

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 33 (1942)
Heft: 23

Artikel: Ein batteriegespeicherter Allwellenempfänger
Autor: Grob, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061689>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 24.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

den grössern konstruktiven Dimensionen) verwendbar.

4. Weil die Schwingungsfrequenz nicht durch die Rollkreisfrequenz bestimmt ist, sondern durch dessen fortschreitende Geschwindigkeit, können viel leichtere permanente Magnete als beim Magnetron verwendet werden. (Beispiel: 350 Gauss statt 1300 für 10 cm Wellenlänge.)

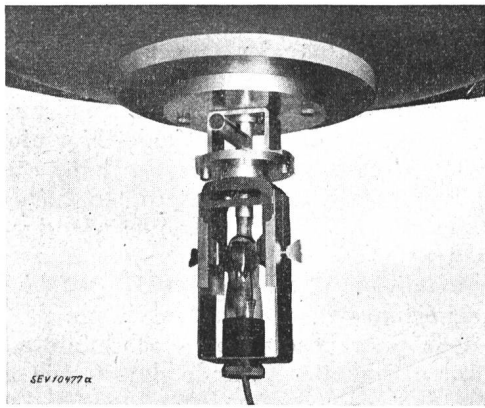


Fig. 9.

Turbator an Richtspiegel befestigt.

Die Gegenüberstellung der Steuerkurven (Fig. 8) von Magnetron und Turbator, wie dieser neue Generator bezeichnet wird, zeigt, dass mit diesem Elektronenmechanismus bei ca. 100mal grösserer Leistung (einige W) ohne Stabilisierungsgeräte eine stabile Schwingung mit eindeutiger Wellenlänge erhalten werden kann. Die anfangs besprochene

Stromsteuerung mit Magnetfeld (respektive Anodenspannung) dient jetzt als Intensitätssteuerung der Hochfrequenzenergie. Der Elektronenmechanismus ist komplizierter als beim Klystron, dafür ist der konstruktive Aufbau des Generators äusserst einfach, bestehend aus vier Elementen (Resonator, zwei Seitenplatten und eine Wolframwendel), was sicher für die Technik von Vorteil ist.

Fig. 9 zeigt einen Sender mit Permanent-Magnet, an einem Hohlspiegel befestigt; der Regenschutz ist entfernt.

Der Referent demonstriert an einigen Modellen, dass es Brown Boveri gelungen ist, äusserst einfache, technisch brauchbare Mikrowellen-Sender und -Empfänger für die Richtstrahltechnik zu bauen.

Diskussion

Der Vorsitzende: Ich möchte Herrn Dr. Lüdi für seinen Vortrag auf das herzlichste danken, insbesondere dafür, dass er sich der Mühe unterzogen hat, uns Experimente vorzuführen. Wir kennen alle die Mühen und Schwierigkeiten, Experimente in einem Vortragssaal zu improvisieren, wo man nicht ganz zu Hause ist. Dass die Experimente so schön gelungen sind, beweist uns die grosse Sorgfalt ihrer Vorbereitung.

Der Vortrag von Herrn Dr. Lüdi führt in ein ganz neues Gebiet, in Neuland, das in mancher Hinsicht noch nicht genau umrissen ist, in dem aber noch manche wertvolle Entdeckung zu machen sein wird. Es wäre im Grunde viel zu diskutieren; jedoch ist die Zeit so vorgeschritten, dass ich Herrn Dr. Lüdi bitten möchte, uns über dieses und jenes am Nachmittag weitere Auskunft zu geben.

Ich muss leider die folgenden Referenten bitten, sich recht kurz zu fassen, damit wir unser Programm reibungslos abwickeln können. Ich bitte nun Herrn Grob, seinen Vortrag zu halten.

Ein batteriegespeicherter Allwellenempfänger

Referat, gehalten an der 6. Hochfrequenztagung des SEV am 6. Juni 1942 in Bern
von O. Grob, Uster

Es werden Forderungen für einen Allwellenempfänger, der speziell zum Empfang schwacher Hochfrequenz-Signale bestimmt ist, aufgestellt und Aufbau und Arbeitsweise eines Apparates, der diesen Bedingungen genügt, kurz beschrieben.

Le conférencier précise les exigences qui peuvent être posées à un récepteur toutes ondes, destiné notamment à la réception de faibles signaux à haute fréquence. Il décrit brièvement le montage et le fonctionnement d'un appareil qui satisfait à ces exigences.

Der zu besprechende Allwellenempfänger dient hauptsächlich zum Empfang radiotelephonischer und radiotelegraphischer Uebermittlungen. Er ist daher besonders für diesen Zweck entworfen und gebaut. Natürlich gestattet er auch den Empfang von Rundfunkmusik usw., er gibt jedoch für diesen Verwendungszweck keine Höchstleistungen.

Der gute Empfang von Sendern, die am Empfangsort eine grosse Feldstärke erzeugen, bereitet heute keinerlei Schwierigkeiten mehr. Beim Empfang militärischer oder kommerzieller Nachrichten kommt es aber sehr oft vor, dass die Empfangsfeldstärke ausserordentlich klein ist. Man denke nur an die Zeiten starken Fadings oder an den Fall, dass Stationen abgehört werden müssen, deren Sendungen gar nicht für uns bestimmt sind.

Welches sind nun die Forderungen an einen Empfänger, der hauptsächlich zum Empfang solcher schwacher Signale benützt wird?

1. Der Empfänger muss möglichst empfindlich sein, d. h., auch sehr kleine von der Antenne aufgenommene Signalspannungen müssen zu genügender Lautstärke verstärkt werden können. Die Verstärkung muss dabei so erfolgen, dass an den Ausgangsklemmen des Empfängers möglichst wenig in der Antenne noch vorhandene Störungen (sogenanntes Empfängerrauschen) entstehen.

2. Der Empfänger muss äusserst selektiv sein, d. h. gerade nur dasjenige Frequenzband verstärken, das wir zum Verstehen der Meldung unbedingt benötigen; alles andere bringt zusätzliche Störungen.

3. Der Empfänger muss eine sogenannte Amplitudenbegrenzung besitzen, denn es ist einem geübten Ohr ohne weiteres möglich, eine gewünschte Meldung noch zu verstehen, wenn gleichzeitig Störungen (oder andere Signale) von gleicher Stärke wie das erwünschte Signal zu ihm gelangen. Die Ampli-

tudenbegrenzung ist nun im Stande, störende Signale wenigstens auf das Niveau des erwünschten Signales hinunterzudrücken; sie ermöglicht somit den Empfang einer Meldung, die ursprünglich stark von Störsignalen überdeckt war.

4. Der Empfänger muss zum Anschluss einer Rahmenantenne geeignet sein; denn eine solche gestattet in vielen Fällen die Elimination einer lästigen Störung.

5. Der Empfänger darf nur wenig Energie konsumieren, denn der Empfang gewisser besonders schwacher Stationen ist oft nur auf Anhöhen oder Berggipfeln möglich. Mangels eines elektrischen Netzes muss dann die Speisung aus Batterien erfolgen.

6. Der Empfänger muss verhältnismässig einfach zu bedienen sein, damit gewünschte Stationen rasch und sicher eingestellt werden können.

Im folgenden sei gezeigt, wie alle diese Forderungen für den gesamten Wellenbereich von 5 bis 3000 m beim Empfänger E 41 schaltungstechnisch weitgehend erfüllt worden sind.

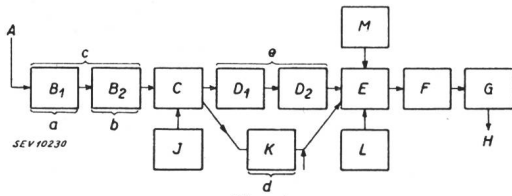


Fig. 1.

Blockschema des Allwellenempfängers E 41

A Antenne. B₁ Erste Hochfrequenzstufe. B₂ Zweite Hochfrequenzstufe. C Mischstufe. D₁ Erste 465-kHz-Zwischenfrequenzstufe. D₂ Zweite 465-kHz-Zwischenfrequenzstufe. E Demodulationsstufe. F Erste Niederfrequenzstufe. G Endstufe. H Hörer. J Hilfsoszillator. K 70-kHz-Zwischenfrequenzstufe. L 70kHz-Beat-Oszillator. M 465-kHz-Beat-Oszillator. a Erste Mischstufe für die Bereiche VIII bis X. b Erster Hilfsoszillator für die Bereiche VIII bis X. c Arbeitet nur in den Bereichen I bis VII als HF-Verstärker. d Arbeitet nur in den Bereichen I bis III. e Arbeitet nur in den Bereichen IV bis X.

In Fig. 1 ist die gesamte Schaltung als Blockschema dargestellt. Der Empfänger besitzt 2 Hochfrequenzverstärkerstufen und 1 Mischstufe mit separatem Hilfsoszillator. Damit der ganze Wellenbereich lückenlos überstrichen werden kann, sind zwei vollständige Zwischenfrequenzverstärker vorhanden, nämlich ein einstufiger Zwischenfrequenzverstärker für 70 kHz und ein zweistufiger für 465 kHz. Für den Empfang tonloser Telegraphie besitzt jeder Zwischenfrequenzverstärker einen eigenen Beat-Oszillator. Die Demodulation erfolgt in einer als Diode geschalteten Hochfrequenzpentode. Zwei Niederfrequenzverstärkerstufen sorgen für die Erreichung einer genügenden Ausgangsleistung.

Der ganze Frequenzbereich von 100 kHz bis 60 MHz wird mittels 10 auswechselbaren Spulensätzen überstrichen. Der Wechsel der Zwischenfrequenz von 70 kHz auf 465 kHz erfolgt dabei automatisch beim Einsetzen der entsprechenden Spulensätze; und zwar ist für Empfangsfrequenzen von 100 bis 750 kHz der 70-kHz-Zwischenfrequenzverstärker in Betrieb, während von 750 kHz bis 12 MHz der 465-kHz-Zwischenfrequenzverstärker arbeitet.

Bei den Empfangsfrequenzen über 12 MHz wird eine zweimalige Frequenztransponierung vorgenommen. Die ersten beiden Röhren arbeiten nicht mehr als Hochfrequenzverstärker, sondern die eine als erste Mischröhre, die andere als erste Hilfsoszillatortröhre. Die erste gebildete Zwischenfrequenz hat keinen konstanten Wert, sondern variiert über den Bereich eines Spulensatzes von 1,5...3,2 MHz. Diese erste und variable Zwischenfrequenz bietet die folgenden Vorteile:

1. Die Gesamtempfindlichkeit des Empfängers wächst, da die erste Transponierungsverstärkung und die Verstärkung der ersten Zwischenfrequenz wesentlich höher getrieben werden kann als eine zweistufige Verstärkung bei so hohen Frequenzen (bei Verwendung von direkt geheizten, normalen Röhren).

2. Der Frequenzbereich des ersten Hilfsoszillators kann pro Spulensatz um 1,7 MHz verringert werden, wodurch ein gleichmässigeres Schwingen erreicht wird.

3. Die Spiegelfrequenzempfindlichkeit des Empfängers wird durch die hohe Zwischenfrequenz wesentlich günstiger. Sie wird zudem über das ganze Band ausgeglichener, da beim Ueberstreichen des Bandes der Spiegelfrequenzabstand wächst, wenn das L/C-Verhältnis der Vorkreise in bezug auf Vorselektion ungünstiger wird.

Die zweite Zwischenfrequenz beträgt bei doppelter Ueberlagerung 465 kHz.

Die mit dieser Schaltung erreichten Empfindlichkeiten sind aus Fig. 2 ersichtlich.

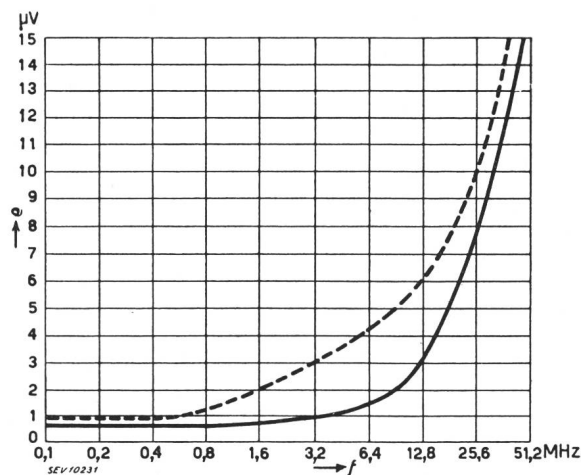


Fig. 2.

Verlauf der Empfindlichkeit des Empfängers E 41 in Funktion der Frequenz

f Empfangsfrequenz. e Empfindlichkeit.
 — Benötigte Eingangsspannung f. 50 mW Ausgangsleistung.
 - - - - Benötigte Eingangsspannung für höchstens 10 % Rauschspannung.

Bei der Messung dieser Empfindlichkeiten entsprach die Kunstantenne bei den Langwellenbereichen einer Rahmenantenne von 1 m² Fläche und 11 Windungen, bei den Kurzwellenbereichen einer Stabantenne von 2,5 m Höhe. Der Modulationsgrad des Meßsenders betrug immer 30%, die Modulationsfrequenz 400 Hz.

Die Bandbreite des Empfängers ist in drei Stufen regulierbar. In der Stellung «breit» beträgt die Halbwertbreite durchschnittlich 5 kHz, in der Stellung «mittel» 3 kHz. In den Langwellenbereichen sind die Halbwertbreiten naturgemäss etwas kleiner, in den Kurzwellenbereichen etwas grösser als die genannten Werte.

Die Stellung «schmal» schaltet in den 465-kHz-Zwischenfrequenzverstärker ein Quarzfilter, das absoluten Einseitenbandempfang ermöglicht. Bei

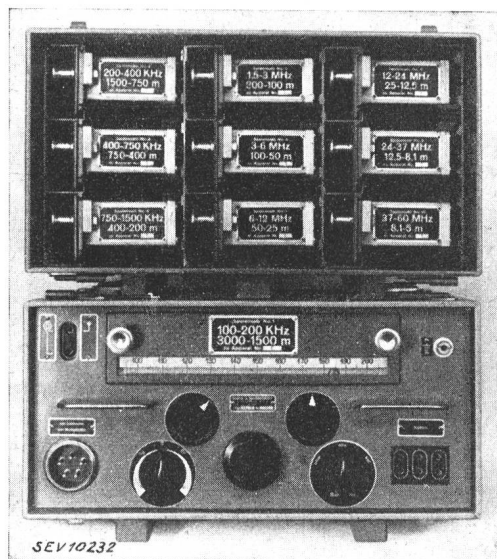


Fig. 3.

Ansicht des Empfängers mit Spulenkasten

den Langwellenbereichen (mit 70 kHz ZF) arbeitet in der Stellung «schmal» der Niederfrequenzverstärker für die Frequenz von 900 Hz selektiv, so dass hier ebenfalls eine Bandbreite von nur

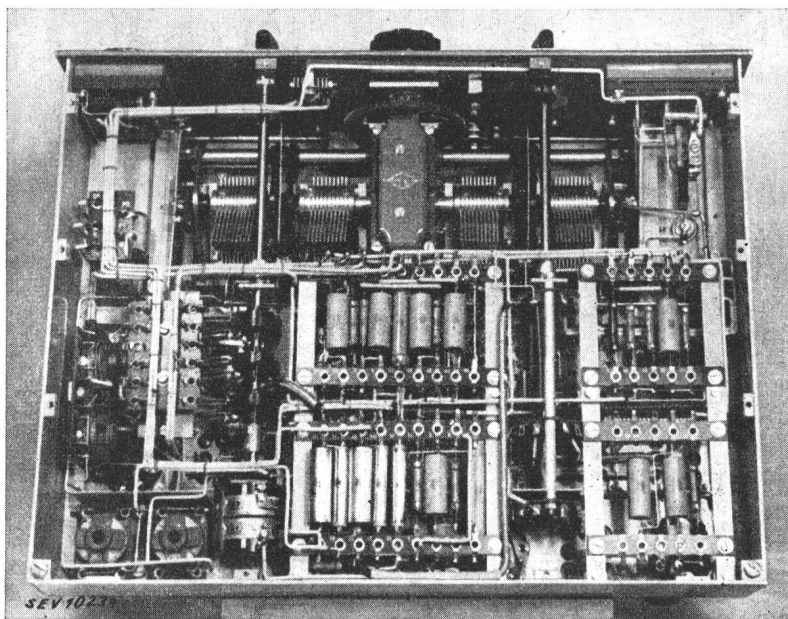


Fig. 4.

Innerer Aufbau des Empfängers
(von unten)

50...100 Hz entsteht. Da diese Selektion erst in der Niederfrequenz vorgenommen wird, ergibt sie naturgemäss keinen Einseitenbandempfang.

Die Amplitudenbegrenzung zur Verminderung von Störungen erfolgt direkt an den Hörerklemmen durch zwei parallel geschaltete Selengleichrichter, deren Durchlassrichtung entgegengesetzt ist. Die Begrenzung beginnt bei einem Niveau von 2 mW. Da normalerweise zwei Kopfhörer angeschlossen werden, ergibt sich pro Kopfhörer eine maximale

Leistung von 1 mW. Praktische Versuche mit mehreren «empfangsgewohnten» Personen haben ergeben, dass bei dieser Begrenzung im Störpegel fast

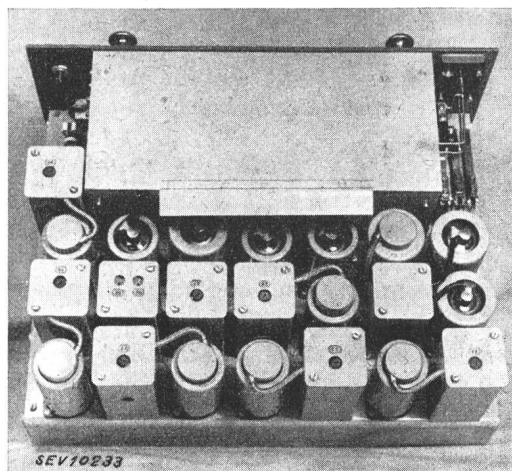


Fig. 5.

Innerer Aufbau des Empfängers
(von oben)

verschwindende Signale noch am besten empfangen werden können.

Für an und für sich schon gute Signale wirkt die Amplitudenbegrenzung durch ihre zusätzlichen Verzerrungen naturgemäss ungünstig. Der Empfänger besitzt deshalb für diese Fälle ein besonderes Ausgangsklemmenpaar, auf das keine Amplitudenbegrenzung wirkt. Es gibt eine maximale Tonfrequenzleistung von 0,5 W ab.

Es sei noch bemerkt, dass der ganze Empfänger mit 3 verschiedenen Röhrentypen ausgerüstet ist, nämlich:

- 9 Batteriepentoden Typ KF 3
- 2 Batteriehexoden Typ KH 1
- 1 Batteriedoppeltriode Typ CB 220

Diese Röhren ergeben eine gesamte Leistungsaufnahme von:

- 6 V; 0,47 A für die Heizung
- 120 V; 30 mA für die Anoden

Wird der Empfänger über einen Wechselrichter vollständig aus einem 6-V-Akkumulator gespeisen, so beträgt die Leistungsaufnahme:

6 V; 2,7 A

Fig. 3 zeigt die praktische Ausführung des Empfängers und des zugehörigen Kastens zum Aufbewahren der Spulensätze. Man erkennt darin, dass jeder Spulensatz direkt in kHz oder MHz geeicht ist. Die Eichskala ist durchsichtig, so dass der

dahinterliegende mit dem Drehkondensator gekoppelte Zeiger hinter jedem eingesetzten Spulensatz sichtbar wird. Diese Einrichtung erlaubt, die sonst bei Spulensätzen unvermeidlichen, sehr unpraktischen Eichkurven wegzulassen.

Fig. 4 und 5 geben einen Einblick in den innern Aufbau des besprochenen Empfangsgerätes.

Diskussion

Der Vorsitzende: Ein Schalk hat einmal gesagt, in einem richtig gebauten Radioempfänger gebe es mehr Probleme als in einem Kraftwerk. Diese Behauptung wäre noch zu beweisen; aber ich glaube, einen Teil des Beweises hat Herr Grob geführt. Herr Grob hat uns, als ein Meister der Schaltungstechnik, gezeigt, wie ausserordentlich vielseitig, interessant und geistreich die Probleme des Empfängerbaues sind. Es ist schade, dass wir nicht näher auf diese vielen Fragen

eintreten können; ich möchte aber nicht versäumen, Herrn Grob für seinen Vortrag herzlich zu danken.

Wir sind am Schlusse angekommen. Es bleiben mir nur wenige Bemerkungen. Zunächst möchte ich den Referenten im Namen aller Anwesenden auf das herzlichste danken, auch den Diskussionsrednern. Wir möchten die Herren, welche Diskussionsbeiträge vorbringen wollten, ausdrücklich bitten, ihre Beiträge schriftlich dem Sekretariat des SEV einzusenden, wobei dann diese Diskussionsbeiträge im Zusammenhang mit den Vorträgen gedruckt werden sollen.

Ferner möchte ich Sie auffordern, recht zahlreich heute Nachmittag zu erscheinen und die Möglichkeit der gegenseitigen Aussprache rege zu benützen. Wenn wir heute zusammengekommen sind, um technische Entwicklungsfragen zu diskutieren, so wollen wir nicht vergessen, dass wir die Technik nicht nur fördern sollen unsertwegen, sondern des gesamten Fortschrittes wegen und besonders auch deshalb, damit unser Land mit froher und fester Zuversicht der Zukunft entgegenschauen darf.

Exkursion nach Schwarzenburg

Dank einem freundlichen Entgegenkommen des Chefs der Telegraphen- und Telephonabteilung der PTT, Herrn Dr. h. c. A. Muri, konnten die Teilnehmer der Hochfrequenztagung am Nachmittag den Kurzwellensender Schwarzenburg besichtigen. Bei prächtigstem Wetter fuhren sie im Extrazug ins schöne Schwarzenburger-Land und wurden dort im Hauptstädtchen mit Postautomobilen, die die Postverwaltung in grosszügiger Weise und in vorzüglicher Organisation zur Verfügung gestellt hatte, auf die Anhöhe zum Sender geführt. Hier empfing sie Herr Ing. E. Metzler, Inspektor für Radioanlagen bei der Generaldirektion der PTT, dessen technischen Erklärungen der Sendeanlage wird folgendes entnehmen:

«Um der sehr grossen Zahl der Schweizer in Uebersee, wovon der grösste Teil in den Vereinigten Staaten von Amerika lebt, den Kontakt mit der Heimat zu ermöglichen, wurde der Bau eines Kurzwellensenders in Schwarzenburg in Aussicht genommen. Mit zunehmender Verschärfung der politischen Lage trat dieser Zweck etwas in den Hintergrund, um einem andern dringenden Bedürfnis Platz zu machen, nämlich der Erhaltung der telephonischen Verbindungen mit Uebersee, namentlich mit Nord- und Südamerika und mit Japan, aber auch mit Lissabon als Umschlagshafen für die Schweiz. Alle diese Verbindungen funktionieren einwandfrei.

Doch auch der ursprüngliche Zweck wurde nicht vernachlässigt, und so bestehen heute in der Sendeanlage Schwarzenburg Richtantennen für Sendungen nach Kanada, Nordamerika, Südamerika, Afrika und dem Fernen Osten. Im Bau steht eine Anlage für Australien und Mittelamerika, damit auch die dort ansässigen Schweizer Kontakt mit der Heimat nehmen können.

Der Kurzwellensender kommt aber auch einem Bedürfnis in unserem Lande selbst entgegen, da gewisse Gegenden, so das Wallis, der Tessin und der Kanton Graubünden, den Landessender Beromünster schlecht empfangen; sie können nun die Rundspruchdarbietungen über den Kurzwellensender aufnehmen; dasselbe gilt für das europäische Ausland.

Mit dem Bau des Senders wurde im Jahre 1938 begonnen¹⁾. Die Inbetriebnahme erfolgte im Frühjahr 1939²⁾. Zwei Monate nach Aufnahme der Versuchsemissionen wurde der Sender aus bisher unabgeklärten Gründen durch Brand vollständig zerstört³⁾. Der Wiederaufbau der Sendehalle (vor dem Brand in Holz), diesmal als gemauertes Gebäude, wurde sehr gefördert, ebenso die Erstellung der Apparaturen durch die Firma Hasler A.-G. in Bern. Diese Firma hatte nach Marconi-Lizenzen schon den ersten Schwarzenburger Sender gebaut.

Im Mai 1940 konnten die Versuchssendungen mit der neuen Anlage aufgenommen werden. Die Anlage enthält zur-

zeit 3 Sender für Telephonieverkehr und Rundspruch. Zur Ausstrahlung elektromagnetischer Wellen sind 8 Antennen vorhanden.

Die Antennen der Schwarzenburger Sender sind nicht gewöhnliche, sondern *rhombische Antennen*. Die Bildung einer solchen Antenne kann man sich folgendermassen vorstellen:

Man hält eine Zweidrahtleitung an den Enden fest und zieht die Drähte in der Mitte auseinander, dann entsteht dieser Rhombus. Wegen den Gangunterschieden stehen der elektrische und der magnetische Vektor zeitlich nicht mehr senkrecht aufeinander wie bei quasistationären Verhältnissen; es entsteht eine reelle, gebündelte Poyntingsche Energieströmung.»

Auf eine Frage, ob der Neigungswinkel der Rhombus-Antenne veränderlich sei, antwortete Herr Metzler:

«Es ist wesentlich, dass das Bündel, das von dieser Antenne ausgestrahlt wird, eine gewisse Neigung hat; diese Elevation können wir variieren, normalerweise $\pm 10^\circ$, also total um 20° . Bei der Afrika-Antenne z. B. ist es wichtig, die Ausstrahlung über die naheliegenden Berge hinüberzubringen. Wäre die Elevation ungenügend, so würde das Strahlenbündel an den Felswänden aufprallen; die Folge wäre eine diffuse Verteilung der Energie, also nicht das, was wir wünschen, nämlich eine möglichst zusammengefasste Hinleitung nach den betreffenden Himmelsrichtungen.»

Auf eine weitere Frage, ob das Atlasgebirge eine ähnliche Wirkung zur Folge haben könnte wie die Gantrisch-Kette, erklärte Herr Metzler, dies sei, allerdings in umgekehrtem Sinn, der Fall für die Rückstrahlung von der Ionendecke direkt vor dem Atlasgebirge. — Eine andere Frage betraf den Antennenabschluss, worauf folgendes geantwortet wurde:

«Der Antennen-Rhombus ist grundsätzlich an dem in der Strahlungsrichtung liegenden Ende abgeschlossen, allerdings — nach unserer Art — durch Rückleitung zum Senderhaus. Man kann dann entweder eine weitere Richtantenne anschalten oder die erste Antenne mit einem Widerstand abschliessen.»

Die Besichtigung der Antenneneinführungen gab Herrn Metzler Gelegenheit, ein hübsches und lehrreiches Beispiel aus den zahlreichen Erfahrungen, die beim Bau und Betrieb des Senders gesammelt worden sind, bekanntzugeben. Die Antennenzuführungen sind als zweidrähtige Leitungen, sogenannte Energieleitungen, ausgeführt. Der Drahtdurchmesser ist relativ gering und wurde ursprünglich für alle Antennenzuführungen gleich gewählt; der Drahtabstand beträgt etwa 25 cm. Bei einer Zuführungsleitung zeigten sich nun im Betrieb häufig Ueberschläge und wandernde Lichtbogen zwischen den beiden Drähten. Als Ursache fand man zu hohe Feldstärken an der Leiteroberfläche, wodurch Glimmentladungen auftraten, die zur Auslösung von eigentlichen Lichtbogenüberschlägen führten. Nachdem diese Antennenzuführung anstatt aus Draht aus dickerem Rohr, an dessen Oberfläche kleinere Potentialgradienten auftraten, hergestellt war, zeigten sich die Ueberschläge nicht mehr.

¹⁾ Bulletin SEV 1939, Nr. 1, S. 28.

Techn. Mitteilungen T. T. 1939, Nr. 1, S. 33.

²⁾ Bulletin SEV 1939, Nr. 14, S. 380.

³⁾ Bulletin SEV 1939, Nr. 15, S. 410; Nr. 20, S. 664...666.
Techn. Mitteilungen T. T. 1939, Nr. 4, S. 160.