

Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique

Publié par l'Administration des
Télégraphes et des Téléphones suisses



Bollettino Tecnico

Pubblicato dall' Amministrazione
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Inhalt — Sommaire — Sommario: Entwicklung im Antennenbau zur Verbesserung des Rundspruchempfangs in der Schweiz. Changements apportés à la construction des antennes en vue d'améliorer la réception radiophonique en Suisse. — Das Verstärkeramt Zürich. La station de répéteurs de Zurich. — Der Anruf-Umleiter. Le dispositif déviateur d'appels. — Das Telefon. Le téléphone. — Verschiedenes. Divers: Impianto a onde corte Schwarzenburg. — Telephonverkehr mit Japan und Korea. — Verbilligte Wehrmannsgespräche. — Activité théâtrale du Service de la radiodiffusion suisse, au cours de 1939. — Festeggiamenti in onore di Marconi. — Dieci comandamenti per gli utenti del telefono. — Gewo-Mappe. Classeur Gewo. Cartella Gewo. — Fachliteratur. Littérature professionnelle: Fernsprech-Wählalagen. — Neuerwerbungen der Bibliothek der Telegraphenverwaltung. Nouvelles acquisitions de la bibliothèque de l'administration des télégraphes. Nuovi acquisti della biblioteca dell'amministrazione dei telegrafi. — Totentafel. Nécrologie: Ingenieur Paul Schneider. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Entwicklung im Antennenbau zur Verbesserung des Rundspruchempfangs in der Schweiz.

Von E. Metzler und H. Affolter.

621.396.673(494)

I.

Die Uebernahme des technischen Rundspruchbetriebs in der Schweiz durch die PTT-Verwaltung fiel in eine Zeit, da die Bedeutung des Radios für die Volksaufklärung und Volksbildung mächtig im Wachsen begriffen war. Zu vielen Fragen, namentlich über die Ausbreitung der Wellen unter Berücksichtigung der Terrainverhältnisse, saisonmässige Schwankungen der elektrischen Reflektions- und Absorptions-eigenschaften der Erdoberfläche, solare Einflüsse mit ihrer Auswirkung auf die Ionisationsverhältnisse der Atmosphäre usw. waren damals nur sehr unzureichende Diskussionsgrundlagen vorhanden. Die erste staatliche Wellenverteilung, als Prager Plan (1929) bekannt, erfolgte so nach nicht sehr abgeklärten Gesichtspunkten und ohne Rücksicht auf viele noch nicht erkannte Ausbreitungstatsachen. Die mit der Anwendung der Prager Verteilung geschaffene „situation de fait“ musste in ihren Unzulänglichkeiten, wenn man die Dinge vom heutigen Standpunkt aus betrachtet, schwerwiegende Folgen für eine spätere technisch richtigere Neuverteilung mit sich bringen. Es wäre aber unzutreffend, wenn man die Prager Wellenverteilung allein für alle die Schwierigkeiten verantwortlich machen wollte, mit denen beim Aufstellen neuer Wellenpläne immer wieder gekämpft werden musste. Grundsätzlich wurden nämlich die Wellenbänder unter die verschiedenen Dienste durch die Konferenz von Washington 1927 verteilt. Gegen diese erste Bänderverteilung liesse sich das eine oder andere einwenden.

Tatsache ist, dass die allgemeine Zuteilung von Wellenraum an den Rundspruch durch die Konferenz von 1927 ungenügend war und dass der zu-

Changements apportés à la construction des antennes en vue d'améliorer la ré- ception radiophonique en Suisse.

Par E. Metzler et H. Affolter.

621.396.673(494)

I.

A l'époque où l'administration suisse des PTT reprit le service technique de la radiodiffusion, celle-ci était en voie de prendre une importance considérable dans l'orientation et l'éducation du peuple. Toutefois, pour un grand nombre de questions, en particulier celles touchant la propagation des ondes en considération des conditions du terrain, des variations saisonnières de la réflexion et de l'absorption électriques de la surface terrestre, des influences solaires et de leur effet sur l'ionisation de l'atmosphère, etc., les bases de discussion manquaient encore de précision. La première répartition des ondes entre les Etats, connue sous le nom de plan de Prague (1929), avait été faite selon des principes qui n'étaient pas encore tout à fait bien établis et sans tenir compte de certains phénomènes de propagation encore inconnus. La situation de fait créée par l'application du plan de Prague avec ses insuffisances, si l'on considère les choses du point de vue actuel, devait avoir de graves conséquences pour une nouvelle répartition ultérieure, techniquement plus exacte, des ondes. Il serait cependant injuste de rendre le plan de Prague seul responsable des difficultés auxquelles on s'est constamment heurté lors de l'élaboration de nouveaux plans. On sait en particulier que les bandes de fréquences furent réparties en principe entre les différents services par la conférence de Washington en 1927, et c'est contre cette première répartition qu'il y aurait différentes choses à dire.

Ce qui est certain, c'est que la part attribuée à la radiodiffusion par la conférence de 1927 était insuffisante et que, à Prague, cette part fut répartie entre

geteilte Raum in Prag unzweckmässig unter die europäischen Länder verteilt wurde. J'y suis, j'y reste; wer sich 1929 in Prag günstige Wellen erobert hatte, konnte in der Folge entgegen verbesserten technischen Erkenntnissen fast nicht dazu gebracht werden, sie wieder aufzugeben. Hierin liegt eine der Hauptschwierigkeiten der neueren Wellenverteilungskonferenzen begründet und daraus, zusammen mit der Wellenknappheit, erklären sich die oft sehr lebhaften Diskussionen in den Kommissionsitzungen der Rundspruchkonferenzen.

II.

Bereits die ersten zehn Jahre Rundspruchsentechnik hatten die starke ausbreitungstechnische Ueberlegenheit des Langwellenbandes gegenüber dem Mittelwellenband erwiesen, und in die Zeit unmittelbar nach der Einführung des Prager Wellenplans fallen die wichtigen praktischen Ansätze zur besseren Ausnutzung der mittleren Rundspruchwellen. Die *Schwunderscheinungen*, eine der Hauptursachen schlechten Empfangs, führten zur Konstruktion zweckmässiger Antennenanlagen. Aus der erreichten Verminderung der Steilstrahlung der Antennen ergab sich automatisch die entsprechende Verstärkung der Horizontalstrahlung.

Während die an sich vorzüglichen Ausbreitungseigenschaften der langen Sendewelle den Einfluss des Antennensystems weniger in den Vordergrund treten lassen, gewinnen bei mittleren Wellen die Abstrahlverhältnisse grosse Bedeutung. Allerdings kann die mittlere Welle wegen ihrer grösseren Bodenabsorption grundsätzlich nicht das leisten, was die lange Welle.

In diesem Zusammenhang erinnern wir an die Tatsache, dass die Ausbreitung der *Hertzschen Wellen* und diejenige des *Lichtes* durch dieselben physikalischen Gesetze bestimmt werden. Der Unterschied besteht nur in der Grössenordnung der Wellenlängen. Im allgemeinen wird die Ausbreitung des Lichtes durch die sogenannte *Strahlenoptik* in befriedigender Weise dargestellt. Tieferes Eindringen in die Ausbreitungsvorgänge lässt aber die Unzulänglichkeit dieser Theorie erkennen. Im Gegensatz dazu erfasst die *Wellenoptik* weitgehend die Feinheiten der Ausbreitung. Man wird dann gewahr, dass die Strahlenoptik einen, übrigens physikalisch gar nicht realisierbaren Grenzfall der Wellenlehre darstellt, wenn nämlich die Schwingungsfrequenz gegen Unendlich strebt (d. h. die Wellenlänge 0 wird). Mit wachsender Wellenlänge werden die beim Licht noch ausgesprochen optischen Eigenschaften immer mehr verwischt. Praktisch bedeutet dies, dass bei den Hertzschen Wellen die Ausbreitung durch optische Hindernisse nicht mehr unbedingt gehemmt wird; die *Beugung* ermöglicht so eine Ausbreitung z. B. längs einer Kugeloberfläche. Zur Illustration geben wir in Fig. 1 eine Darstellung dieser Verhältnisse. Man sieht, in welchem Masse die Beugung mit zunehmender Wellenlänge λ an Bedeutung gewinnt. (Die Kurven stammen aus dem „Report of Committee on Radio Wave Propagation, London 1937“.)

In richtiger Bewertung der Wellenlängenfrage hat sich die schweizerische Delegation an der europäischen Rundspruchkonferenz in Luzern sehr um die Zutei-

les differentes pays d'une manière tout à fait irrationnelle. En application du principe j'y suis, j'y reste, il fut presque impossible par la suite, malgré les progrès techniques réalisés depuis lors, de faire lâcher prise à ceux qui, en 1929, à Prague, avaient réussi à obtenir des ondes favorables. C'est là que réside une des principales difficultés rencontrées par les dernières conférences pour la répartition des fréquences, difficultés qui, ajoutées à la pénurie des ondes, expliquent les discussions parfois très vives surgies au sein des commissions de ces conférences.

II.

Au cours des dix premières années de développement de la technique des émissions radiophoniques, on avait déjà reconnu la grande supériorité des ondes longues sur les ondes moyennes au point de vue de la propagation et, après l'entrée en vigueur du plan de Prague, on envisagea les mesures pratiques essentielles en vue d'obtenir une meilleure utilisation des ondes moyennes. Les phénomènes d'évanouissement, une des causes principales de la mauvaise réception, conduisirent à la construction d'antennes plus rationnelles et, en réduisant le rayonnement oblique, on obtint automatiquement une augmentation correspondante du rayonnement horizontal. Alors que les excellentes qualités de propagation des ondes longues laissaient à l'arrière-plan le rôle joué par l'antenne, les conditions de la radiation prirent, pour les ondes moyennes, une importance considérable. Toutefois, à cause de sa plus grande absorption par le sol, l'onde moyenne ne peut pas fournir en principe ce que fournit l'onde longue.

A ce sujet, rappelons que la propagation des *ondes hertziennes* et la propagation de la *lumière* obéissent aux mêmes lois physiques. La différence réside uniquement dans l'ordre de grandeur des longueurs d'ondes. D'une manière générale, la propagation de la lumière peut être expliquée de façon satisfaisante par l'*optique des rayons*. Toutefois, quand on pénètre plus à fond dans l'étude des procédés de propagation, on constate l'insuffisance de cette théorie. Par contre, l'*optique des ondes* permet de saisir même les subtilités de la propagation. Il faut prendre garde cependant que l'*optique des rayons* constitue un cas limite de la science des ondes, d'ailleurs irréalisable en physique, c'est-à-dire quand la fréquence des vibrations tend vers l'infini (quand la longueur d'onde devient égale à zéro). A mesure que la longueur d'onde augmente, les propriétés optiques, encore apparentées à la lumière, s'évanouissent de plus en plus. Cela signifie en pratique que, pour les ondes hertziennes, la propagation n'est plus absolument entravée par des obstacles optiques; la *diffraction* permet aux ondes de se propager par exemple le long d'une surface sphérique. Ces phénomènes sont représentés à la fig. 1, qui permet de constater combien la diffraction gagne en importance à mesure que la longueur d'onde λ augmente. (Les courbes sont tirées du „Report of Committee on Radio Wave Propagation, London 1937“.)

Connaissant toute l'importance de la question de la longueur d'onde, la délégation suisse à la conférence européenne de radiodiffusion à Lucerne s'efforce d'obtenir des ondes convenables pour nos émet-

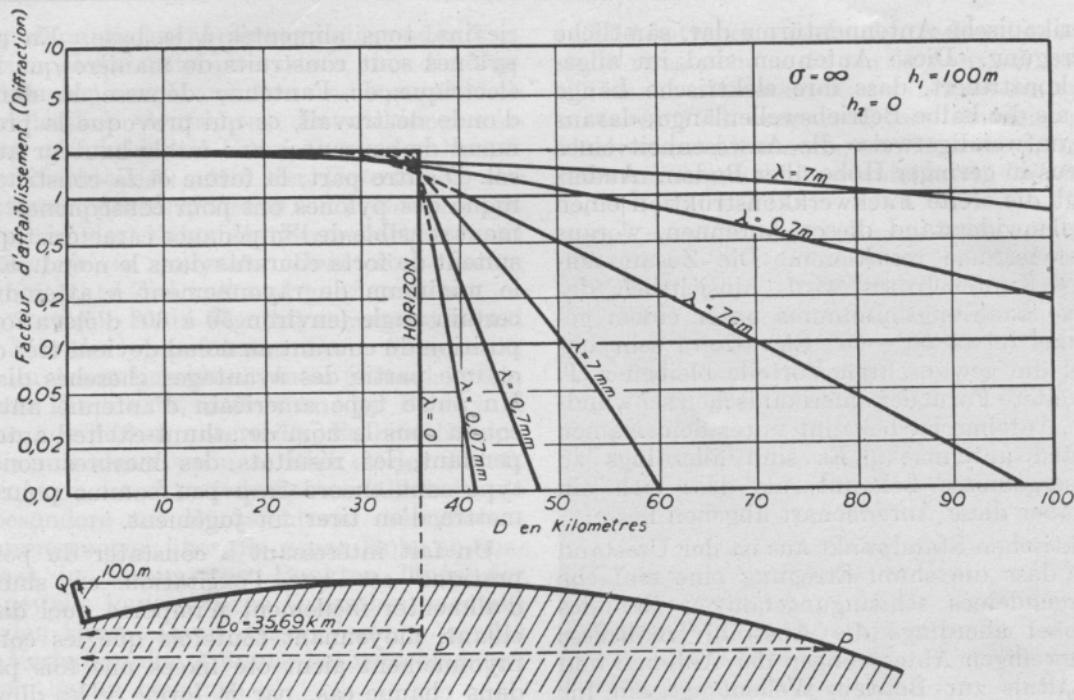


Fig. 1: Beugung in Abhängigkeit von der Wellenlänge. — Diffraction en rapport avec la longueur d'onde.

lung geeigneter Wellen für unsere Landessender bemüht. Besondere Anstrengungen wurden unternommen, um der Schweiz eine lange Welle wenigstens für Beromünster zu sichern. Diese Bemühungen mussten mit Rücksicht auf einen anderen wichtigen Dienst leider aufgegeben werden. In Würdigung der besonders schlechten Ausbreitungsverhältnisse erhielt aber der Landessender Beromünster wenigstens eine der besten Mittelwellen zugeteilt.

Es darf darauf hingewiesen werden, dass die angestrebte lange Welle das Empfangsproblem für das Gebiet des deutschschweizerischen Landessenders weitgehend gelöst hätte.

Mit der Zuteilung von Luzern sah sich die PTT-Verwaltung vor die Aufgabe gestellt, aus der erhaltenen Mittelwelle von 556 kc (539,4 m) ein Maximum herauszuholen, d. h. durch Anwendung eines geeigneten Antennensystems optimale Abstrahlverhältnisse zu schaffen.

Hier lassen wir eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten modernen Formen schwundmindernder Antennen folgen. Fig. 2. Die Typen a), b) und c)

teurs nationaux. Elle fit son possible, en particulier pour assurer à la Suisse une onde longue au moins pour la station de Beromünster. Elle dut malheureusement abandonner ses efforts et renoncer à ses prétentions au bénéfice d'un autre service plus important. Par contre, tenant compte des conditions de propagation particulièrement mauvaises, on attribua à notre poste national de Beromünster une des meilleures ondes moyennes.

Il convient de rappeler que l'*onde longue réclamée aurait permis de résoudre d'une façon très satisfaisante le problème de la réception dans le territoire du poste national de la Suisse allemande.*

La répartition faite à Lucerne plaça l'administration des PTT devant l'obligation de chercher à tirer le maximum de l'onde moyenne de 556 kc/s (539,4 m) qui lui avait été attribuée, c'est-à-dire de créer les meilleures conditions de rayonnement possibles en utilisant le système d'antenne le mieux approprié.

Nous donnons à la fig. 2 une reproduction des principaux types modernes d'antennes antifading. Les types a), b) et c) représentent des pylônes amé-

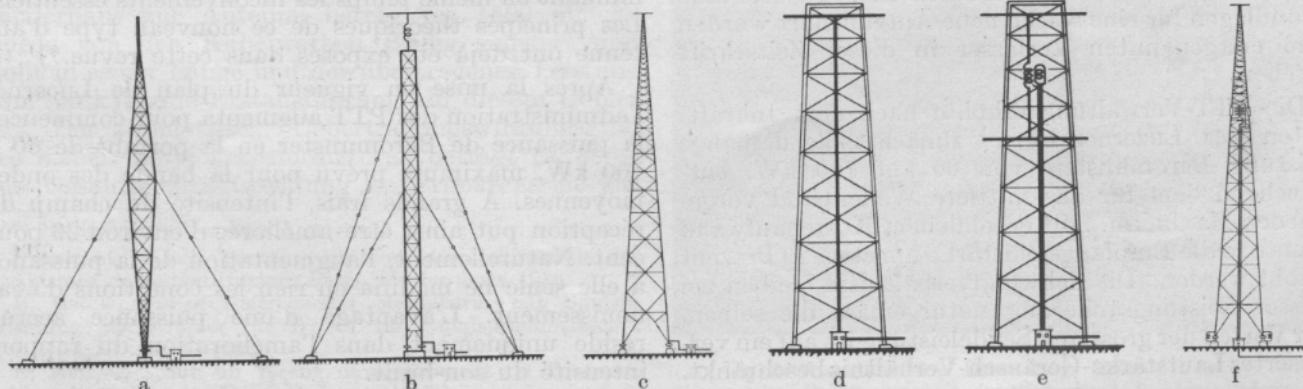


Fig. 2: Schwundmindernde Antennen. — Types d'antennes antifading.

stellen amerikanische Antennentürme dar, sämtliche mit Fusserregung. Diese Antennen sind im allgemeinen so konstruiert, dass ihre elektrische Länge grösser ist, als die halbe Betriebswellenlänge; daraus ergibt sich notwendigerweise die Anwesenheit eines Stromknotens in geringer Höhe über Boden. Anderseits bedingt die weite Fachwerkkonstruktion einen kleinen Wellenwiderstand dieser Antennen, woraus grosse Knotenströme resultieren. Die Zusammensetzung des Knotenstroms wird, hinsichtlich des angestrebten Strahlungsminimums unter einem gewissen Winkel (etwa 50°—60° Elevation), sehr ungünstig und die gewünschten Vorteile bleiben z. T. aus. Eine weitere Form der amerikanischen schwundmindernden Antenne ist bekannt unter dem Namen „shunt-excited antennae“. Es sind allerdings zu wenig Messergebnisse bekannt, als dass sich ein Werturteil über diese Antennenart abgeben liesse.

Vom praktischen Standpunkt aus ist der Umstand interessant, dass die shunt-Erregung eine einfache Speisung irgendeines schwingungsfähigen Gebildes erlaubt, wobei allerdings die Abstrahlverhältnisse durch die jeweiligen Abmessungen der Antenne und deren Verhältnis zur Betriebs-Wellenlänge ein für allemal festgelegt werden.

Die metallischen Fachwerkürme a), b) und c) sind amerikanische Entwicklungen, während die Typen d) und e) in Deutschland entstanden sind und zugleich die wichtigsten Formen europäischer schwundmindernder Antennen für den Mittelwellenbereich darstellen. Ihr konstruktives Merkmal ist der Holzturm, in welchem die eigentliche Linearantenne aufgehängt ist. Diese Holzturmantennen besitzen ausgezeichnete Strahlungseigenschaften, denen allerdings schwerwiegende konstruktive Nachteile, in der Holzkonstruktion selbst begründet, gegenüberstehen.

Im Sinne der für die Verwaltung entstandenen Aufgabe optimaler Ausnutzung der Beromünster zugeteilten Welle wurden seiner Zeit die bekannten, in 2) a—e dargestellten Antennenformen auf ihre Eignung nach verschiedenen Gesichtspunkten studiert. Eine Wahl wurde nicht getroffen; vielmehr unternahm es die Verwaltung, auf breiter Grundlage durch eigene Unternehmungen theoretischer und praktischer Art zu einem Antennentyp zu gelangen, der die mechanischen Vorteile der Metallkonstruktion mit den günstigen Strahleigenschaften der deutschen Holzturmantenne vereinigte unter gleichzeitiger Verminderung der wesentlichen Nachteile. Theoretische Grundlagen für eine solche neue Antennenart wurden vom erstgenannten Verfasser in dieser Zeitschrift gegeben.*)

Die PTT-Verwaltung erhöhte nach dem Inkrafttreten des Luzerner Planes zunächst die damalige Leistung Beromünsters von 60 auf 100 kW, entsprechend dem für das mittlere Wellenband vorgesehenen Maximum. Mit erheblichem Kostenaufwand konnte so die Empfangsfeldstärke um etwa 29 Prozent erhöht werden. Die Schwundverhältnisse bleiben bei blosser Leistungsänderung naturgemäß die selben. Der Vorteil der grösseren Sendeleistung ist auf ein verbessertes Lautstärke-Geräusch-Verhältnis beschränkt.

ricains, tous alimentés à la base. En général, ces pylônes sont construits de manière que la longueur électrique de l'antenne dépasse la demi-longueur d'onde de travail, ce qui provoque la présence d'un nœud de courant à une faible hauteur au-dessus du sol. D'autre part, la forme et la construction mécanique des pylônes ont pour conséquence un abaissement sensible de l'impédance caractéristique, d'où résultent de forts courants dans le nœud. Etant donné le minimum de rayonnement à atteindre sous un certain angle (environ 50 à 60° d'élevation), la composition du courant au nœud devient très défavorable et une partie des avantages cherchés disparaissent. Un autre type américain d'antenne antifading est connu sous le nom de „shunt-excited antennae“. Cependant, les résultats des mesures concernant ce type sont encore trop peu connus pour nous permettre d'en tirer un jugement.

Un fait intéressant à constater du point de vue pratique est que l'excitation en shunt permet d'alimenter facilement n'importe quel dispositif oscillant, moyennant toutefois que les conditions de rayonnement aient été fixées une fois pour toutes, dans chaque cas, par la forme et les dimensions de l'antenne et de son rapport avec la longueur d'onde de travail.

Les pylônes métalliques a), b) et c) sont de construction américaine, tandis que les types d) et e) sont d'origine allemande et représentent en même temps les formes les plus caractéristiques des antennes anti-fading pour la bande des ondes moyennes du développement européen. Leur construction est caractérisée par un pylône en bois dans lequel est suspendue l'antenne linéaire proprement dite. Si ces antennes possèdent d'excellentes qualités au point de vue du rayonnement, elles ont par contre de sérieux désavantages inhérents à la construction en bois.

Conformément à la tâche qu'elle s'était donnée de tirer le meilleur parti possible de l'onde attribuée à Beromünster, l'administration avait en son temps étudié, à différents points de vue, laquelle des formes d'antennes connues représentées sous 2) a—e répondait le mieux à ses besoins. Elle ne prit aucune décision, mais chercha par contre, en entreprenant elle-même des essais théoriques et pratiques sur une très large base, à créer un type d'antenne réunissant les avantages mécaniques de la construction métallique et les excellentes propriétés de rayonnement des antennes à pylônes de bois allemandes, tout en diminuant en même temps les inconvénients essentiels. Les principes théoriques de ce nouveau type d'antenne ont déjà été exposés dans cette revue.*)

Après la mise en vigueur du plan de Lucerne, l'administration des PTT augmenta pour commencer la puissance de Beromünster en la portant de 60 à 100 kW, maximum prévu pour la bande des ondes moyennes. À grands frais, l'intensité du champ de réception put ainsi être améliorée d'environ 29 pour cent. Naturellement, l'augmentation de la puissance à elle seule ne modifia en rien les conditions d'évanouissement. L'avantage d'une puissance accrue réside uniquement dans l'amélioration du rapport intensité du son-bruit.

*) N° 5, 1936. E. Metzler: „Ondes stationnaires et ondes progressives dans les antennes“.

Es folgten dann die erwähnten grundlegenden Versuche für eine neues Antennensystem, das die Vorteile der bekannten amerikanischen und europäischen (fast ausschliesslich deutschen) Entwicklung vereinigte unter gleichzeitiger Vermeidung der hauptsächlichsten Nachteile.*). Mit der Unterteilung der Eisenturmantenne, der Einführung von Verlängerungsinduktivitäten in der Nähe des Strombauches und der Energiezufuhr in geeigneter Höhe über Boden wurde das gesteckte Ziel voll und ganz erreicht.

Die neue Antenne ist in Fig. 2 f) schematisch und durch Fig. 3 in der ausgeführten Form dargestellt. Sie besteht im wesentlichen aus einem galvanisierten, 215 m hohen Eisenturm, isoliert an der Basis und in der Höhe von 146 m unterteilt. Es besteht eine Aehnlichkeit mit den Typen c) und e) der Fig. 2. Die Konstruktion ist ohne jede Schwerfälligkeit; sie wurde insbesondere mit Rücksicht auf die notwendigen Strommessungen über die ganze Höhe so ausgeführt, dass in bestimmten Punkten längs der Gurtungen jeweils $\frac{1}{4}$ des ganzen Querschnittstromes erfasst werden kann. Dank dieser Vorkehr ist das elektrische Verhalten der Antenne bei verschiedenen Einstellungen genau bekannt.

Die Bilder 4a und b wurden bei einer Messung am Spitzenschirm aufgenommen und zeigen den Turm in der Perspektive nach unten.

Die mechanische Konstruktion und Berechnung des Bauwerks wurde vom Ingenieurbureau Rud. Dick in Luzern ausgeführt. Die Lieferung der einzelnen Turmteile erfolgte durch bekannte Schweizer Eisenbaufirmen, nämlich die Eisenbaugesellschaft Zürich, Th. Bell in Kriens und Geilinger & Co. Winterthur.

Mit der Ausführung der gefährlichen Montage des Bauwerks wurde die Spezialfirma Gebrüder Rüttimann in Zug betraut.

Das kleine Antennenhaus im Zentrum der Turmbasis enthält Abstimm- und Kopplungsmittel für das ankommende koaxiale, im Boden verlegte Zuführungskabel und das in der Turmachse bis zur Plattform auf 146 m steigende Turmkabel. Auf dieser Höhe befindet sich ein Freiluft-Hochfrequenztransformator. Seine Aufgabe ist doppelter Art; er stellt die Impedanzanpassung des ankommenden Kabels an die Antenne her und übernimmt zudem mit der Sekundärwicklung die Rolle der oberen elektrischen Turmverlängerung. Fig. 5 zeigt einen Teil dieses Transformators am Turm selbst aufgenommen.

Die Gesamtlänge des Zuführungskabels vom Senderhaus zur Antenne beträgt ca. 1500 m. Es wurde von den Kabelwerken Brugg geliefert und stellt in seiner Länge und der übertragenen Leistung von 100 kW eine Erstausführung auf diesem Gebiet dar. Der kilometrische Uebertragungswirkungsgrad des Kabels ohne Transformatoren beträgt ca. 88%. Die Gesamtmehraufwendung an Primärenergie zur

*) Siehe hierzu: — *Voir à ce sujet:*

Document n° 291, première réunion intercontinentale des organismes de radiodiffusion, Paris, février-mars 1936.

E. Metzler, „Ein freitragender Metallturm mit Spulenbelastung als Strahler für Wellen im Rundspruchbereich“. Z. f. H. & El. Ak. 47 (1936).

E. Metzler, „Sur un récent développement de l'antenne pylone antifading.“ Journal des télécommunications n° 3, mars 1940.

Elle entreprit ensuite les recherches approfondies dont nous venons de parler pour un nouveau type d'antenne réunissant les avantages des types connus américains et européens (ces derniers presque exclusivement allemands) et réduisant en même temps leurs principaux inconvénients.*). On réussit pleinement

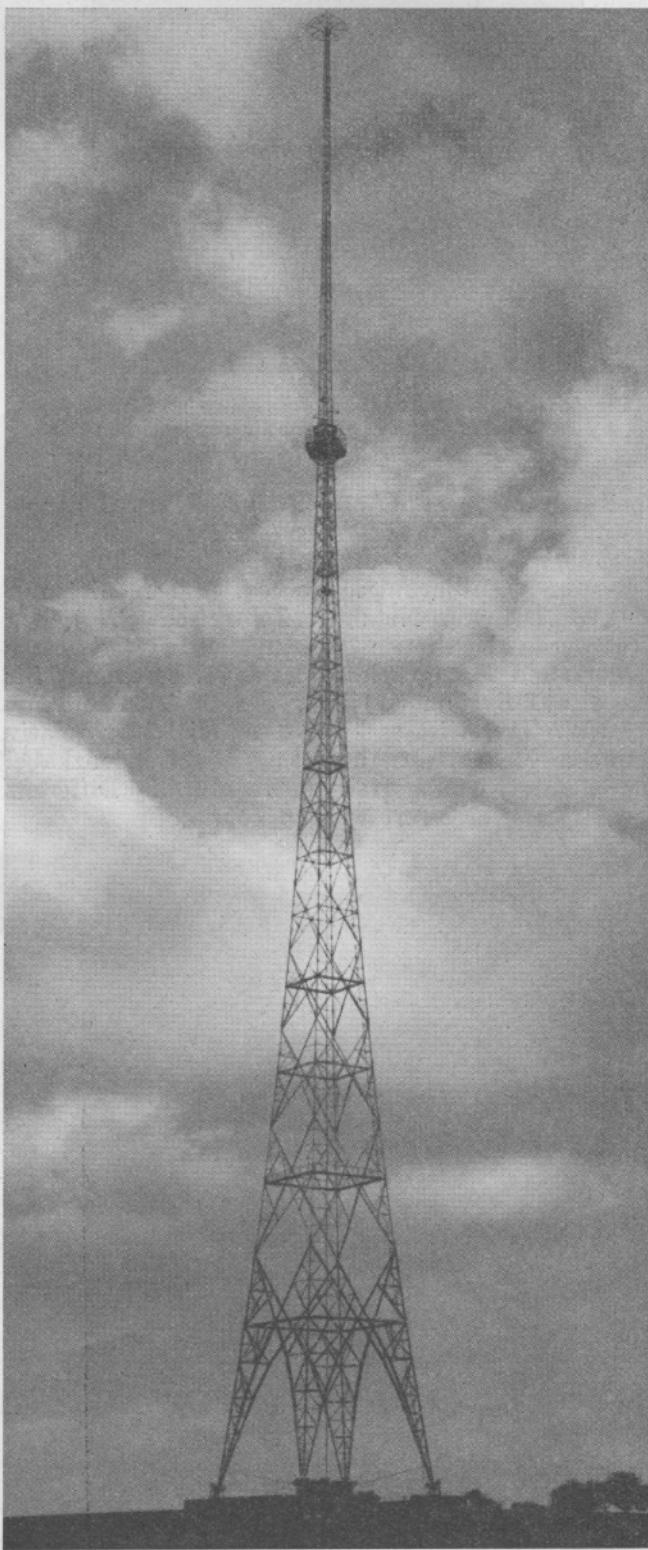


Fig. 3: Antennenturm Blosenberg, Höhe 215 m.
Pylône-antenne du Blosenberg, hauteur 215 m.
(Photo J. Gaberell, Thalwil) (III 1781 He)



Fig. 4a: Perspektive von der Turmspitze nach unten.
Vue en perspective prise du sommet du pylône.
(III 1779 He)

Speisung der neuen Antenne mit einer Eingangsleistung von 100 kW Träger (gemessen am Turm) gegenüber derselben Antennenleistung im alten T-System (Zuführungslänge ca. 100 m) ist nur 30 kW. Die vom Netz der Zentralschweizerischen Kraftwerke bezogenen Leistungen betragen, aus Zähler- und Maxigraphenablesungen bestimmt, für das alte T-System 546 kW, für die Turmantenne 576 kW. Dabei ist es klar, dass mit einer relativ geringen Mehrinvestierung im Hochfrequenzkabel der Gesamtwirkungsgrad leicht um die Differenz von 30 kW verbessert werden könnte.

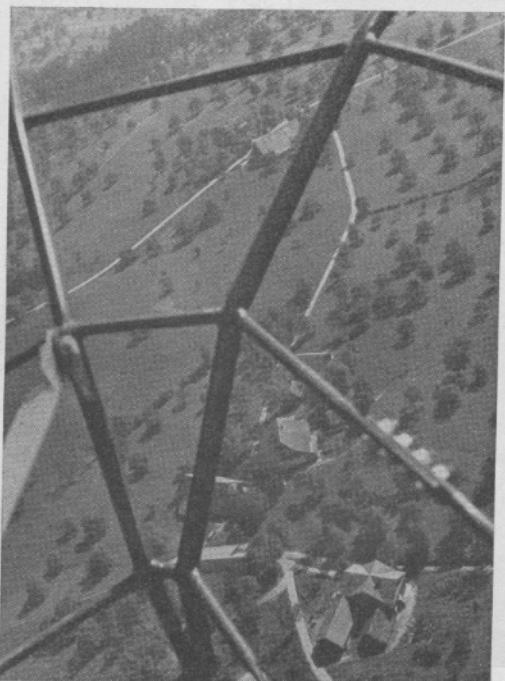


Fig. 4b: Blick auf die Umgebung des Turmes.
Coup d'œil sur les environs. (III 1780 He)

ment à atteindre ce but en sectionnant le pylône-antenne, en intercalant à proximité d'un ventre de courant une bobine de charge prolongeant la longueur électrique et en amenant l'énergie à une certaine hauteur au-dessus du sol.

Le nouveau pylône est représenté schématiquement à la fig. 2 f et dans sa forme définitive à la fig. 3. Il se compose essentiellement d'une tour de 215 m de haut, en fer galvanisé, isolée à sa base et sectionnée à une hauteur de 146 m. Il a une certaine ressemblance avec les types c) et d) de la fig. 2. Sa construction paraît légère; elle a été exécutée spécialement en vue de la nécessité de faire des mesures de courant sur toute la hauteur, et de telle façon qu'on puisse chaque fois mesurer $\frac{1}{4}$ du courant total à certains points déterminés le long des arêtes principales. Grâce à ce procédé, on connaît exactement les réactions de l'antenne au point de vue électrique dans les différentes positions.

Les photographies représentées à la fig. 4 a et b ont été prises à l'occasion d'une mesure effectuée au sommet du pylône. Elles montrent une perspective de la tour vers le bas.

Le calcul et l'exécution de la construction mécanique avaient été confiés au bureau d'ingénieur Rud. Dick à Lucerne. Les différentes pièces du pylône ont été fournies par des spécialistes suisses de constructions en fer: les entreprises Eisenbaugesellschaft à Zurich, Th. Bell à Kriens et Geilingen & Co. à Winterthour.

Le dangereux montage de la construction fut exécuté par la maison Gebrüder Rüttimann à Zug, spécialisée dans ce genre de travaux.

La maisonnette placée au centre de la base du pylône contient les dispositifs d'équilibrage et de couplage entre le câble coaxial souterrain et le câble montant dans l'axe du pylône jusqu'à la plate-forme située à 146 m de hauteur et où se trouve un transformateur haute fréquence monté en plein air. Ce transformateur remplit une double fonction: il établit l'équilibre entre l'impédance du câble arrivant et celle de l'antenne et, par l'enroulement secondaire, constitue une rallonge électrique de la tour. Une partie de ce transformateur, photographié sur la tour même, est représentée à la fig. 5.

Le câble d'aménée depuis la station d'émission jusqu'à l'antenne a une longueur totale d'environ 1500 m. Il a été fourni par les câbleries de Brugg et représente, par sa longueur et par la puissance de 100 kW qu'il transporte, une innovation dans ce domaine. Le rendement kilométrique du câble est d'environ 88%. L'augmentation d'énergie primaire utilisée pour alimenter la nouvelle antenne avec une puissance d'entrée de 100 kW de la porteuse (mesurée au pylône) par rapport à la même puissance d'antenne de l'ancien système en T (longueur d'aménée environ 100 m) n'est que de 30 kW. L'énergie fournie par le réseau des forces électriques de la Suisse centrale, déterminée suivant les relevés des compteurs et des maxigraphes, est de 546 kW pour l'ancien système T contre 576 kW pour le pylône-antenne. Il est donc clair que, moyennant quelques frais supplémentaires relativement peu élevés pour le câble haute fréquence, on arriverait facilement à

Dem geringen Mehraufwand an Primärleistung steht anderseits eine bedeutende Erhöhung der Bodenfeldstärke gegenüber. Diese wurde aus Nah- und Fernmessungen zu ca. 40% bestimmt. Das in Fig. 6 dargestellte Horizontalstrahlungsdiagramm zeigt die Intensitäten des alten Antennensystems im Vergleich zu denen der Turmantenne. Durch Planimetrierung ergibt sich ein mittlerer Ueberschuss von 35—40% zu Gunsten der neuen Antenne. Die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens wird klar, wenn man bedenkt, dass eine Feldstärkeerhöhung von 29% durch Vergrösserung der Sendeleistung einen Aufwand von rund 500 000 Fr. erforderte, dem gegenüber die neue Anlage mit einem Kostenbetrag von weniger als der Hälfte dieser Zahl einen Gewinn von 35—40% brachte (40% bei tiefer Knotenlage).

Die Messergebnisse hinsichtlich der Stromverteilungen am Turm lassen sich sehr schön mit den seiner Zeit angestellten Berechnungen vergleichen. Zur Illustration geben wir unter Fig. 7 a und b zwei typische gemessene Stromverteilungen der neuen Antenne. Die erste Figur entspricht der oben erregten, die zweite der fuserregten Antenne. Im erwähnten Artikel dieser Zeitschrift vom 1. X. 1936, Seite 167, finden sich unter Fig. 8 und Fig. 9 die entsprechenden, rechnerisch ermittelten Diagramme mit etwas grösserem Strommaßstab dargestellt. Die grundsätzliche Uebereinstimmung ist sehr deutlich ausgeprägt.

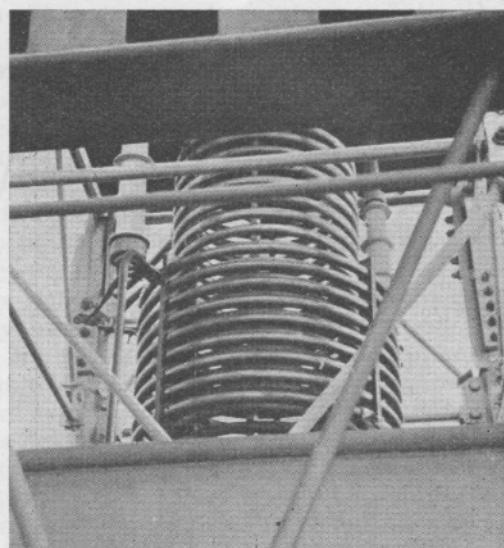


Fig. 5: Freilufttransformator am Turm aufgenommen.
Transformateur monté en plein air sur le pylône.
(III 1778 He)

améliorer le rendement total même jusqu'à concurrence de la différence de 30 kW.

Le modeste surplus de consommation d'énergie est compensé par une sensible augmentation de l'intensité de champ à la surface du sol, augmentation

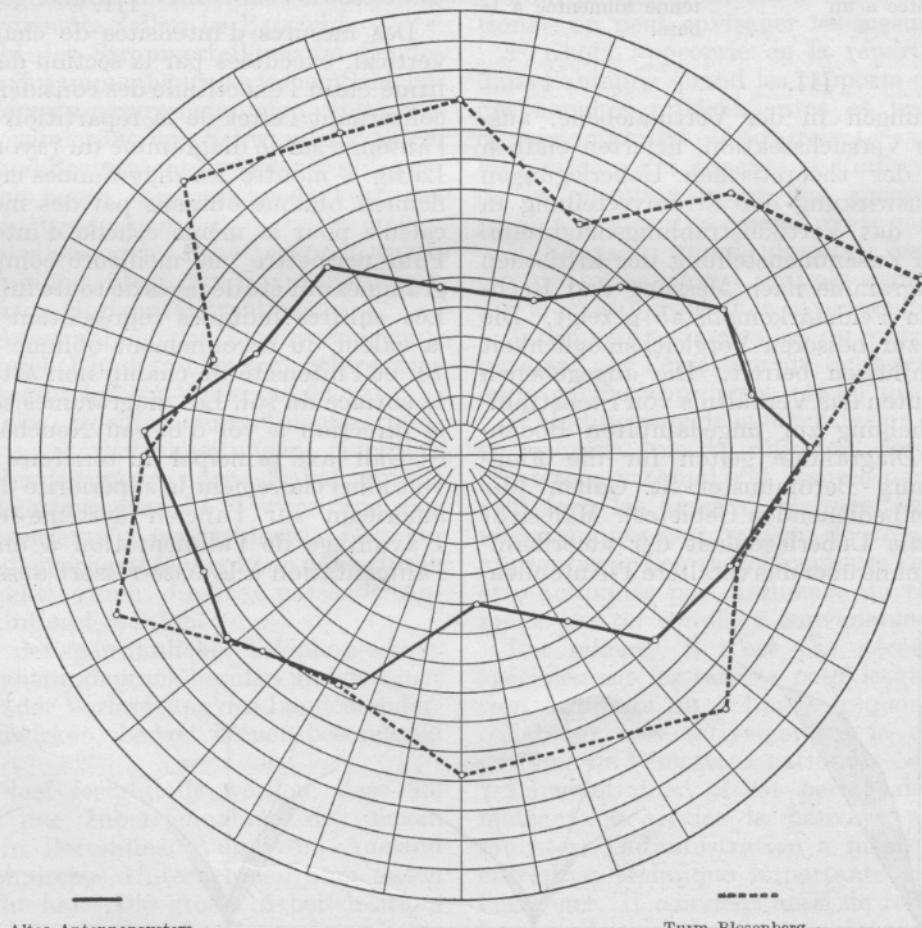


Fig. 6: Horizontalstrahlungsdiagramme des alten und des neuen Systems bei gleicher Antennenleistung.
Diagrammes de rayonnement horizontal de l'ancien et du nouveau système avec la même puissance d'antenne.

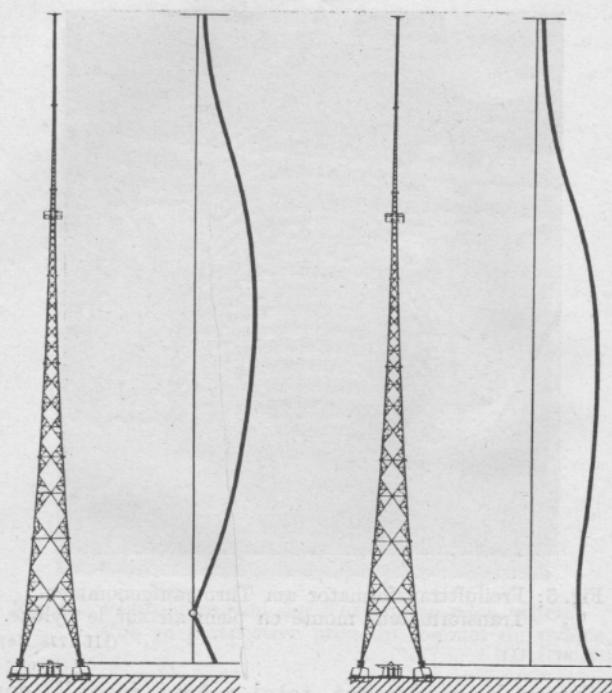


Fig. 7a: Gemessene Stromverteilung, Turm oben erregt.
Mesure de la répartition du courant. Antenne alimentée à un point élevé.

Fig. 7b: Gemessene Stromverteilung, Turm fasserregt.
Mesure de la répartition du courant. Antenne alimentée à la base.

III.

Feldstärkemessungen in der Vertikalebene, ausgeführt durch die Versuchssektion, lieferten endlich die Bestätigung der theoretischen Überlegungen betreffend die Auswirkung der Stromverteilung in der Antenne auf das Vertikalstrahlungsdiagramm. In Fig. 8 ist eine Zusammenstellung der kritischen Steilstrahlungsdiagramme nach Messung und Rechnung bei gleichem Feldstärkemaßstab gezeigt. Die Diagramme sind zur besseren Vergleichsmöglichkeit von äusseren Einflüssen befreit. Die angegebenen Zahlenwerte bedeuten das Verhältnis von Steilstrahlwert bei 70° Erhebung zur ungedämpften Bodenfeldstärke. Die Diagramme gelten für die Flugrichtung Neuenburg - Beromünster - St. Gallen (die Hauptachse des zu bedienenden Gebietes). Man sieht bereits deutlich die Überlegenheit der amerikanischen Einturmantenne über das veraltete T-Antennen-

que des mesures faites à petites et à grandes distances permettent d'évaluer à environ 40%. Le diagramme de rayonnement horizontal représenté à la fig. 6 montre les intensités obtenues avec l'ancien système d'antenne comparées à celles obtenues avec le pylône-antenne. L'évaluation planimétrique fait constater qu'on obtient un excédent moyen de 35 à 40% en faveur de la nouvelle antenne. Le rendement économique de l'entreprise devient encore plus apparent quand on pense que, pour augmenter de 29% l'intensité de champ en élevant la puissance d'émission, il a fallu dépenser environ 500 000 fr. alors que, pour un montant inférieur à la moitié de cette somme, la nouvelle installation a permis de réaliser un gain de 35 à 40% (40% quand le nœud est bas).

Les résultats des mesures faites au sujet de la répartition du courant dans l'antenne peuvent très bien être comparés aux calculs établis en son temps. Ils sont illustrés par les fig. 7 a et b qui montrent deux répartitions typiques du courant dans la nouvelle antenne. La première figure concerne une antenne alimentée à un point élevé, la seconde une antenne alimentée à la base. A la page 167 du numéro du 1. X. 1936 de ce périodique, dans l'article que nous avons déjà cité, on trouvera aux fig. 8 et 9 les diagrammes correspondants calculés avec une échelle de courant un peu plus élevée. La concordance de principe est très visiblement marquée.

III.

Des mesures d'intensités de champ dans le plan vertical, exécutées par la section des essais, ont confirmé enfin l'exactitude des considérations théoriques concernant l'effet de la répartition du courant dans l'antenne sur le diagramme du rayonnement vertical. La fig. 8 montre les diagrammes critiques du rayonnement oblique obtenus par des mesures et par des calculs pour la même échelle d'intensité de champ. Pour permettre une meilleure comparaison, les diagrammes ont été dégagés de toute influence extérieure. Les chiffres indiqués représentent le rapport entre la valeur du rayonnement oblique sous un angle de 70° et l'intensité de champ non atténuee, mesurée à la surface du sol. Les diagrammes sont valables pour la direction à vol d'oiseau Neuchâtel-Beromünster-St-Gall (axe principal du territoire à desservir). On voit ainsi clairement la supériorité du pylône-antenne américain sur l'ancien système d'antenne en T. L'avantage de l'alimentation à un point élevé sur l'alimentation à la base ressort aussi très nettement.

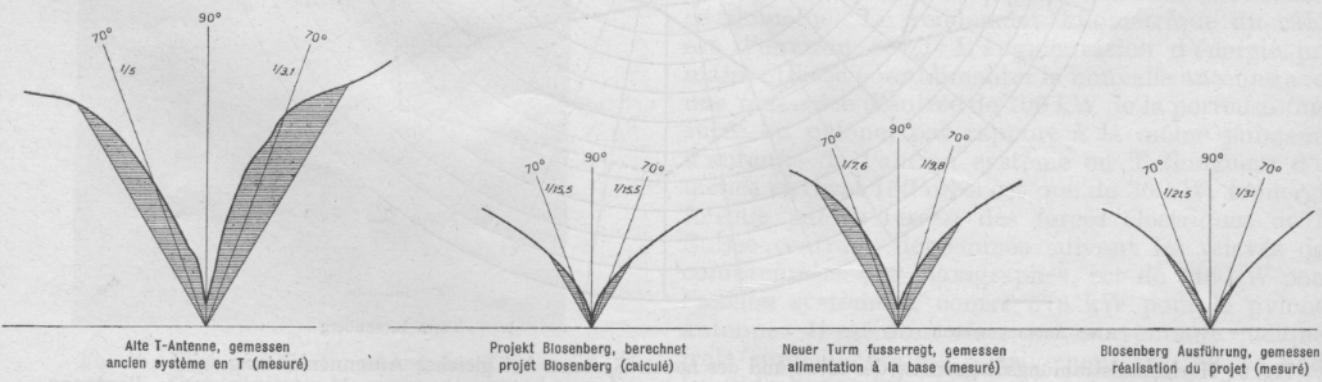


Fig. 8: Vertikalstrahlungsdiagramme — Diagrammes de rayonnement dans le plan vertical.

system. Ebenso deutlich geht aber auch der Vorteil der Obenspeisung über die Fußspeisung hervor.

Die gemessenen Diagramme zeigen bei der Aufnahme z. T. starke periodische Schwankungen, die sekundären Einflüssen zuzuschreiben sind. Durch *Reflexion* und *Beugung* der Bodenstrahlung an *Berghängen* und -kämmen entsteht nämlich eine Zusatzstrahlung, die unter Umständen *schädliche Wirkung* zur Folge haben kann. Diesbezügliche Versuche zur Abklärung sind in Vorbereitung begriffen.

Bereits aber haben die vergleichenden Schwundmessungen den günstigen Einfluss der Abflachung des Vertikalstrahlungsdiagramms eindeutig erwiesen. Zur Bestimmung der neuen Schwundgrenzen sind noch ausgedehnte systematische Messungen notwendig.

Wenn sich auch die neuen Empfangsverhältnisse von Beromünster in ihrer Gesamtheit heute noch nicht überblicken lassen, so steht der Erfolg für gewisse Gebiete bereits fest; so darf heute mit einem schwundfreien Empfang bis zum Bodensee gerechnet werden.

IV.

Es ist klar, dass mit der optimalen Ausnutzung der dem Landessender Beromünster zugeteilten Welle das Empfangsproblem nur teilweise gelöst werden kann. Darüber war sich die Verwaltung von jeher klar. Abzuklären blieb der Umfang der praktischen Auswirkung des verbesserten Strahlungssystems.

Als weitere Möglichkeiten für die Verbesserung des Landessenderdienstes fallen in Betracht:

1. Geeignete Wahl der Stromverteilung am Sendeturm, wenn die Zusammenhänge zwischen Schichthöhen und Verzerrungerscheinungen abgeklärt sind. Eine Koordinierung von Schwundcharakter, Schichthöhen und Beeinträchtigung der Empfangsqualität fehlt bis heute. Entsprechende Versuche sind in Aussicht genommen.
2. Versuch einer Bedienung der Schattenzonen durch direkte Einstrahlung über die Heavisideschicht mit unterdrückter Horizontalstrahlung.
3. Gleichzeitige Ausstrahlung des Landessenderprogramms durch den Rundstrahler von Schwarzenburg auf geeigneter kurzer Welle (48,66 m).
4. Abwandlung des Hochfrequenz-Telephonrundspruchs, indem Starkstromleitungen, Lichtleitungen, Telephonleitungen oder -Kabel mittels geeigneter Trägerfrequenz die Verbreitung des Landessenderprogramms übernehmen. Der gewöhnliche Rundspruchempfänger kann dabei durch Feldwirkung oder durch direkte, passende Ankopplung beeinflusst werden.

Dass daneben der gewöhnliche Telephon- bzw. Hochfrequenz-Drahtrundspruch berufen und geeignet ist, weitgehend an der Verbreitung des Landessenderprogramms mitzuwirken, bedarf keiner besonderen Begründung.

Abschliessend darf festgestellt werden, dass die Verwaltung mit der Inbetriebnahme der neuen Antennenanlage in Beromünster ein vom Ausland unabhängiges technisches Unternehmen zum guten Abschluss gebracht hat. Die grosse Arbeitsleistung des gesamten Personals des Landessenders Beromünster verdient hier besonders lobenswerte Erwähnung.

(Eingegangen April 1940.)

Les diagrammes accusent en partie de fortes fluctuations périodiques dues à des influences secondaires. La *réflexion* et la *diffraction* du rayonnement horizontal contre les flancs et les crêtes des montagnes donnent naissance, en particulier, à un rayonnement secondaire qui, dans certains cas, peut avoir un effet nuisible. Des essais pour le déterminer sont en voie de préparation.

Cependant, les mesures comparatives d'évanouissement ont déjà démontré d'une façon absolue l'influence favorable de l'aplatissement du diagramme de rayonnement vertical. Pour déterminer les nouvelles limites d'évanouissement, des mesures systématiques étendues sont encore nécessaires. Si l'on ne peut pas encore, aujourd'hui, avoir une vue d'ensemble des nouvelles conditions de réception de Beromünster, on peut toutefois constater que, pour certaines régions, le succès a déjà couronné nos efforts et l'on peut compter que la réception sera exempte de fading jusqu'au lac de Constance.

IV.

Il est évident qu'en tirant un profit maximum de l'onde attribuée à l'émetteur national de Beromünster, on ne pouvait résoudre qu'en partie le problème de la réception. L'administration en était convaincue d'avance. Il reste à savoir jusqu'où peut s'étendre l'effet pratique de l'amélioration du système de radiation.

Pour améliorer encore le service de l'émetteur national, on peut envisager les mesures suivantes:

1° Choix approprié de la répartition du courant dans l'antenne quand les rapports entre les hauteurs des couches réfléchissantes et les phénomènes de distorsion auront été éclaircis. Le caractère du fading, les hauteurs des couches et l'influence sur la qualité de la réception n'ont pas encore été coordonnés jusqu'à ce jour. Des essais ont été envisagés à ce sujet.

2° Essais en vue de desservir les zones de silence par un rayonnement indirect depuis la couche Heaviside en supprimant le rayonnement horizontal.

3° Emission simultanée du programme du poste national par l'émetteur de Schwarzenbourg sur une onde courte appropriée (48,66 m).

4° Modification de la télédiffusion à haute fréquence en ce sens que la diffusion des programmes de l'émetteur national soit assurée par les lignes à courant fort, les lignes d'éclairage, les lignes et câbles téléphoniques, au moyen de fréquences porteuses appropriées. Les radiorécepteurs ordinaires peuvent être actionnés par l'influence du champ ou directement par un couplage convenable.

Par ailleurs, il n'est pas nécessaire d'expliquer spécialement les raisons pour lesquelles la télédiffusion ordinaire ou à haute fréquence est appelée à collaborer très activement à la diffusion du programme de l'émetteur national.

Pour terminer, il est permis de constater qu'en mettant en service la nouvelle antenne de Beromünster, l'administration a mené à bonne fin une entreprise technique importante sans le secours de l'étranger. Il convient aussi de relever spécialement le travail considérable fourni par tout le personnel de la station émettrice de Beromünster.

(Cet article nous est parvenu au mois d'avril.)