

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 27 (1949)

Heft: 2

Artikel: Die Entwicklung der deutschen Grossrundfunksenderanlage während des Krieges

Autor: Wolf, Emil

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876380>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.04.2026

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

bei 21 kHz = 20 VA und bei 10 kHz = 10 VA aufgewendet werden müssen, damit die Frittspannung nicht unter das zulässige Mass absinkt.

Wenn ein Pol der Frittstromquelle an die 1. GW., der andere Pol jedoch an Erde gelegt wurde, so mussten bei 21 kHz sogar 51 VA aufgewendet werden. Da sich diese Zahlen auf eine Gruppe von 2000 Teilnehmern beziehen, würde bei grösseren Einheiten auch eine entsprechend grössere Leistung erforderlich, was gegenüber der Impulsfrittung, die mit ganz geringen Leistungen auskommt, als Nachteil anzusehen ist. Ob sich die Hochfrequenzfrittung allenfalls nachteilig auf die Trägertelephonie und den Hochfrequenz-Telephonrundspruch (HF-TR) auswirken würde, ist bis jetzt noch nicht untersucht worden.

Auf Grund der bisherigen Versuchsergebnisse können folgende *Schlussfolgerungen* gezogen werden:

- a) Bei den gegenwärtigen schweizerischen Automatenystemen sind ungefrittete Kontakte bei niedrigen Spannungen, das heisst bei Spannungen von der Grössenordnung der Sprechströme, schwundanfällig. (Hasler-Zentralen sind in dieser Hinsicht noch nicht untersucht worden.)
- b) Gleichstromgefrittete Kontakte sind weniger schwundanfällig, erzeugen dagegen erheblich stärkere Störgeräusche als ungefrittete Kontakte.
- c) Impulsgefrittete Kontakte beseitigen den Schwund, ohne gleichzeitig die Störgeräusche zu verstärken.
- d) Das unter c) Gesagte gilt ebenfalls für hochfrequenzgefrittete Kontakte.
- e) Bei der Anwendung von Hochfrequenzfrittung ist der Aufwand grösser als bei der Impulsfrittung.
- f) Die Einwirkungen der Hochfrequenzfrittung auf die Trägertelephonie und den Hochfrequenz-Telephonrundspruch sind noch nicht untersucht worden. Dies wird geschehen, sobald die dazu benötigten HF-Sender von genügender Leistung zur Verfügung stehen.

Schlusswort

Wie aus den vorstehenden Darlegungen zu ersehen ist, werden grosse Anstrengungen gemacht, um die bestehenden Automatenysteme von der Geräusch- und Schwundanfälligkeit zu befreien. Da es sich jedoch um eine Problemstellung komplexer Natur handelt, ist nicht anzunehmen, dass je ein Allheilmittel gefunden wird, das den ganzen Fragenkomplex mit einem Schlage löst. Dies trifft besonders für die Behebung der Zentralengeräusche zu. Dem Vernehmen nach soll das in Amerika angewendete Crossbarsystem in dieser Hinsicht sehr befriedigen. Möglicherweise wird in Zukunft auch die Verwendung neuer Kontaktmaterialien gute Resultate zeitigen. Trotzdem darf nicht übersehen werden, dass wir uns mit den vorhandenen Anlagen zu befassen haben, die in der Schweiz nahezu ausgebaut sind und deren Wert Hunderte von Millionen Franken beträgt. Diese Anlagen den Anforderungen modernster Telephontechnik anzupassen, sei höchstes Ziel aller an diesem grossen Werk Mitschaffenden.

(Eingegangen am 15. Januar 1949)

Die Entwicklung der deutschen Grossrundfunksenderanlagen während des Krieges

Von *Emil Wolf*, Wien

621.396.712

(Fortsetzung und Schluss)

Die *Kosten* einer modernen 100-kW-Umbausenderanlage — ohne Gebäude, aber mit Strahler und Gleichwelleneinrichtung — betragen komplett etwa 1 200 000 RM (davon der eigentliche Sender 500 000 bis 600 000 RM); schlüsselfertig mit Gebäude und reichlich Nebenglass, mit ein bis zwei Dienstwohnungen, etwa 2 000 000 RM, mit Diesel-Ersatzkraftanlage etwa 150 000 RM mehr. Dies sind natürlich Richtwerte, die etwas streuen können, zum Beispiel je nach dem Aufwand für den Strahler, der — um Grenzfälle zu nennen — für einen 100-kW-Sender zur Not durch eine von drei 50 m hohen Rundstahlmasten getragene Dreiecksantenne zu 45 000 RM gebildet sein kann, oder durch einen 240 m hohen $\lambda/2$ -Strahler als Rohrmast, der 240 000 RM kostet.

Hier seien noch einige Anmerkungen über die in Deutschland im Kriege, namentlich in den besetzten Gebieten, ständig im Einsatz sich befindenden fahrbaren Senderanlagen gemacht. Es gab typisierte

ältere fahrbare Senderzüge «schwerer Bauart» und moderne «leichter Bauart», zu je für 20 kW Antennenleistung, komplette Anlagen, einschliesslich eigener Stromversorgung und Antenne, und einige Sonderausführungen.

Bei der schweren Bauart bestand jeder Zug aus drei dreiachsigen 150-PS-Dieselfahrzeugen, zwei dreiachsigen und einem einachsigen Anhänger, einem geländegängigen 95-PS-Fahrzeug und einem zweiachsigen Last- und Personenkraftwagen. Davon enthielt ein Fahrzeug die Rückkühlanlage, ein Fahrzeug das Schaltpult, das Mess- und Ueberwachungsgestell und die Sendervorstufen, ein Fahrzeug die Ersatzstromanlage (Dieselgenerator, normalerweise wurde womöglich ein Netzanschluss hergestellt und an dessen Stelle verwendet), ein Anhänger die 20-kW-Endstufen, ein Anhänger die Stromversorgungseinrichtungen, ein Anhänger die Antennenabstimm-einrichtung und — beim Transport — Antennen-

und Leitungsmaterial und das geländegängige Fahrzeug mit dem Kurbelmast.

Die Senderzüge leichter Bauart, teils für Mittelwellen, teils für Langwellen, hatten je 20 Fahrzeuge folgenden Inhaltes:

- Fahrzeug 1: 12-kV-Gleichrichter
- » 2: Rückkühlanlage
- » 3: Vorstufenwagen
- » 4: Modulatorwagen
- » 5: Endstufenwagen
- » 6: Gleichwellenwagen
- » 7: Koppelwagen
- » 8: Antennenwagen
- » 9: Gerätewagen
- » 10: Kurbelmastwagen
- » 11) Zum Transport eines 50-m-
- » 12) Rundstahlmastes
- » 13: Stromversorgungsanlage
- » 14: Zugmaschine 12 t
- » 15: 2000-Liter-Tankwagen
- » 16: Personenwagen
- » 17: Notstromanhänger
- » 18: Feldküche
- » 19: BMW-Motorrad
- » 20: Kabelanhänger

Die Anschaffungskosten für einen schweren Senderzug betragen 650 000 RM (für Langwellen Mehrkosten 230 000 RM), für den leichten Senderzug je 720 000 RM, einschliesslich Erprobungs- und Ueberführungskosten, Messgeräten, Werkzeug und dergleichen.

B. Stromversorgungsanlage und Hilfsbetriebe

Der Rundfunksender ist eine Umformeranlage von hochgespanntem Netzdrehstrom in Hochfrequenzstrom zur Speisung eines Luftleiters, der die Nutzenergie abstrahlt, wobei der Antennenstrom durch den Modulationsvorgang zum Träger des Programmes gemacht wird. Da heute für den Rundfunk nur Röhrensender verwendet werden, Sender- und Verstärkerröhren aber — mit gelegentlicher Ausnahme der Wechselstrom-Kathodenheizung — durch Gleichstrom gespeist werden müssen, enthält jede solche Stromversorgungsanlage, neben Hoch- und Niederspannungsschaltanlage, eine grosse Zahl von Wechselstrom-Gleichstrom-Umformern. Bei allen älteren 100-kW-Anlagen (Sender I) werden für alle mit luftgekühlten Röhren ausgestatteten Vorstufen für Kathoden-, Gitter- und Anodenspannungen rotierende Umformer verwendet, ebenso für die Kathoden- und Gitterspannungen der mit wassergekühlten Röhren ausgerüsteten vorletzten und Endstufe; nur die Kathode der RS 301 kann mit Wechselstrom direkt geheizt werden, zum Teil sind jedoch auch dafür niedervoltige Hochstrommaschinen verwendet worden. Alle diese rotierenden Umformer sind doppelt vorhanden und in einem Maschinenraum zusammengefasst, der

auch die beiden Quecksilberdampfgleichrichter für die Endstufenanodenspannung (10 bis 12 kV) aufnimmt.

Rotierende Umformer verursachen Lärm, haben niederen Wirkungsgrad, benötigen laufende Wartung und bedingen für die Heizströme lange Hochstromleitungen mit dementsprechenden Verlusten und hohem Rohstoffaufwand. Aus diesen Gründen wurden die neueren deutschen Sender ausschliesslich mit ruhenden Umformern (Gleichrichter) ausgestattet, an rotierenden Maschinen sind nur — als derzeit unvermeidlich — die Pumpen für die Kühlwasserversorgung verblieben und kleine Lüfter.

Die Vorstufen werden dabei aus Netzanschlussgeräten gespeist und die Kathodenheizung der Leistungsstufen von Trockengleichrichtern übernommen, und zwar je ein Schrank für jede Endstufenröhre und je ein Schrank für die vorhergehenden NF- und HF-Leistungsstufen. Gleichrichterschrank und Röhre bilden zusammen eine Einheit und die mit Lüftern versehenen Schränke gelangen unmittelbar unter den Röhrenplätzen im darunter gelegenen Stockwerk zur Aufstellung, was kürzeste Hochstromleitungen ergibt. Es werden zwei Typen von Gleichrichterelementen in Flächenbauart verwendet, die Kupfer-Kupferoxydul- und die Eisen-Selenzellen. Die ersteren haben sich ausgezeichnet bewährt und es haben sich im Dauerbetrieb nirgends Störungen ergeben; für ein Altern der Zellen sind Anzapfungen am Speisetransformator in jedem Schrank vorgesehen. Ein Ende der Lebensdauer dieser Schränke ist nicht abzusehen. Die Eisen-Selengleichrichter sind in der ursprünglichen Ausführung offenbar für zu hohe Beanspruchung ausgelegt worden, so dass sich in der heissen Jahreszeit «Auslötungen» und laufender Ersatzbedarf für die Gleichrichterelemente ergaben. Zur Klärung der Ursache musste deshalb die Massenfertigung der Elemente sogar vorübergehend ganz stillgelegt werden, weil diese Gleichrichter auch für anderen, kriegswichtigen Bedarf eine sehr ausgedehnte Anwendung gefunden hatten. Vergiftungen der aktiven Sperrschicht durch Spuren von Fremdmetall (Quecksilber?) sollen schliesslich als Fertigungsfehler erkannt und dieser dann auch behoben worden sein.

Die Gleichrichterschränke sind mit einer selbsttätigen Anlasseinrichtung versehen, um die Kathoden und die Gleichrichter vor dem Stromstoss zu schützen, der sich ergibt, wenn die volle Fadenspannung auf den sehr niederen Kaltwiderstand der Kathode (einige Tausendstel Ohm) geschaltet wird. Bei einer neueren Ausführung wird dazu eine gleichstromvorgesättigte Drossel verwendet, welche der Primärseite des Speisetransformators vorgeschaltet ist und, je nach Vorsättigung, einen Teil der Netzspannung verbraucht. Die Sättigung dieser Regeldrossel wird dabei von der Spannung an der Kathode gesteuert. Diese Anlassvorrichtung wurde auch dazu herangezogen, selbsttätig die Fadenspannung bei

Netzspannungsschwankungen konstant zu halten und bei einem Totalausfall des Senders — etwa bei kurzzeitigem Netzausfall und rascher Spannungswiederkehr — den Anlassvorgang abzukürzen, entsprechend der noch heissen Röhrenkathode mit noch hohem Kathodenwiderstand. Versuche haben übrigens gezeigt, dass die Streuung der Speisetransformatoren in den bestehenden Ausführungen der Gleichrichterschranke ausreicht, um den Einschaltstromstoss so ausreichend zu begrenzen, dass unbedenklich dauernd ohne jede Anlassvorrichtung eingeschaltet werden kann, wenigstens soweit es sich um die bei allen Umbausendern verwendeten Endröhren RS 366 handelt.

Die Endstufenanodenspannung wird bei allen deutschen mittleren und Grossrundfunksendern durch *gittergesteuerte Eisenquecksilberdampf*-Gleichrichter geliefert, und zwar zuerst und noch überwiegend durch ständig an der Pumpe liegende Gefässe, zuletzt durch pumpenlose, je mit sechs Anoden. Die Gittersteuerung, die anfänglich durch synchron rotierende Komutatoren geliefert wurde, ist überall durch eine ruhende Steuerung ersetzt worden, bei welcher die Zündspitze von gleichstromvorgesättigten Drosselspulen (Siemens & Halske) erzeugt wird und der Zündzeitpunkt durch einen kleinen, vom Bedienungspult im Sendersaal aus betätigten Drehtransformator eingestellt wird; konstruktiv ist die ganze Steuereinrichtung in einem Steuerschrank zusammengefasst. Bekanntlich ermöglicht die Zündzeitpunktverstellung die Veränderung der Lichtbogenbrenndauer jeder einzelnen Anode und damit die Regelung der über eine Glättungssiebketten gelieferten Gleichspannung zwischen Null und dem Maximalwert. Die Gittersteuerung wird gleichzeitig zur sofortigen Kurzschlussfortschaltung, zum Beispiel bei Röhrenüberschlägen innerhalb 20 bis 30 mS, durch Aufdrücken einer ausreichenden negativen Sperrspannung auf alle Steuergitter der sechs Anoden verwendet, welche durch das zugehörige Ueberstromrelais anbefohlen wird, so dass der Gleichrichter auch als Schnellwechsler verwendet wird. Zugleich wird von dieser Steuereinrichtung das selbsttätige Wiederhochfahren des Gleichrichters unmittelbar nach der Kurzschlussfortschaltung besorgt, so dass etwa 1 bis höchstens 1½ Sekunden nach dem Kurzschluss wieder die volle Anodenspannung an den Leistungsstufen liegt, eine Einrichtung, die sich im Dauerbetrieb als vollkommen verlässlich erwiesen hat. Nur die gelegentlich, jedoch seltener vorkommenden Rück- und Durchzündungen der Eisengleichrichter, also innere Gefässkurzschlüsse, können nicht immer zuverlässig von dieser Automatik fortgeschaltet werden; es kommt dann noch durch die Ueberstromauslösung des Expansionsschalters zu einem Senderausfall durch Abwerfen des Gleichrichtertransformators vom Netz, weil sich bei diesen Gefässkurzschlüssen die grosse Siebkettenkapazität nach rückwärts in den Kurzschluss entlädt.

Bei diesem Anlass sei erwähnt, dass alle deutschen Sender mit einer im Ausland nicht gebauten Schutz-einrichtung ausgestattet sind, dem sogenannten «Verstimmungsschutz», ein kleines Zusatzgerät, welches an einen Schwingkreis des Senderausganges angekopelt ist. Er beruht darauf, dass bei einem Ueberschlag im Antennenhaus (Blitz), im Hochfrequenzenergiekabel oder in den Ausgangsschwingkreisen — etwa bei einem Hochfrequenzüberschlag durch eine Modulationsspitze, Staub oder dergleichen — das Normalverhältnis der Hochfrequenzströme in zwei Schwingkreisen durch Verstimmung gestört wird, was dann durch eine Differentialröhrengleichrichterschaltung die Betätigung eines Relais bewirkt, das in einer hochfrequenten Eingangsstufe durch Anlegen einer negativen Sperrspannung die hochfrequente Ansteuerung vom Sender kurzzeitig wegnimmt, den Sender also verriegelt. Ein etwa gezündeter Hochfrequenzlichtbogen verliert dadurch seine Speisung, erlischt und nun wird durch diese Automatik die Sperrspannung wieder weggenommen und der Normalzustand ist in Sekundenbruchteilen wieder hergestellt, ohne dass es zu einer Abschaltung des Senders kommt. Im Programmablauf ist dieser Vorgang beim Abhören kaum zu bemerken. Ist die Störung durch das einmalige, kurzzeitige Verriegeln des Senders noch nicht beseitigt, so wird durch den Verstimmungsschutz der Vorgang einigemal hintereinander wiederholt und erst dann werden die End-Anodengleichrichter abgeschaltet, um bei einem etwa eingetretenen Dauerdefekt ein ständiges, zweckloses Pumpen der Senderverriegelung zu verhindern. Das Gerät hat sich ausgezeichnet bewährt und ist so empfindlich, dass es, als in einem Ausnahmefall einmal bei Versagen der Quarzsteuerstufe mit noch nicht genügend warmer, also noch unstabiler, selbsterregter Steuerstufe gearbeitet wurde, bei einer Frequenzwanderung dieser Stufe um 4000...5000 Hz der Verstimmungsschutz den Sender abschaltete, also auch als grober Frequenzwächter wirksam war.

Der Gefässgleichrichter wirkt durch seine Gittersteuerung als sehr harter (eben funkenloser) Schalter, der jede der sechs Anoden-Kathoden-Ventilstrecken jeweils nur über Bruchteile einer Halbperiode des Netzwechselstromes ein- und abschaltet, nämlich weiterschaltet auf die Anode mit dem höheren Momentanwert der Anodenspannung. Durch diesen Schaltvorgang wird ja die Gleichspannung aus lauter Kuppen der sechsphasigen Wechselspannung aufgebaut. Diese Eigenschaft des sehr harten Vakuum-Schaltens hat zur Folge, dass bei jeder Zündung und jeder Löschung einer Ventilstrecke die angeschlossenen Kreise zu Schwingungen angestossen werden, die oszillographisch eingehend untersucht worden sind. Die Wegdämpfung dieser störenden Schwingungen ist sehr schwierig, insbesondere die der Löschschiwingung, und die Amplituden der Schwingungen werden mit geringer werdender Aussteuerung, also herabgesetzter Gleichspannung, immer höher und

werden im Hochspannungsgleichrichter die Ursache von Zerstäubungsvorgängen der Graphitanoden und Gitter. Es hat sich gezeigt, dass damit die Rückzündungsneigung wächst und diese gittergesteuerten Hochspannungsgleichrichter daher, entgegen manchen anfangs gestellten Erwartungen, nicht geeignet sind für Dauerbetrieb mit stärkerer Teilaussteuerung, ganz abgesehen von der Verschlechterung des Leistungsfaktors $\cos \varphi$. Sollen die gittergesteuerten Quecksilberdampfgleichrichter dauernd störungsfrei, ohne Rück- und Durchzündungen arbeiten, so muss die Vollaussteuerung der Normalzustand sein.

Ist der Gleichrichter längere Zeit ausser Betrieb, so soll er doch dauernd an der Pumpe liegen und von Zeit zu Zeit entgast und «formiert», das heisst mit einem eigenen kleinen Formierungstransformator niedriger Spannung strommässig gut erwärmt werden. Nach einer Betriebszeit von einigen Jahren wird das Gefäss am Betriebsstand geöffnet und gereinigt und schadhafte Elektroden ersetzt. Von Wichtigkeit ist die richtige Kühlung der Gefässe, da es sonst zur Fortwanderung von Quecksilber aus der Kathodenwanne in die Diffusions-Pumpe kommen kann und dann der Zündstift der elektromagnetischen Zündung nicht mehr ins Kathodenquecksilber taucht, so dass die Zündung versagt. Bei Einhaltung der Betriebsvorschriften und Beachtung gewisser Erfahrungen (Raumtemperatur) haben sich jedenfalls die deutschen gittergesteuerten Eisengleichrichter von Brown, Boveri & Co. und Siemens & Halske infolge einer hochgezüchteten Entwicklung auch bei Hochspannung im Dauerbetrieb ausgezeichnet bewährt, so dass keine Neigung und kein Anlass bestand, zum Röhrenhochspannungsgleichrichter mit Oxydkathodenüberzugehen, wenn dieser auch schliesslich bei kleineren Sendern und als Ersatzgleichrichter in Gebrauch gekommen ist. Die Betriebsleute bevorzugen jedenfalls den Eisengleichrichter. Mag dies auch — vielleicht — zu einem Teil darauf zurückzuführen sein, dass die deutsche Entwicklung der Ventilröhren hoher Sperrspannung noch nicht den gleichen Stand wie im Ausland erreicht hat, so kann doch als sicher gelten, dass die Röhrengleichrichter grösserer Leistung keinerlei Vorzug vor dem gittergesteuerten Eisengleichrichter (25 und 40 A Typ) haben.

Der Mangel, dass die Gefässe dauernd an der Diffusionspumpe hängen — wenn man dies als solchen gelten lassen will — und der der notwendigen Wasserkühlung hat schliesslich nach jahrelangen Vorarbeiten den *pumpenlosen* Eisenhochspannungsgleichrichter gebracht, der luftgekühlt ist. Hier sind die sechs Anodenarme gesondert aussen, rund um den mittleren Kondensationsdom angeschweisst, was die vom Betrieb gebrauchte Bezeichnung «Armleuchter» erklärt. Den Uebergang zu dieser neuen Form bildete eine kleine Versuchsausführung in Porzellangefäss, die jahrelang in Graz anstandslos in Verwendung stand. Eines der Hauptprobleme, die isolierende, vakuumdichte Glasring-Eisen «Einlötung»

der Anoden- und Gitterelektroden in die Anodenarme des Stahlgefässes kann als gelöst gelten, und zwar so, dass es keine fabrikatorischen Schwierigkeiten bietet, die Elektroden nach mehrjährigem Betrieb bei der Ueberholung im Werk wieder auszulöten und zu säubern oder zu ersetzen. Das Vakuum ist also nicht bedroht, Luftzieher sind dem Betrieb unbekannt geblieben. Betriebsunsicher wird der Armleuchter vielmehr durch die Elektrodenzerstäubungen, die bei Teilaussteuerung von den Spannungsspitzen der Zünd- und Löschschnügelungen verursacht werden und an Isolierstellen leitende Beläge aufbauen.

Die Erforschung der Methoden zur Herabsetzung oder Vermeidung dieser Zerstäubungen, die bisher von der Steuerseite her durch Anwendung mehrerer Hilfsgitter in den Anodenarmen gesucht wurde, kann noch nicht als abgeschlossen gelten. Doch hat sich die letzte Ausführung der Firma Siemens & Halske, der sogenannte Münchner Typ, bereits in mehrjährigem Dauerbetrieb gut bewährt. Der später herausgebrachte pumpenlose Brown, Boveri & Co.- (BBC-) Hochspannungseisengleichrichter sollte bei Kriegsende zu einem Probetrieb in einem Kurzwellenhaus in Zeesen eingesetzt werden. Betriebserfahrungen liegen jedoch noch nicht vor, solche von anderer Stelle sind mir nicht bekannt geworden. Die Starkstromtechnik verwendet keine Gleichrichter für so hohe Spannungen und Leistungen, da kein Industriebedarf für hochgespannten Gleichstrom vorliegt und die Hochspannungs - Gleichstrom - Energieübertragung (mit einanodigen Gefässen) ist noch im — übrigens vielversprechenden — Stadium des Versuches.

Der Hochspannungs-*Quecksilberdampfglasgleichrichter* ist bei einigen älteren kleinen österreichischen Sendern in Verwendung (ELIN); aus Preisgründen ist dieser bei solchen kleinen Sendern, ebenso wie der Oxydkathodenröhrengleichrichter, dem Eisengleichrichter vorzuziehen. Bemerkenswert sind Anwendungen der Glasgleichrichtergefässe bei Grosssendern ausländischer Bauart, wo — wie in Luxemburg — vier Glaskolben in Reihe geschaltet sind, und zwar je zwei in einem ölgefüllten Kessel, die erstaunliche Kolbenbrenndauern erreichten (über 40 000 Stunden bei einem Prager Sender mit dem gleichen Typ Hewettie TG 8 der französischen Firma Compagnie Electromagnétique), was nicht nur in vorzüglicher Werksarbeit, sondern auch darin begründet ist, dass der einzelne Kolben nur für höchstens 4000 V herangezogen wird und — was entscheidend ist — ohne Gittersteuerung arbeitet. Die Spannungsregulierung muss daher durch einen teureren Drehtransformator verhältnismässig grosser Durchgangsleistung besorgt werden.

Die *Oxydkathodenröhrengleichrichter* sind in der Regel in der Drehstromgrätzschaltung mit sechs Ventilen, bei 20 kV Anodenspannung, bei den neuen niederländischen Nozema-Sendern in einer Philipsausführung bei Reihenschaltung von zwei 10-kV-

Gleichrichtern mit 12 Ventilen ausgerüstet und werden auch mit ruhender Gittersteuerung ausgeführt. Es hat sich gezeigt, dass selbst der zu Rat gezogene erfahrene Pumpmeister des jeweiligen Ventillieferwerkes meist nicht imstande ist, aus der Farbe und Form der blauen Entladung im Glaskolben mit einiger Sicherheit anzugeben, welches Ventil zur Rückzündung neigt und auszutauschen ist, wenn einmal der Zustand eingetreten ist, dass der Gleichrichter zu gehäuften Rückzündungen neigt. Es bleibt nur ein blindes Probieren (im Ventilaustausch) übrig, unterstützt durch die Angaben der Brenndauertabellen der Ventile, ein wenig erfreulicher Zustand. Zur Behebung dieses Mangels wurden versuchsweise bei einem Großsender die einzelnen Ventile eines deutschen Röhren-Gleichrichters mit einer Ueberstrom-Zähleinrichtung mit optischer Anzeige ausgestattet, die jedoch auf Hochspannungspotential liegt. Bei jeder Rückzündung, die einen Ventilkurzschluss darstellt, spricht das entsprechende Relais an und betätigt das Zählwerk und das Schauzeichen. Die Schauzeichen müssen über Isoliergriffe im Betrieb gelöst werden können, da das Öffnen der Schranktüren durch deren Blockierung den Gleichrichter vom Netz abwirft und eine unzulässige Verzögerung der Betriebswiederaufnahme nach jedem solchen Ausfall ergeben würde. Das Umschalten auf den Reservegleichrichter ist beim Oxydkathodengleichrichter auch eine noch zeitraubende Angelegenheit, weil Ventile dieser Grösse etwa 10 Minuten oder länger vorgeheizt werden müssen, ehe die grosse Kathode und der Vakuumraum jene Betriebstemperatur angenommen haben, bei welcher das Aufschalten der Anodenspannung zulässig wird. Der Ausweg, den Ersatzgleichrichter als Ganzes dauernd vorzuheizen (ohne Hochspannung), ist wenig erfreulich und kostspielig, da die Ventillieferfirmen diese Brennzeiten voll in die Garantiedauer einrechnen, weil sich die Oxydkathode durch Zerstäuben der aktiven Emissionsschicht abnützt. Bei einem LMT-15-kV-Gleichrichter wurde ein einzelnes Ventil in einer Art Brutkasten dauernd mit herabgesetzter Kathodenspannung vorgeheizt, um gegebenenfalls als Ersatz eingesetzt zu werden. Doch bleibt nach einem Ausfall trotzdem der Gleichrichter 20 Minuten zwangsgesperrt gegen das Aufdrücken der Hochspannung, was eine nach deutscher Betriebsnorm unzulässige Ausfalldauer des Senders ergibt und doch zur Umschaltung auf einen sofort einsatzbereiten Ersatzgleichrichter (dort eine Versuchsausführung eines Eisen-gleichrichters von der Firma Kolben-Danek, Prag) zwingt.

Im ganzen gesehen ist diese Unsicherheit, ein krankes Ventil aus einer grossen Zahl eingeschalteter herauszufinden, und die fehlende sofortige Einsatzbereitschaft des Oxydkathodengleichrichters ein noch nicht überwundener Mangel dieses Hochspannungsgleichrichtertyps für die Anwendung im Rundfunksenderbetrieb, der mit allen Mitteln unvermeidliche

Programmausfälle auf das technisch mögliche Mindestmass herabsetzen muss.

Ueber die Speisung der Vorstufen und die Gittervorspannungsquellen ist nichts Wesentliches zu sagen, da es sich um Geräte geringer Leistung handelt, die in modernen Sendern überall als Netzanschlussgeräte konventioneller Bauart ausgebildet und dem üblichen Gestell- oder Schrankaufbau dieser Vorstufen angepasst werden. Gute Zugänglichkeit und Wärmeabfuhr zur Vermeidung des Ausrinnens der Blockkondensatoren sind wesentlich.

Der Aufbau der Nieder- und Hochspannungsschaltanlage wird nach den üblichen Grundsätzen moderner Starkstromanlagen durchgeführt. Bei älteren deutschen Anlagen findet man noch die Endstufengleichrichterumspanner unmittelbar von der dem Senderhaus zugeführten Drehstromhochspannung gespeist. Bei allen neueren Anlagen jedoch arbeiten die Kraftanschlusstransformatoren auf ein 380-V-System, von welchem auch die Gleichrichterhochspannungsumspanner versorgt werden. Alle ölhaltigen Gefässe, nämlich Kraftumspanner, Hausumspanner, Gleichrichterumspanner und die Modulationstransformatoren, gehören selbstverständlich in nach aussen zu einer Verladerampe führende geschlossene Zellen, die eine Kiesgrube als Oelfang unter dem Kessel haben. Oelschalter sind durch druckluft- oder elektromagnetisch ferngesteuerte Expansionsschalter ersetzt. Hochspannungszellen sind zu verriegeln und die Öffnungen in die Anodenblockschleife einzubeziehen. Besonders bewährt hat sich vom Standpunkt der Sicherheit des Personals und des Schaltfehlerschutzes die sogenannte Schlüsselverriegelung, bei welcher zum Beispiel der Eintritt in eine Kraftumspannerzelle nur durch einen Schlüssel möglich ist, der aus dem Betätigungsfeld des zugehörigen Expansions- und Trennschalters erst dann gezogen werden kann, wenn diese Schalter in der «Aus»-Stellung sind, die Umspannerzelle also sicher spannungsfrei ist, während umgekehrt das Einlegen dieser Schalter ausgeschlossen bleibt, solange die Zelle offen ist, weil der Schlüssel nur aus dem versperrten Türschloss gezogen werden kann. Fernbetätigungsschalter werden als Steuerquittungsschalter (Siemens & Halske) ausgeführt, ein bekanntes, sehr elegantes Prinzip. Die Hochspannungsschalttafeln werden meist mit Blindschaltbild auf Stahlblechtafeln ausgeführt, in welches die Schalterstellungszeiger für Trennschalter und Expansionsschalter und die Steuerquittungsschalter eingefügt sind, soweit diese Betätigungsschalter nicht im Bedienungspult im Sendersaal eingebaut sind, so dass mit einem Blick der Schaltzustand der Anlage übersehen werden kann und Schalterlösungen sogleich erkannt werden.

Die meisten Grossrundfunksender sind mit einer eigenen Dieseleratzkraftanlage ausgestattet, um bei Netzausfall die Speisung der Gesamtanlage zu übernehmen und bei Netzschwäche, parallel zum Netz, als Sofortreserve einzuspringen. Einzelne Anlagen sind

mit einer «Spannungswischer»-Schaltung ausgestattet worden, die durch entsprechende Relaisverzögerungen das Abschalten der Sender verhindert, wenn einmal durch Leitungskurzschlüsse in einem unruhigen Hochspannungsnetz (kriegsmässig gebaute Leitungen in stürmischen Küstenzonen) häufiger kurzzeitige tiefe Absenkungen der Speisespannung eintreten. «Ueberspringen» solcher Speiselücken bis $1\frac{1}{2}$ Sekunden hat sich als unbedenklich und unschädlich für den Sender erwiesen, da die Kühlwasser-Pumpen in der Regel mit Kurzschlussläufern ausgestattet, die Röhrenkathoden genügend wärmeträg sind und die Gittervorspannungsabsenkungen von den Siebkettenkondensatoren ausreichend verschluckt werden. Diese Einrichtung hat sich bei unruhigen Hochspannungsnetzen sehr bewährt und unzählige Senderausfälle verhütet, die sich vorher dadurch ergaben, dass auch bei kurzzeitigem Netzausfall die Sender selbsttätig abgeschaltet und ganz «von unten» wieder hochgefahren werden mussten, besonders also in Netzen, wo betriebsmässig mit «Kurzschlussfortschaltung» gearbeitet wird. Die Spannungswischer-schaltung ist dann nur eine logische Uebertragung dieser Art Netzsicherung ins Gebiet des Verbrauchers.

Die Klimaanlage, mit welchen die Sendersäle meist ausgestattet wurden, erfreuen sich, wie überall, allgemeiner Unbeliebtheit beim Personal; es wird immer noch über Zug geklagt.

Der wichtigste von den Hilfsbetrieben ist die Kühlwasserversorgung. Die Anodenverlustwärme der wassergekühlten Röhren wird an das die Anoden umspülende, von einer Pumpe in ständigem Umlauf gehaltene Reinwasser (destilliertes Wasser) und von dort in einem Gegenstromkühler an den zweiten Kreis, den Rohwasserkreis, abgegeben. Jeder Röhrenabzweig hat einen Strömungswächter, dessen Relaiskontakte in einer Blockschleife (Wasserschleife) liegen, so dass das Einschalten der Kathodenheizung unmöglich ist, wenn nicht durch das umlaufende Reinwasser in allen eingeschalteten Röhren die Strömungswächter die Wasserschleife geschlossen halten und dadurch die Einschaltung der Kathodenheizung freigeben. Da die Anodenkühlmäntel auf Hochspannungspotential liegen, wird die Verbindung zum geerdeten Pumpenkreis über einen hohen trommel- oder — neuerdings — raumsparenden meanderförmigen Wasserwiderstand in Form eines Keramikkörpers hergestellt. Dadurch wird der Leckstrom (Gleichspannung und Hochfrequenz) gering gehalten, aber er kann nicht ganz zu Null gemacht werden. Die Folge davon ist Elektrolyse an jener Stelle, wo der Leckstrom von den kupfernen Leitungsröhren ins Kühlwasser übergehen muss, also am Anschluss an die nichtleitenden Keramikkörper. Das hat zu Korrosion und zur Bildung grüner bröckeliger Kupferverbindungen an dieser Stelle geführt, die durch das umlaufende Wasser auch über die Strömungswächter geschleppt werden und dort zuweilen zu Verklemmungen derselben und dementsprechend zu Ein-

schaltschwierigkeiten Anlass geben, weil die Wasserschleife dann an dieser Stelle unterbrochen bleibt. Es wurden die Anschlüsse an die Keramikkörper über Elektrolyseschutzstützen aus einer speziellen Weissmetalllegierung ausgeführt, welche nur ein schwarzgraues, feinpulveriges Elektrolysenprodukt entstehen lässt, womit diese Schwierigkeiten behoben sind.

Als Rohwasser ist in einzelnen Fällen Frischwasser verwendet worden, was zu dauerndem Aerger für den Betrieb geführt hat. Trotz guter Permutit- und Enteisungsanlagen für das aus dem Grundwasser gepumpte Rohwasser ist häufige Verschlammung der Gegenstromkühler kaum zu vermeiden, und besonders bei leichtmoorigem Grundwasser (Chlor) wird mit der Zeit die Fortschaffung der Spülprodukte der Wasserreinigungsanlagen, die bei Ablagerung fest versteinern, ein schwieriges Problem. Auch ergaben sich gelegentlich Beschwerden der landwirtschaftlichen Anwohner über eine Absenkung des Grundwasserspiegels durch die dauernde hohe Wasserentnahme und dementsprechend angeblich verminderten Feldertrag. Deshalb wurde zum Beispiel auch beim Deutschlandsender Herzberg von der ursprünglichen Frischwasserkühlung schliesslich wieder Abstand genommen und der Rohwasserkreis auch, wie sonst allgemein üblich, als geschlossener Kreis ausgebildet, bei welchem die Verlustwärme durch einen Kaminkühler an die umgebende Luft abgegeben wird. Meist ist der plumpe, dampfende Kaminkühler den planenden Architekten der neuen, an die umgebende Landschaft oft mit sehr gutem Einfühlen harmonisch angepassten Gesamtanlagen als hässlicher, störender Fremdkörper ein Dorn im Auge, aber derzeit leider kaum zu vermeiden, denn nur in Ausnahmefällen kommen Kühlteiche in Frage mit Kaskadenfällen, Springbrunnen und dergleichen (hoher Wasserverlust).

Die ganze «Wasserkunst» wird in den Anlagen von den Betriebsleuten als lästiger Fremdkörper empfunden, erst recht in den modernen deutschen Anlagen, wo die hochoptimierten Kreiselpumpenantriebe die einzigen Lärmspender sind und trotz schwingungsdämpfender Lagerung schon wegen der angeschlossenen Rohrleitungen einzelne Gebäudeteile noch durch den Bodenschall belästigen können. Wegen des völligen Fehlens von Störgeräuschen ist in einzelnen Sendersälen selbst das leichtzischende Geräusch des Wasserumlaufes in den Keramikisoliertkörpern und zugehörigen Anschlussarmaturen als auf die Dauer störend bezeichnet worden. Eine Untersuchung zeigte, dass dieses Geräusch schlagartig von einer gewissen kritischen unteren Umlaufgeschwindigkeit an gänzlich verschwindet — in einem speziellen Fall wurde der Druck an den Pumpen von 4 auf 2 Atmosphären herabgesetzt —, weil dann bei allen im Zuge der Leitung vorkommenden nichtkontinuierlichen Querschnittsveränderungen die Wirbelbildung an den Unterdruckstellen aufhört, übrigens eine den Strömungstechnikern bekannte Erfahrung.

C. Antennenanlage

Der Standpunkt von Grossrundfunksendern muss so gewählt werden, dass ein möglichst grosser Kreis von Hörern in Tagesreichweite liegt und nachts eine möglichst grosse, dichtbevölkerte, schwundfreie Zone erfasst wird, mit einer Feldstärke von einigen mV/m, welche auch im hohen Störnebel der Städte mit einfachen Volksempfängern und Ersatzantennen brauchbaren Lautsprecherempfang ergibt. Der Grosssender liegt daher nicht mehr *in* einer grossen Stadt, sondern in deren Nähe, und der günstigste Standort wird durch Ausbreitungsmessungen mit einem Versuchssender und Erdwiderstandsmessungen ermittelt.

Wie schon erwähnt, dient in Deutschland als Verbindung zwischen Senderhaus und dem am Fuss der Strahler befindlichen Abstimmhaus das Hochfrequenzkabel von 60 Ohm Wellenwiderstand, in Ausnahmefällen, wie zum Beispiel beim Deutschlandsender, wegen der grossen Leistung, die teure, auf Betonsockel ruhende, mit Dehnungsausgleich versehene Kupferrohrleitung. Das ältere Lufttraumerkabel mit Frequenz-Isolierscheiben ist verdrängt worden durch das Vacha-Opanolkabel, welches sich gut bewährt hat (4 kg/m, in der schweren Ausführung für Erdverlegung der 100-kW-Type, Gewichtsparsnis 80...85% bei viel höherer Spannungsfestigkeit). Wenn es frei, also nicht vergraben verlegt wird, ist zu beachten, dass es zwar an sich nicht gegen Frost empfindlich ist, jedoch in gefrorenem Zustand nicht bewegt werden soll, um Brüche in der Opanol-Vollisolierung zu vermeiden. (Für Kurzwellen taugliche Opanolkabel waren bei Kriegsende noch nicht verfügbar, und das zu oft gestörte Lufttraumerkabel ist meist durch homogenisierte Vierdraht-Freileitungen ersetzt worden, soweit es für Träger von mehr als 50 kW verwendet wurde.)

Die Strahler selbst sind — zur Erzielung einer möglichst grossen schwundfreien Zone bei der Betriebsfrequenz —, wie heute allgemein üblich, für annähernd $\lambda/2$ -Betrieb ausgelegt. Zuerst wurden in freitragenden Holztürmen Seilantennen aufgehängt, die durch einen in ihrem oberen Teile eingebauten Auftrennschalter gekürzt und für einen Teil des Gesamtwellenbereiches mit dem unteren Teil als $\lambda/4$ -Strahler verwendet werden konnten. Der selbsttragende Holzturm (etwa 650 RM je m³) ist bei grösserer Höhe teurer als der abgespannte, selbststrahlende Eisenmast gleicher Höhe und nach 10 bis 15 Jahren schon stark reparaturbedürftig. Der abgespannte, selbststrahlende Eisengittermast ist bei grösseren Höhen billiger und widerstandsfähiger. Der Strahlmast des Deutschlandsenders (Gittermast) war mit 331 Metern das höchste Bauwerk Europas (754 t, 1 900 000 RM). Noch wohlfeiler sind die zuletzt allgemein verwendeten Vollwandrohrmaste (etwa 1500 Reichsmark je t), ausgeführt bis 240 m Höhe (Köln-Langenberg, 177 t, 270 000 RM).

Bemerkenswert ist noch eine *Mittelwellen-Richtstrahlanlage* mit zehn selbststrahlenden Vollwandrohr-

masten, davon zwei sendergespeisten, 150 m hohen Masten (1 und 2). In zwei zur Verbindungslinie dieser Masten parallelen Ebenen sind vor und hinter dieser «Strahlwand» je eine «Saug»- und «Druck»wand angeordnet, je aus vier Vollwandrohrmasten von 120 m Höhe bestehend (3...10), die nur strahlungsgespeist und in ihren Abstimmhäusern so abgestimmt sind, dass sich die richtige Phasenlage für bevorzugte Strahlung in einer der beiden Richtungen senkrecht zur Strahlwand ergibt und entsprechend verminderte Abstrahlung im Rücken (alle 10 Masten: etwa 400 000 Reichsmark). Bei Rundstrahlbetrieb bleiben die Antennenerdungsschalter in den Abstimmhäusern 3...10 auf «Drossel-Erde»-Stellung (Hochfrequenzdrossel zur Ableitung statischer Ladungen), bei Richtstrahlbetrieb jedoch in der Stellung «Betrieb». Jeder der zehn Antennenerdungsschalter ist vom Senderbedienungspult aus fernsteuerbar über ein Drucktastenfeld mit optischer Sellungsanzeige und hat drei Stellungen, 1: «Betrieb», 2: «Drossel-Erdung» und 3: «direkte Erdung». (Dieselbe Einrichtung, entsprechend vereinfacht für eine oder zwei Antennen, ist bei allen Rundfunksendern vorhanden.) In der Betriebsstellung ist der Mast über seine Abstimmelemente an das übliche Erdungsnetz angeschlossen, in der Drossel-Erde-Stellung ist der Mast hochfrequenzmässig ungeerdet, also ausgeschaltet und deshalb ohne nennenswerte deformierende Wirkung auf das Strahlungsfeld der Betriebsmaste; Stellung 3 ist die «Aus»-Stellung, wo der Mast satt geerdet ist, wenn der Senderbetrieb ruht oder wegen Nahgewitter unterbrochen werden muss.

Alle übrigen Mittelwellen-Grossrundfunksender verfügen ausser ihrem permanenten Strahler über eine transportable $\lambda/4$ -Behelfsantennenanlage mit einem selbststrahlenden oder mehreren als Träger einer T- oder Dreiecks-Dachantenne verwendeten vereinheitlichten Rundstahlgittermaste von 50 m Höhe (11 000 Reichsmark). Diese Maste werden für den Transport in einzelne Schüsse zerlegt, und ein auf der Erdoberfläche verlegtes Aluminiumbandsystem dient als Erde. Dazu gehört der in einem Autoanhänger untergebrachte Antennenabstimmteil mit dem fernsteuerbaren Antennenerdungsschalter. Dieser Abstimmwagen wird durch das frei auf den Erdboden gelegte Vacha-Opanol-Energiekabel und ein Steuerkabel mit dem Sendersaal verbunden. Letzteres enthält Adern für die Fernbedienung des Antennenerdungsschalters, für die Antennenstromrückmeldung, die Anodenblockschleife und den Fernsprecher.

D. Unbemannte Kleingleichwellensender, Gleichwellennetze

In diesem Zusammenhange mag noch auf das neue System der unbemannten Kleingleichwellensender hingewiesen werden. Im Hochgebirge ist die befriedigende Rundfunkversorgung der Bevölkerung in tiefeingeschnittenen Tälern durch einzelne Grosssender schwierig, manchmal unmöglich. Daher wurde

in den Alpentälern ein System der Rundfunkversorgung erprobt, bei welchem eine Anzahl vollautomatische Kleingleichwellensender (C. Lorenz AG.), jeweils für einen kleinen Versorgungsbereich, von je 100 W Antennenleistung in Gleichwelle mit einem Landessender betrieben wurden. Die kleinen Senderhäuschen sind unbemannt und erhalten im Regelfall Steuerfrequenz und Programm-Modulation über einen Drahtfunkkanal. Die Frequenzstabilität des Gleichwellengestelltes ist so vorzüglich, dass unbedenklich auch längere Zeit ohne Synchronisierung gearbeitet werden kann, also so, dass zum Beispiel nur das Programm niederfrequent zugeführt und die Synchronisierung nur gelegentlich durch den Senderpfleger nachgezogen wird, wobei zum Frequenzvergleich bei abgeschalteter Senderendstufe ein Empfänger herangezogen wird, der die Vergleichsfrequenz für den Quarz aus dem Strahlungsfeld des Mutter-senders holt. Netzausfall und Ausfall des Programmes werden nach dem nächsten Postamt selbsttätig ferngemeldet, die regelmässige Ueberprüfung und Wartung wird durch einen Senderpfleger besorgt, der mit seinem Dienstwagen nach einem feststehenden Arbeitsprogramm die einzelnen Sender besucht. Je ein solches Netz war in Kärnten und Steiermark in Betrieb, ein weiteres bei Kriegsende im Ausbau in Salzburg und Tirol. Die Erfahrungen mit den selbsttätigen Sendern waren, nach Ueberwindung der Anlaufschwierigkeiten, günstig und Störungen hauptsächlich durch mangelhafte Zuverlässigkeit des Draht-funks bedingt. Es kann als erwiesen gelten, dass durch einen solchen Teppich von Kleinsendern eine befriedigende Rundfunkversorgung schwierigen Berglandes erzielt werden kann, wenn der Aufstellungsort der Teilstrahler gut gewählt wird, also unter Bedachtnahme darauf, dass die Gleichwellen-Verwirrungsgebiete vornehmlich in wenig besiedelte Gebiete fallen. Die Einzelanlage kostete (total mit Antenne) etwa 70 000 RM und versorgt etwa einen Umkreis von 15 km mit einer Feldstärke von 3,5 mV/m bei Tag; sie arbeitet auf eine T-Antenne oder einen selbststrahlenden, nicht abgespannten Mannesmannrohrmast.

Erwähnt seien abschliessend die fünf Gleichwellennetze, welche zur Verbesserung der Rundfunkversor-

gung in Deutschland in Betrieb waren (etwa 20 kleinere Sender). Neben dem noch in Betrieb befindlichen älteren Telefunksystem waren die neueren Anlagen mit den Lorenz-Gleichwellengestellen ausgestattet. Bei diesen wird im «Muttergestell» aus der Quarzfrequenz durch Frequenzteilung eine Tonfrequenz nahe an 2000 Hz gewonnen, welche über Leitungen den Tochterseindern zugeführt und dort in Vervielfachungsstufen wieder auf die Gleichwellenfrequenz erhöht wird. Dabei dient dann diese Synchronisierungshilfe nur dazu, über eine Phasenvergleichsbrücke bei Frequenzabweichungen den örtlichen Tochterquarz stets auf die genaue Sollfrequenz (des Mutterquarzes) wieder hinzuziehen, und zwar mit Hilfe eines von einem ölgedämpften, richtkraftlosen Drehspulenmeßsystem bewegten, einplattigen Drehkondensators im Schwingkreis der Quarzsteuerstufe. Wie schon eingangs erwähnt, waren auch sämtliche Großsender mit diesem Lorenz-Gleichwellengestell ausgestattet, und es sind diese Sender in den ersten Kriegsjahren eine Zeitlang in den Abendstunden mit *einem* Reichsprogramm — in wechselnder Kombination der Zusammenschaltung — in Gleichwelle betrieben worden (zu dem Zwecke, die feindlichen Flieger bei der Peilung mit Hilfe der Landessender zu verwirren). Die Stabilität der Frequenzhaltung erwies sich als sehr gut, selbst als nur mehr ziemlich schlechte Behelfskabelleitungen für die Steuersynchronisierung der Gleichwelle verfügbar waren. Natürlich sind die Gleichwellengestelle an das Lichtnetz (Haustransformator), also nicht wie die übrigen Senderteile an den Krafttransformator anzuschliessen, weil die Thermostate der Quarzstufe ständig gespeist sein müssen, auch wenn der Sender selbst ausgeschaltet ist, um eine nennenswerte Abwanderung der Frequenz des Steuerquarzes vom Sollwert zu verhindern und die fortlaufende Steuertonnachsynchronisierung zwischen dem Mutterquarz und den weit entfernten Tochterquarzen sicherzustellen.

Die Anschaffungskosten für das kombinierte, als Mutter oder Tochter verwendbare Gleichwellengestell betragen etwa 45 000 RM.

Adresse: Dipl. Ing. Dr. Emil Wolf, Wien XVIII/110, Kutschker-gasse 23

Le téléphone aux Etats-Unis d'Amérique

Par Alfred Langenberger, Berne
(Suite)

654.15 (73)

Service d'observation et inspection du service

Bien qu'elle donne toujours la priorité aux solutions les plus économiques en matière de construction et d'exploitation, l'«American Telephone and Telegraph Company» ne néglige pas pour autant l'avis du public sur ses services. Elle utilise tous les moyens à sa disposition pour augmenter la sympathie dont jouit le téléphone. Dans cet ordre d'idées, elle surveille spécialement les services qui se trouvent être

en contact direct avec les abonnés et autres usagers. Tous sont «écoutés» et les résultats de ces contrôles lui permettent d'apprécier le degré de qualité des relations entre services d'administration et d'exploitation d'une part, et clientèle, d'autre part.

Les compagnies exploitantes recourent à deux genres d'observations différentes qui sont l'observation aux fins d'instruction et l'observation du degré de qualité du travail fourni. La «Training-observation» ou ob-