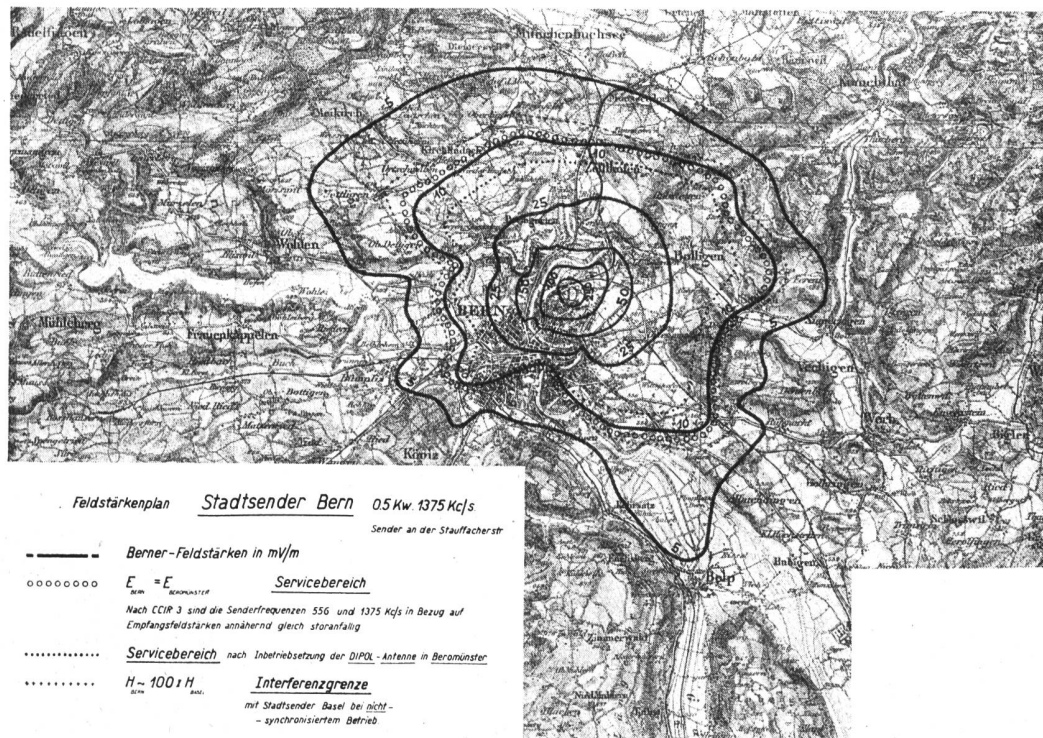


Fig. 15.

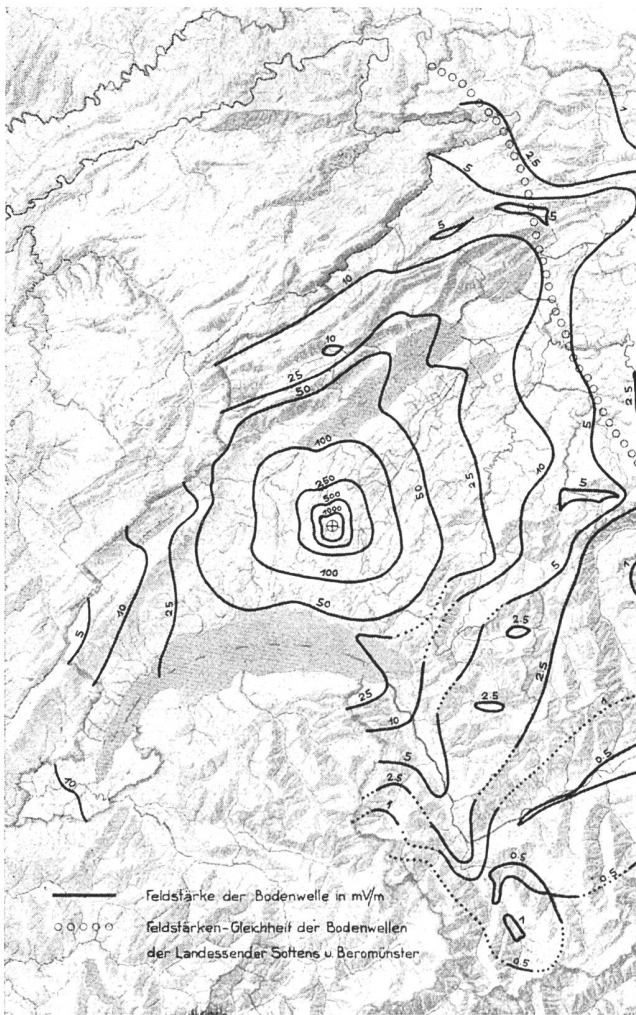


Fig. 16. Feldstärkenplan. Landessender Sottens. 100 kW; 677 kc/s.

Weitere Feldstärkenwerte der Bodenwellen.

Aarau	0,5	mV/m
Baden	0,3	„
Brig	0,1	„
St. Gallen	0,2	„
Luzern	0,5	„
Schaffhausen	0,3	„
Sitten	0,5	„
Winterthur	0,3	„
Zürich	0,3	„

weil die Nutzspannung an den Empfängerklappen, wegen des thermischen Eigenrauschens, 200 Mikrovolt überschreiten soll, und mit Rücksicht auf den wirtschaftlich tragbaren Entstörungsaufwand.

Figur 19 zeigt nun das *Empfangsgebiet unserer Rundspruchsender mit Tagesfeldstärken unter 1 mV/m*. Es umfasst vorwiegend reine Gebirgszonen, wo der allgemeinen Rundspruchübertragung mit nicht langen Wellen Schwierigkeiten entgegenstehen. Die Radioabonnenten sind da vorwiegend im Talgrund, d. h. im Wellenschatten konzentriert, während die wesentlich höheren Empfangsfeldstärken der direkten Strahlung auf den Bergen unausgenutzt bleiben. Messungen in dieser Richtung haben z. B. gezeigt, dass die Feldstärke des Landessenders Sottens von Gletsch zur Furkapasshöhe bereits auf den fünf-fachen Wert ansteigt! Ein bedeutender Teil dieser Radiohörer ist jedoch in grösseren Ortschaften mit Hilfe lokaler Emissionsquellen am bereits bestehenden Rundspruchnetz erfassbar.

Statistische Messungen über *mittlere Reichweiten unzulässiger Radiostörungen* im Sinne der schweiz. Definition ergaben für die Mindestfeldstärke: 1 mV/m bei 700 kc/s, folgende Werte:



Plan des intensités de champ

Echelle - 1 400 000

- Intensité de champ du rayon direct en mV/m
- Rayon d'action le jour
- Zone où les intensités de champ des émetteurs de Genève et de Sottens sont égales la nuit
- Le Poste R/W 49 (max. maximum nuit) - 100
- C. de Genève réduite la nuit

Fig. 17. Feldstärkenplan. Stadtsender Genf 1,3 kW; 401 kc/s. Die Leistung ist bei Nacht reduziert.

Hochspannungsleitungen 0,02—0,06 km
 Strassenbahnen 0,05—0,1 km
 in seltenen Fällen jedoch bis 5 km
 S B B 1 —10 km

Obschon SBB-Störungen enorm verbreitet sind, werden sie nur von wenigen Radiohörern als solche erkannt.

Die Verfasser danken besonders Herrn Vermessungsdirektor Baltensperger für die Bewilligung der Messflüge und den Herren Frischknecht und Wipfli für ihre persönliche Mitarbeit bei den Flugzeugmessungen.

Bern, im Juni 1936.

* * *

Die topographischen Unterlagen der Figuren 14, 15, 17 und 18 wurden reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 1. VII. 1936.

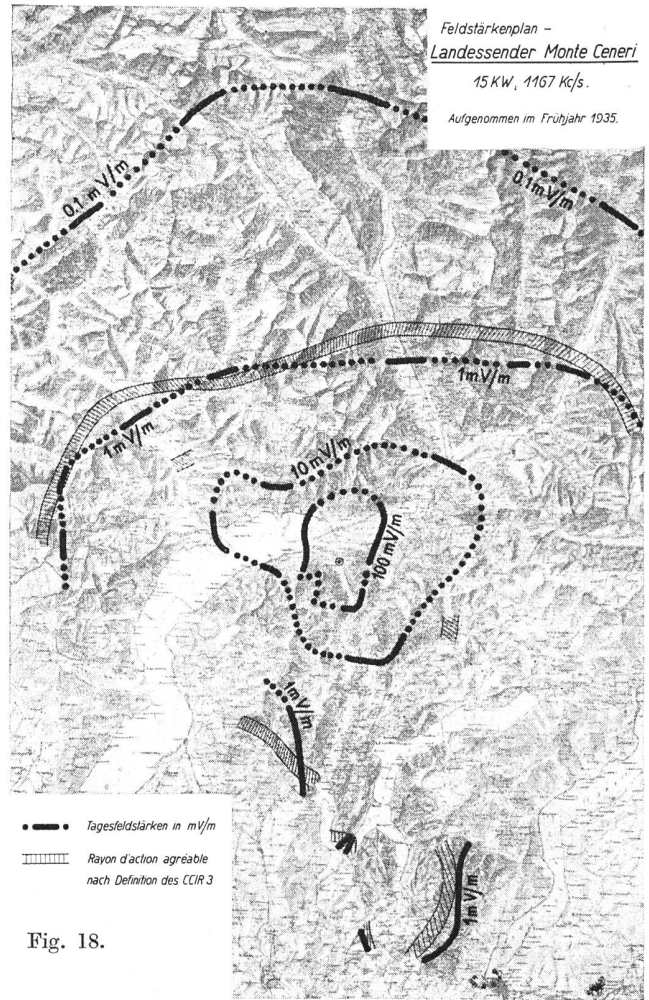


Fig. 18.

Unten: Fig. 19.

