

RADIORAMA

INTERESSANTES FÜR FUNK- UND A/V-LIEBHABER

Nr. 107

Funkensprühend ...

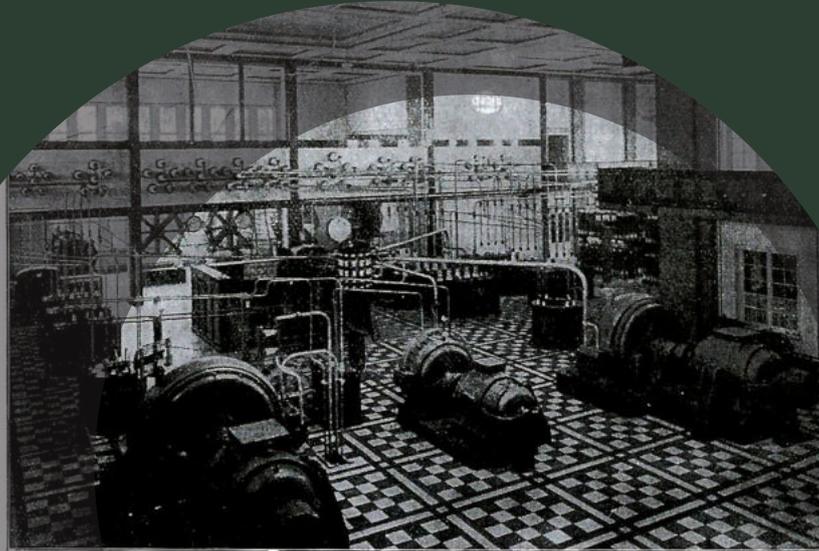
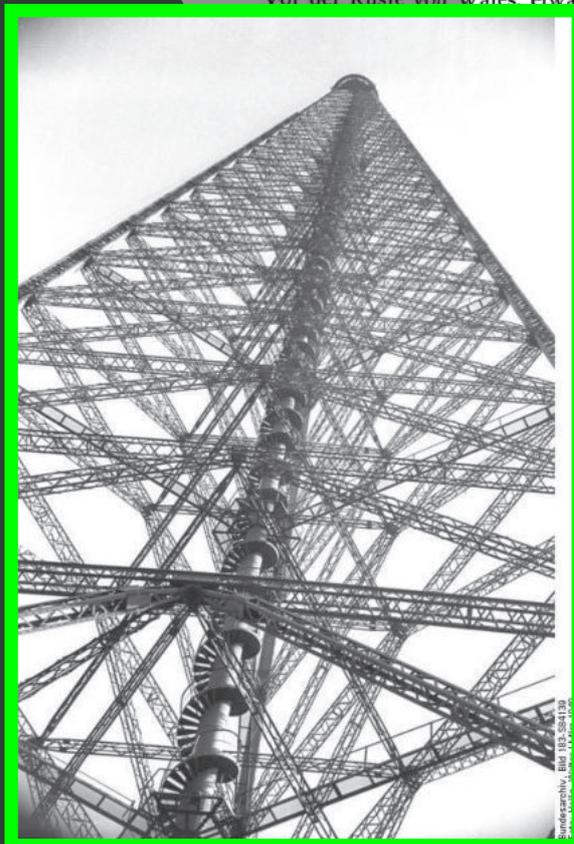


Abb. 145. Blick in die Senderhalle der Grossfunkstelle Nauen, im Vordergrund die Hochfrequenzmaschinen mit ihren Antriebsmotoren.

Im Reich der Radiotechnik Streifzüge durch das Gebiet der elektrischen Wellen

Vor der Küste von Wales, etwa 5 km vom Ufer entfernt, liegt gegenüber Lavernock, als Bestandteil der englischen Küstenbefestigung, auch gleich der Standort eines Leuchtturms. Die 20 m hohe Klippe Lavernock Point war Schauplatz einer denkwürdigen Begebenheit, die wohl keiner der Teilnehmer ahnte.

Die in kleiner Funkeninduktor, gespeist von einer kleinen betätigten Sammlerbatterie, wurde die Spannung umgeformt und durch einen Metallkugelschalter geleitet.



Mit bestem Dank an:
Georg Kern

Im Reich der Radiotechnik

Streifzüge durch das Gebiet der elektrischen Wellen

Vor der Küste von Wales, etwa 5 km vom Ufer entfernt, liegt gegenüber Lavernock Point die kleine Insel Flatholm, als Bestandteil der englischen Küstenbefestigung mit Kanonen gespickt und zugleich der Standort eines Leuchtturms. Diese Insel und die ihr gegenüberliegende 20 m hohe Klippe Lavernock Point war am 11. Mai des Jahres 1897 der Schauplatz einer denkwürdigen Begebenheit, deren wirkliche Tragweite allerdings wohl keiner der Teilnehmer ahnte. Auf Flatholm stand in einer Bretterbude ein kleiner Funkeninduktor, gespeist von einer achtzelligen, durch eine Morsetaste betätigten Sammlerbatterie. Deren Strom wurde durch den Induktor auf Hochspannung umgeformt, und die Hochspannungsströme riefen zwischen zwei grossen Metallkugeln – einer Righischen Funkenstrecke – Funkenentladungen hervor, die sich im Rhythmus der mit der Morsetaste gegebenen Morsezeichen folgten. Von der einen Kugel der Funkenstrecke führte ein blanker Kupferdraht – die Antenne – zur Spitze eines 30 m hohen, abseits stehenden Mastes; die zweite Kugel war in gleicher Weise mit einer in das Meer versenkten Metallplatte verbunden. – Auf Lavernock Point war die Bretterbude durch eine grosse Kiste ersetzt, in der fünf Männer übereinander kauerten, Augen und Ohren mit gespanntester Aufmerksamkeit auf einen kleinen, vor ihnen stehenden Tisch mit Apparaten gerichtet. Der wichtigste Teil der Apparatur war ein kleines Glasröhrchen mit Metallpulver – Kohärer genannt – in das beiderseits ein blanker Kupferdraht mündete. Der eine Draht lief über die Klippe ins Meer hinab, der zweite stieg wie auf der andern Seite zur Spitze eines 30 m hohen Mastes empor. Von diesen Drähten zweigte ein Stromkreis ab, der nach dem Schema der Abb. 146 eine Batterie 1 und ein Relais enthielt. Das Relais schloss, wenn es seinen Anker anzog, einen zweiten Stromkreis, in dem ein Morseschreiber, eine Klingel und eine Batterie 2 zusammengeschaltet waren.

Von den fünf Männern in der Kiste war der eine der Chef der englischen Telegraphenverwaltung, Mr. Preece, der zweite ein Berliner Physiker, Prof. Slaby, der dritte ein junger italienischer Ingenieur namens Guglielmo Marconi. Er war mit der Behauptung zu Mr. Preece gekommen, es sei ihm gelungen, mittels der einige Jahre früher von dem deutschen Physiker Heinrich Hertz in Bonn entdeckten elektrischen Wellen Botschaften durch die Luft von einem Orte zu einem anderen zu senden, und zur Prüfung dieser Erfindung war man jetzt hier in Lavernock Point beisammen. Preece hatte an der Sache ein ganz besonderes Interesse. Ihm unterstanden nämlich u. a. die Telegraphenkabel, die die der englischen Küste vorgelagerten zahlreichen Inselchen – soweit sie bewohnt sind oder Leuchttürme tragen – mit der nächsten Telegraphenstation am Ufer verbanden, und diese Kabel waren für ihn Sorgenkinder, weil sie sich unter der Wirkung des Wellenschlags an der felsigen Küste alle paar Monate zerscheuerten und so die Verbindung unterbrachen. Deshalb suchte die englische Telegraphenverwaltung schon lange nach einem Verbindungsmittel, das diese Kabel überflüssig machte, und Marconi, der ein solches Mittel gefunden zu haben behauptete, wurde von ihr mit offenen Armen empfangen. Slaby war mit Mr. Preece bekannt und als Physiker zur Teilnahme an den Versuchen eingeladen worden, die übrigen Herren waren englische Physiker und Telegraphenbeamte, von denen einer die Sendestation auf Flatholm, ein zweiter den Empfänger auf Lavernock Point bediente. Drei Tage lang probierte man an der Sache herum. Am ersten Tag gelang es überhaupt nicht, Zeichen zu erhalten. Man schrieb die Schuld, nach Slabys Bericht, den eisernen Drahtseilen zu, die den Mast hielten und den blanken Empfangsdraht wie einen Käfig umgaben. Am anderen Tag wurde die Empfangsantenne um 20 m verlängert und die Empfangsapparatur in entsprechender Entfernung seitlich vom Mast aufgestellt, um den Einfluss der Drahtseile zu brechen.

Im Reich der Radiotechnik

Streifzüge durch das Gebiet der elektrischen Wellen

Aus dem Jahr 1923
Verfasser: Hanns Günther

Vor der Küste von Wales, etwa 5 km vom Ufer entfernt, liegt gegenüber Lavernock Point die kleine Insel Flatholm, als Bestandteil der englischen Küstenbefestigung mit Kanonen gespickt und zugleich der Standort eines Leuchtturms. Diese Insel und die ihr gegenüberliegende 20 m hohe Klippe Lavernock Point war am 11. Mai des Jahres 1897 der Schauplatz einer denkwürdigen Begebenheit, deren wirkliche Tragweite allerdings wohl keiner der Teilnehmer ahnte. Auf Flatholm stand in einer Bretterbude ein kleiner Funkeninduktor, gespeist von einer achtzelligen, durch eine Morsetaste betätigten Sammlerbatterie. Deren Strom wurde durch den Induktor auf Hochspannung umgeformt, und die Hochspannungsströme riefen zwischen zwei grossen Metallkugeln – einer Righischen Funkenstrecke – Funkenentladungen hervor, die sich im Rhythmus der mit der Morsetaste gegebenen Morsezeichen folgten. Von der einen Kugel der Funkenstrecke führte ein blanker Kupferdraht – die Antenne – zur Spitze eines 30 m hohen, abseits stehenden Mastes; die zweite Kugel war in gleicher Weise mit einer in das Meer versenkten Metallplatte verbunden. – Auf Lavernock Point war die Bretterbude durch eine grosse Kiste ersetzt, in der fünf Männer übereinander kauerten, Augen und Ohren mit gespanntester Aufmerksamkeit auf einen kleinen, vor ihnen stehenden Tisch mit Apparaten gerichtet. Der wichtigste Teil der Apparatur war ein kleines Glasröhrchen mit Metallpulver – Kohärer genannt – in das beiderseits ein blanker Kupferdraht mündete. Der eine Draht lief über die Klippe ins Meer hinab, der zweite stieg wie auf der andern Seite zur Spitze eines 30 m hohen Mastes empor. Von diesen Drähten zweigte ein Stromkreis ab, der nach dem Schema der Abb. 146 eine Batterie 1 und ein Relais enthielt. Das Relais schloss, wenn es seinen Anker anzog, einen zweiten Stromkreis, in dem ein Morseschreiber, eine Klingel und eine Batterie 2 zusammengeschaltet waren.

Zugespielt...
...von Georg Kern

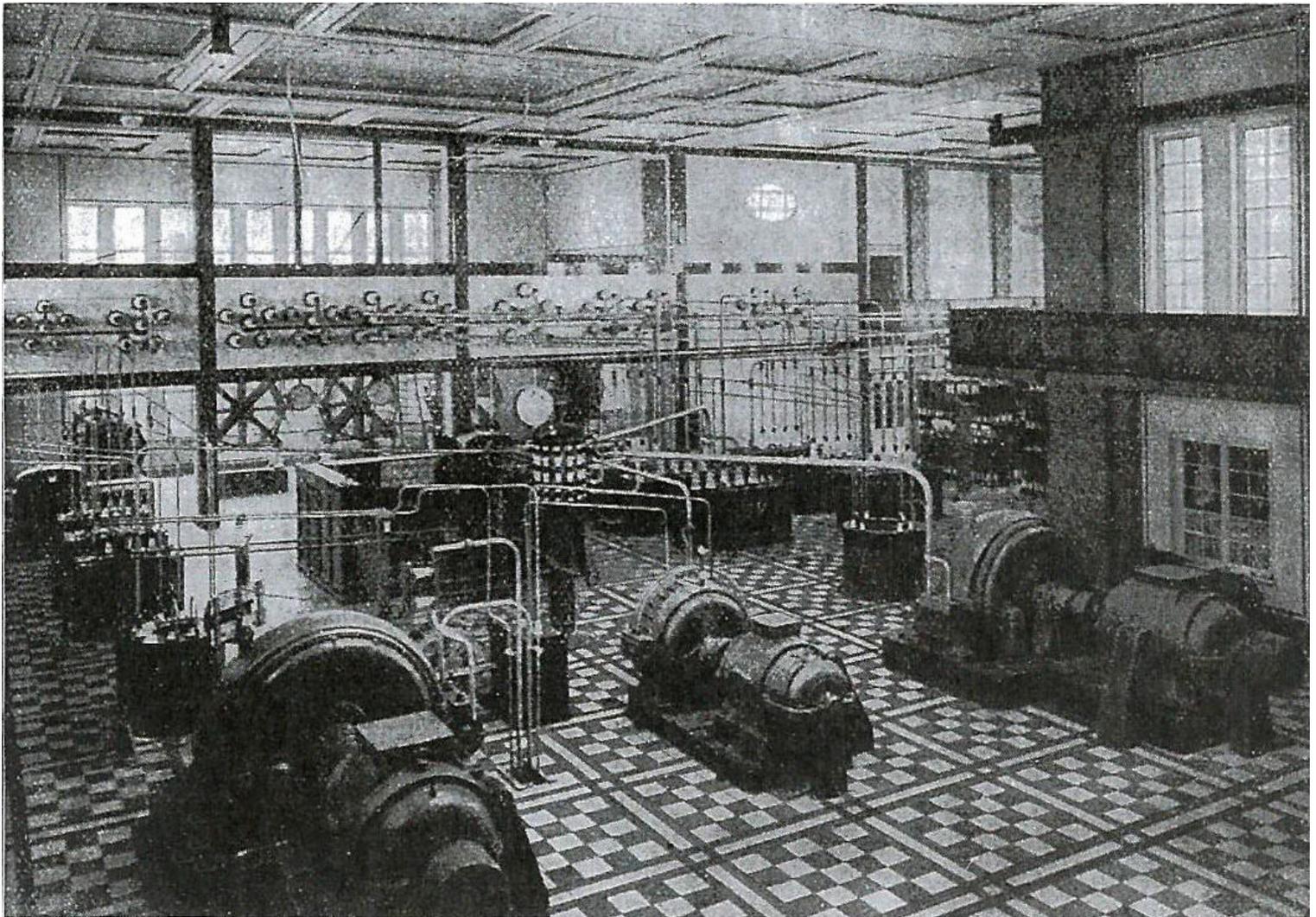
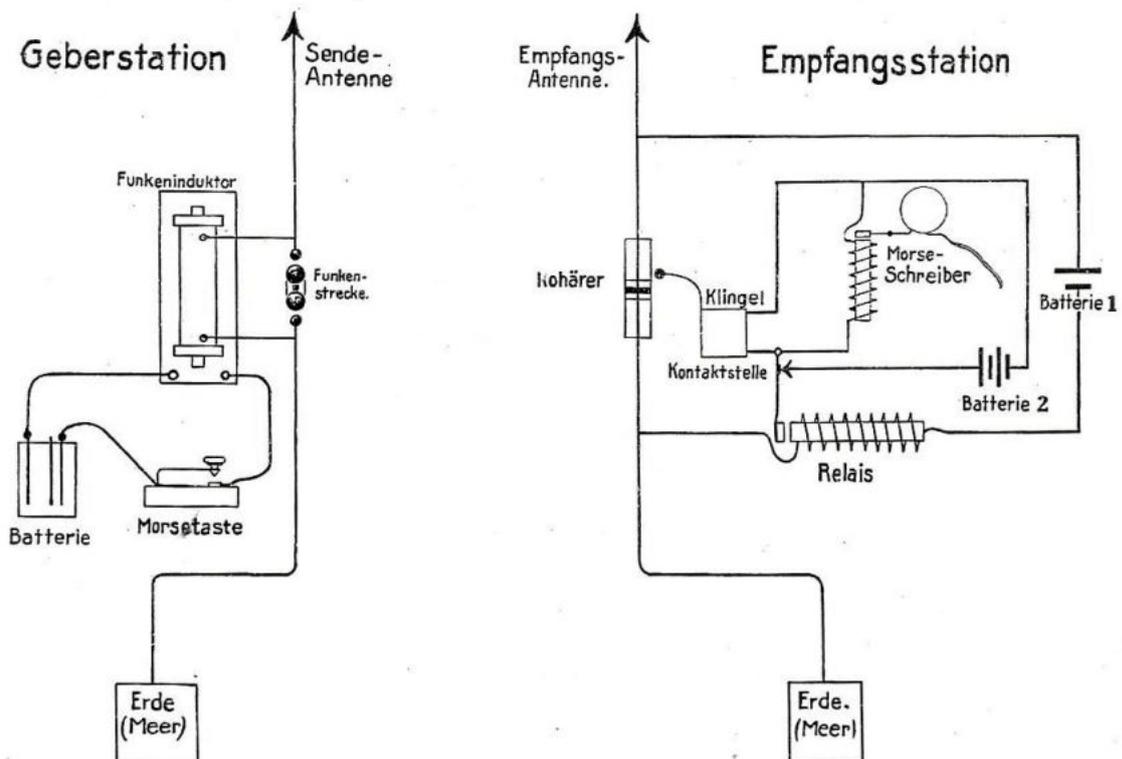


Abb. 145
 Blick in die Senderhall der Grossfunkstelle Nauen, im Vordergrund die Hochfrequenzmaschinen mit ihren Antriebsmotoren

Abb. 146
 Schematische Darstellung des Marconisystems zur Telegraphie mit elektrischen Wellen
 (Nach einer Tafel im Deutschen Museum zu München)



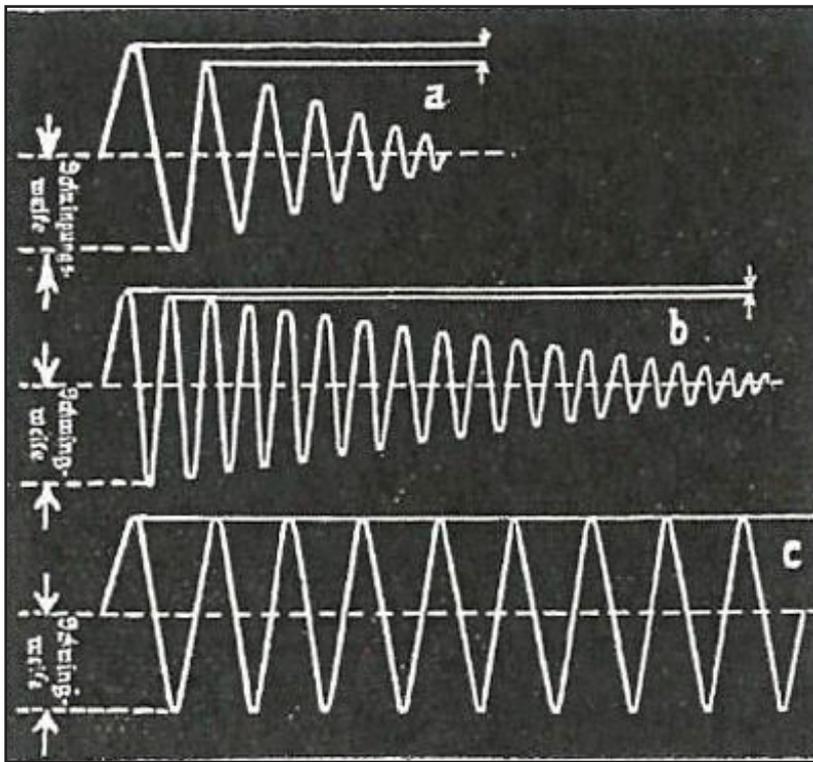
Als das geschehen war, kamen die ersten, aber noch undeutlichen Zeichen. Am dritten Tage zog man mit den Empfangsapparaten an den Strand hinunter und verlängerte den Empfangsdraht abermals, so dass er jetzt die doppelte Länge wie vorher hatte. Und nun war plötzlich der Erfolg da. Drüben auf Flatholm stieg eine Flagge auf, als Zeichen, dass man zu senden begann, und hüben auf Lavernock Point begann im gleichen Augenblick der Morseschreiber zu ticken, und das Farbrädchen schrieb deutlich das Morsezeichen v, immer wieder drei Punkte und einen Strich (•••–) die lautlos und unsichtbar über eine Entfernung von 5 km herüberkamen, getragen von jenem unbekanntem, geheimnisvollen Mittel, das die Physiker Aether nennen, die einzige Brücke zwischen uns und den Erden und Sonnen im All.

Das Ergebnis dieses ersten praktischen Versuchs, mit elektrischen Wellen zu telegraphieren, war wenige Tage darauf in aller Welt bekannt. Und wo die Nachricht hinkam, horchten die Fachleute auf und begannen auch ihrerseits zu forschen und zu suchen, mit dem Erfolg, dass ein Jahrzehnt später schon ein Dutzend grosser Sendestellen im Betriebe war und hunderte von Schiffen Funkstationen hatten, denn in der Schifffahrt bürgerte sich die Wellentelegraphie als Verbindungsmittel zum Land und Sicherungsmittel in Seenot am schnellsten ein. Aber das alles war nur ein Anfang, denn das junge Bäumchen «Radiotechnik» begann erst richtig zu treiben und zu spriessen, als der grosse Krieg den Boden, darin es wurzelte, mit allem Nötigen im Überfluss zu düngen begann, weil der Krieg die Früchte in immer leistungsfähigeren Apparaten und besseren Arbeitsverfahren für seine Zwecke brauchte. Als der Krieg vorbei war, stand man daher vor einer Ernte, die unübersehbar schien: die Wellentelegraphie hatte sich Riesenstationen erbaut, die ihre Botschaften viele tausend Kilometer weit – bis zu ihren Antipoden – schickten. Den kleinen Induktor des ersten Marconisenders hatten gewaltige Maschinen von vielen hundert Kilowatt Leistung verdrängt. Aus dem als Antenne benützten blanken Kupferdraht waren Drahtgebilde geworden, die sich auf hohen Stahltürmen kilometerweit erstreckten. Der Kohärer mit dem Morseschreiber war durch seltsame Röhren ersetzt, durch deren Vermittlung die von der Empfangsantenne aufgenommenen elektrischen Wellen Schnelltelegraphen in Bewegung setzten, um die übermittelten Botschaften mit rasender Geschwindigkeit in sauberer Druckschrift auf Streifen zu drucken. Neben die Wellentelegraphie war die Wellentelephonie getreten, die das gesprochene Wort ohne Verbindungsleitung in die Weiten übertrug. Und nicht nur die Schiffe benützten die Wellen, um mit dem Festland in Verbindung zu bleiben, auch von Flugzeugen und vom fahrenden Eisenbahnwagen rief man die Festlandsstationen an, und es war sogar schon gelungen, von fahrenden Zügen aus drahtlos mit beliebigen Fernsprechteilnehmern in ihren Wohnungen zu sprechen. Auch war der an eine Einzeladresse gerichteten Depesche ein Rundfunkdienst zur Seite getreten, der von einer Zentrale aus «An Alle» gerichtete Botschaften in den Aether streute: Wetternachrichten, Börsenkurse, Zeitsignale und was sonst die Allgemeinheit interessiert. «An Alle» wendet sich auch die Wellentelephonie, wenn sie Vorträge, Konzerte, Tanzmusik, Predigten u. dergl. auf dem Wellenweg in den Aether schickt, an alle, die einen Empfänger besitzen, und das sind in manchen Ländern, z. B. den Vereinigten Staaten, Hunderttausende. Daneben hat sich die Radiotechnik Sonderaufgaben gestellt und mit Glück gelöst, an die anfänglich kein Mensch dachte: sie lenkt mit ihren Wellen unbemannte Flugzeuge und kleine Schiffe, sie macht durch Lotsenkabel in gefährlichen Hafeneinfahrten den kundigen Steuermann überflüssig, sie hält selbsttätig fahrende Züge an, sie lässt die Stimme eines Redners durch genial erdachte Verstärker so anschwellen, dass sie wie grollender Donner von hunderttausend Menschen gleichzeitig vernommen werden kann, sie sucht die Erze in den Tiefen der Erde und führt die Vermessung der Länder aus, sie orientiert Flugzeuge und Schiffe im dichtesten Nebel und leitet sie ohne Sicht des Landes sicher zum Hafen, sie ermöglicht es, ein Dutzend Gespräche oder Telegramme verschiedenen Inhalts gleichzeitig einen Draht entlang zu schicken, und sie zeichnet dem Arzt den Herzschlag eines weit entfernten Patienten auf, der so von Spezialisten untersucht und behandelt werden kann, ohne dass er sich vom Fleck zu rühren braucht.

So ist das Reich der elektrischen Wellen zu einem wahren Wunderland geworden, dessen Grenzen sich noch täglich erweitern. Wer darin wandern und das, was er sieht, verstehen will, muss sich allerdings eines kleinen Vorstudiums befleissen, weil ohne die Kenntnis gewisser Grundbegriffe in der Technik nun einmal ein rechtes Verständnis nicht möglich ist. Bei den elektrischen Wellen kommt man am schnellsten dazu, wenn man als Anschauungsmittel und Gedächtnisstützen Vergleiche aus allgemein bekannten Gebieten heranzieht, beispielsweise die Schwingungserscheinungen an den Saiten einer Violine *). Zupfen wir an der dünnsten (E-) Saite, so gibt sie einen Ton, der daher rührt, dass das Zupfen die Saite in Schwingungen versetzt, die sich auf den als Resonanzboden wirkenden Holzkasten der Violine übertragen und die darin enthaltene Luft zum Mitschwingen (Resonieren) bringen. Diese Luftschwingungen im Innern der Violine pflanzen sich durch die Schalllöcher des Instruments auf die umgebende Luft fort und rufen darin Schallwellen hervor, die sich wie Wasserwellen nach allen Seiten ausbreiten, bis sie auf das Trommelfell unseres Ohres treffen., das sie ebenfalls zum Mitschwingen bringen. Seine Schwingungen übertragen sich durch die die Gehörschnecke im Innenohr erfüllende Wassersäule auf die Gehörnerven, deren Anstoss wir im Hörzentrum unseres Gehirns als Ton empfinden.

**) Ich entlehne diesen sehr anschaulichen Vergleich einem Aufsatz «Drahtlose Telegraphie und Telephonie», den Major Schlee (Ulm) vor kurzer Zeit im «Technischen Blatt» (Frankfurt a. M.) veröffentlicht hat.*

Die gleiche Erscheinungsfolge spielt sich ab, wenn wir die dickste (G-) Saite der Violine; zupfen, nur nehmen wir jetzt einen viel tieferen Ton wahr. Dieser Unterschied beruht darauf, dass die dünne E-Saite dank ihrer kleineren Masse viel rascher schwingt als die dicke und daher schwerere G-Saite. Die Schallwellen der E-Saite sind kurz, die der G-Saite lang. Am lautesten tönen die Saiten im Augenblick des Zupfens; die Töne werden dann immer schwächer, bis sie schliesslich verstummen. Daraus ergibt sich, dass die Schwingungen anfangs stark sind, aber allmählich abklingen, und zwar deshalb, weil die Luft der Bewegung der Saiten einen gewissen Widerstand entgegengesetzt. Solche abklingenden Schwingungen nennst der Techniker gedämpft und stellt sie graphisch so dar, wie es Abb. 147 bei a und b zeigt. Ihr Gegenstück sind die ungedämpften Schwingungen, die dauernd ihre ursprüngliche Stärke



Starke Dämpfung zwischen jeder Schwingung, daher schnelle Abnahme der Schwingungsweite und Ausstrahlung sehr verschieden langer Wellen, die keine Abstimmung ermöglichen.

Schwache Dämpfung zwischen jeder Schwingung, daher langsame Abnahme der Schwingungsweite und Ausstrahlung von Wellen wenig verschiedener Länge, die eine ungefähre Abstimmung ermöglichen.

Keine Dämpfung zwischen den Schwingungen, daher keine Abnahme der Schwingungsweite und Ausstrahlung nur einer einzigen völlig konstanten Welle, die schärfste Abstimmung ermöglicht.

Abb. 147
Graphische Darstellung der drei in der Wellentelegraphie benützten Wellenarten. a: stark gedämpfte Wellen (Marconi), b: schwach gedämpfte Wellen (Braun und Löschfunken), c: ungedämpfte Wellen (Lampensender, Hochfrequenzmaschine, Röhrensender).

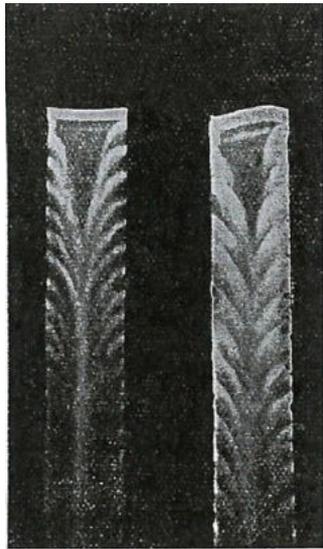


Abb. 148
Wie der Entladungsfunken einer Leidener Flasche in einem sich drehenden Spiegel aussieht. Was das Bild über die Natur des Funkens verrät, steht im Text.

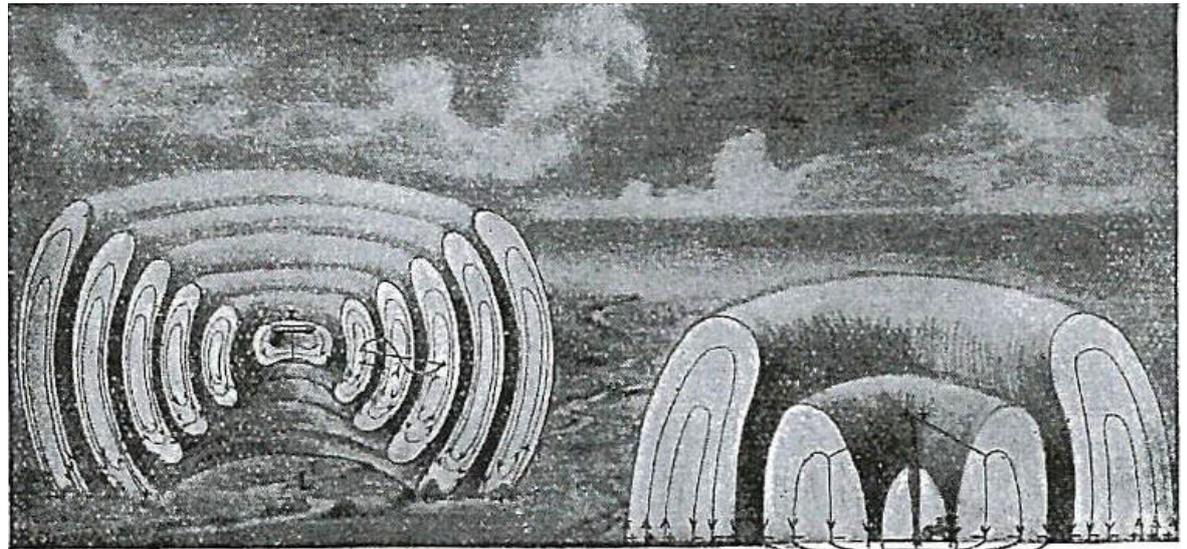


Abb. 149
Schematische Darstellung der Fortpflanzung elektrischer Wellen von einem Luftschiffsender Z und einer Landstation mit Schirmantenne W aus. Man beachte, dass den Turm T senkrecht unter dem Luftschiff keine Wellen treffen. Die inneren der von jedem Sender ausstrahlenden Kraftlinienwirbel, die in Wirklichkeit unsichtbar sind, sind hier im Durchschnitt so gezeichnet, wie wenn sie einen Augenblick greifbare Gestalt angenommen hätten.

(Nach einem Entwurf von M. Dieckmann.)

behalten (vergl. Abb. 147 c). Derartige Schwingungen liefern die Violinsaiten, wenn man mit einem Violinbogen gleichmässig darüber streicht und ihnen auf diese Weise fortwährend neue Energie zuführt, so dass die an sich auch hier vorhandene Dämpfung nicht in Erscheinung tritt. Wie die Violinsaiten, so kann auch die Elektrizität gedämpfte und ungedämpfte Schwingungen ausführen. Diese Entdeckung verdanken wir dem Bonner Physiker Heinrich Hertz, der damit die Radiotechnik begründet hat, obwohl er die praktische Bedeutung seiner Studien, die ihn vier Jahre lang – von 1887 bis 1890 – beschäftigten, nicht ahnte. Er ging dabei von Untersuchungen aus, die der Leipziger Professor Feddersen um 1860 über die Natur des elektrischen Funkens angestellt hatte, mit dem Ergebnis, dass der elektrische Funke, wie ihn etwa eine Elektrisiermaschine oder ein Funkeninduktor liefert und den in der Natur als gewaltigstes Beispiel der Blitz verkörpert, nicht – wie man gewöhnlich annimmt – eine einfache Entladung etwa in der Richtung von der Wolke zur Erde oder von der einen Kugel der Funkenstrecke zur anderen ist, dass vielmehr jede derartige Funkenentladung sich aus einer ganzen Anzahl Einzelentladungen zusammensetzt, bei deren erster der Funke in der einen Richtung springt, um bei der zweiten den entgegengesetzten Weg zu machen, bei der dritten aber wieder die erste Richtung zu nehmen usw. Die einzelnen Entladungen folgen in so winzigen Zeiträumen aufeinander, dass wir sie mit dem blossen Auge nicht getrennt wahrnehmen können. In einem sich schnell drehenden Spiegel aber kann man den Funken zu einem langen Band auseinanderziehen, und an diesem Spiegelbild lässt die geschilderte Erscheinung sich deutlich erkennen (vergl. Abb.148). Sie besagt nichts anderes, als dass der Spannungsausgleich, den die Funkenentladung darstellt, sich in Form ungeheuer rasch erfolgender Schwingungen vollzieht. Und Hertz vermutete, die Wirkung jeder einzelnen Entladung auf den Aether sei ganz ähnlich der eines Schlages auf eine ruhige Wasserfläche: Wie dadurch sich nach allen Seiten ausbreitende Wasserwellen entstehen, würden durch die elektrische Entladung Wellen im Aether – elektrische Wellen – erzeugt, die vom Entstehungspunkt nach allen Richtungen in den Raum hinausfluten.

War diese Ansicht richtig, so mussten die Wellen sich in der Umgebung der Funkenstrecke nachweisen lassen. Dazu benutzte Hertz eine ganz einfache Versuchsanordnung, die klassische Berühmtheit erlangt hat. Den Hauptbestandteil bildete ein Funkeninduktor, der sich über eine Funkenstrecke entlud. Das war der Sender. Als Empfänger diente ein Drahtbügel – Resonator oder Mitschwinger genannt – der gleichfalls eine (auf ganz geringen Abstand einstellbare) Funkenstrecke besass. Mit diesem Drahtbügel suchte Hertz den Raum um die Funkenstrecke herum ab; dabei fand er, dass unter gewissen Bedingungen, die besonders die Grösse, die Entfernung und die Stellung des Resonators betreffen, an dessen Funkenstrecke ebenfalls Funkenentladungen eintreten, die im gleichen Rhythmus mit denen des Induktors erfolgen. Damit war einesteils bewiesen, dass die in Form eines Schwingungsvorgangs sich vollziehende Funkenentladung tatsächlich elektrische Wellen erzeugt, die sich, wie nähere Untersuchungen zeigten, tatsächlich ähnlich wie Wasserwellen durch den Raum fortpflanzen (vergl. Abb. 149), und weiterhin, dass diese Wellen, deren Ausbreitung sich mit Lichtgeschwindigkeit (300.000 km in der Sekunde) vollzieht, durch geeignete Apparate aufgefangen werden können. Diese beiden Feststellungen enthalten die physikalischen Grundlagen der Wellentelegraphie, die unsere Botschaften quer durch den Raum von einem Orte zum andern schickt. Die technische Bedeutung dieser Entdeckung ist zunächst von niemand erkannt worden, wenngleich schon kurz nach der ersten Veröffentlichung der Untersuchungen (1889) ein Münchener Ingenieur, namens Huber, bei Hertz anfragte, ob sich auf seine Ergebnisse nicht eine leitungslose Telegraphie aufbauen lasse. Hertz antwortete verneinend – und er hatte recht. Die Wellen, die er mit seinen Laboratoriumsapparaten erzeugen konnte, waren sehr schwach und pflanzten sich daher nur auf geringe Entfernungen fort. Und die Empfangseinrichtung, der Resonator, war so wenig empfindlich, dass sich auch damit praktisch nichts anfangen liess. So blieb die grosse Entdeckung ungenützt, bis einige kleine Ergänzungen hinzukamen, die die grössten technischen Mängel beseitigten. Das war zunächst ein empfindlicherer Empfangsapparat, der schon erwähnte Kohärer, erfunden von Branly im Jahr 1890, der den Resonator ersetzte. Des weiteren ein verbesserter Sender, bestehend aus einer von Righi (1893) erfundenen Funkenstrecke, die sehr kräftige Funken, d. h. intensive Schwingungen und damit weitreichende Wellen liefert. Schliesslich die Einführung der Antenne (durch Popoff 1895), in der einfachsten Form ein langer, hoch in die Luft hinaufgereckter, mit dem Sender, bezw. dem Empfänger verbundener Draht, der die Ausstrahlung, bezw. die Aufnahme der Wellen begünstigt.

Das Merkwürdige ist, dass keine dieser Vervollkommnungen im Hinblick auf eine Wellentelegraphie ersonnen wurde. Righi und Branly studierten den elektrischen Funken und bauten ihre Apparate für diesen Zweck. Popoff untersuchte das Wesen der Gewitter-Elektrizität und benützte seine Antenne, die einfach ein vergrösserter Blitzableiter war, um die atmosphärische Elektrizität seinen Apparaten zuzuleiten. Nichtsdestoweniger war mit diesen drei Erfindungen und der Hertzschen Entdeckung alles beisammen, was man zur Telegraphie mit elektrischen Wellen brauchte. Wer das als erster erkannte, brauchte nur zuzugreifen, und eine grosse Erfindung fiel ihm in den Schoss. Der Glückspilz, der die reife Frucht brach, hiess Guglielmo Marconi, damals ein junger Student, als Schüler Righis mit dessen Untersuchungen über elektrische Wellen und natürlich auch mit den Hertzschen Forschungen vertraut und als Sohn eines italienischen Senators vermögend genug, in seinen Mussestunden entsprechende Versuche anzustellen. Dabei kam er eines Tages – im Jahre 1896 war es – auf den Gedanken, dass man ja nur die Funken im Rhythmus der Morsezeichen, jener aus Punkten und Strichen, d. h. kürzeren und längeren Stromstössen, zusammengesetzten Buchstabenschrift der Drahttelegraphie (vergl. Abbildung 150), zu erzeugen und den Empfänger so einzurichten brauche, dass die dort im gleichen Rhythmus entstehenden Fünkchen einen Morseapparat – der diese Zeichen als Striche und Punkte auf einem sich abrollenden Papierstreifen niederschreibt – betätigen, um sofort in der üblichen Weise telegraphieren zu können, nur mit dem Aether als Brücke oder Leitung. Aus dieser Idee entstand nach kurzem Probieren die erste Station zur Wellentelegraphie, deren Einrichtung Abb. 146 in einfachster Form verdeutlicht. In der Sendestelle links steht der aus einer Batterie gespeiste Funkeninduktor mit der Funkenstrecke, der durch die Morsetaste betätigt wird. Beim Drücken der Taste springt in der Funkenstrecke ein Funkenstrom über. Die dadurch hervorgerufenen elektrischen Wellen werden von der Antenne ausgestrahlt. Sie mit Licht-

.- a
 -... b
 -.-. c
 -.. d
 . e
 ..- f
 --- g
 h
 .. i
 .--- j
 -.- k
 -.. l
 --- m
 -. n
 --- o
 .--- p
 -.- q
 -.. r
 ... s
 - t
 ..- u
 v
 --- w
 -.. x
 -.- y
 z

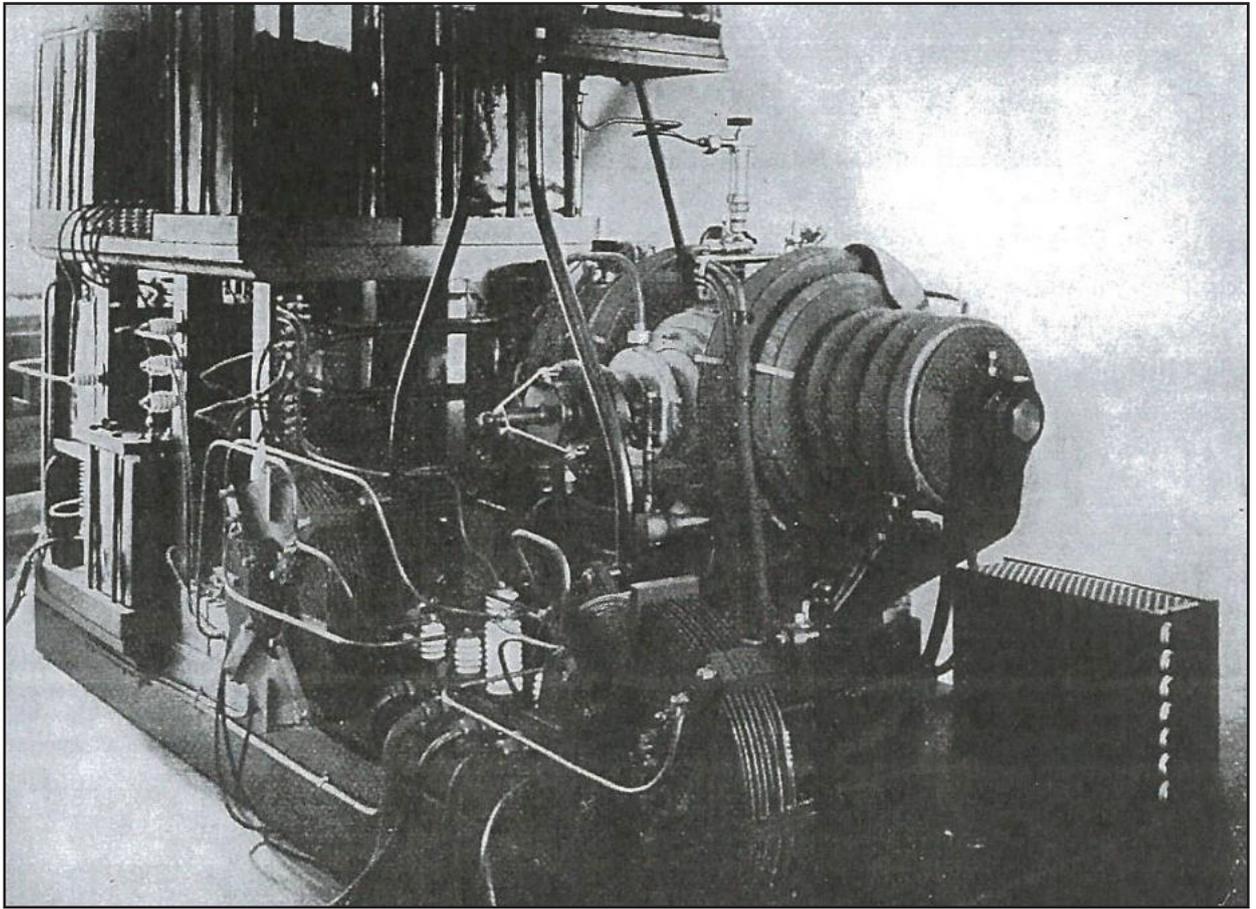


Abb. 150
 Das Alphabet
 in Morsezeichen

Abb. 151
 Poulsenscher Lampensender von 5 kW Leistung in der dänischen Radiostation Lyngby
 (C. Lorenz A.-G., Berlin.)

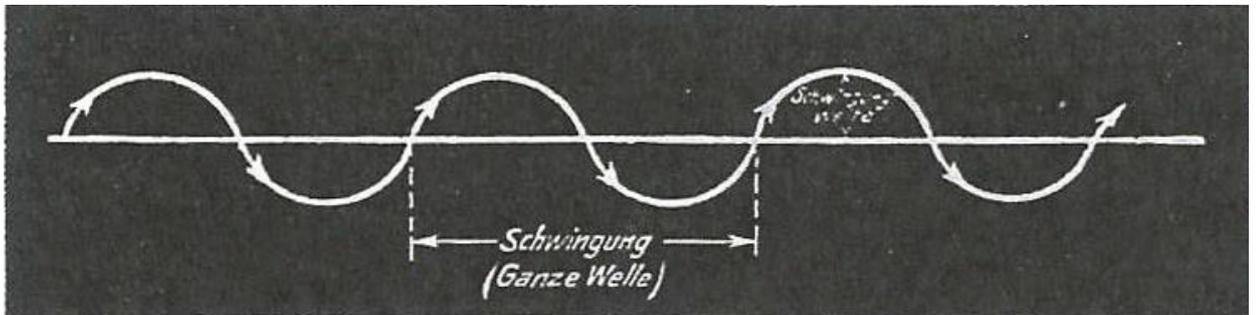


Abb. 152
 Graphische Darstellung eines Wechselstroms, wie ihn die Wechsel-
 stromgeneratoren unserer Elektrizitätswerke liefern

geschwindigkeit nach allen Richtungen des Raumes ausbreitend, treffen sie auch auf die Empfangsantenne, in der sie – zurückverwandelt – elektrische Schwingungen erzeugen. Diese Schwingungen wandern durch den Kohärer, ein Glasröhrchen, in dem sich in geringem Abstand zwei Metallkölbehnen gegenüberstehen, verbunden durch locker geschichtetes Metallpulver. Dieser Apparat bildet einen Bestandteil des von der Batterie 1 gespeisten Stromkreises, der nur noch ein Relais enthält. Solange keine Wellen die Antenne treffen, ist dieser Stromkreis im Kohärer unterbrochen, weil der Batteriestrom den hohen elektrischen Widerstand des lockeren Metallpulvers nicht überwinden kann. Das Relais spricht also nicht an. Sobald aber die von der Antenne aufgenommenen elektrischen Wellen den Kohärer durchpulsen, ändert sich die Sache. Jede Welle ruft zwischen den Metallstäubchen – genau wie im Hertzschen Resonator – winzige Fünkchen hervor, die die Teilchen leicht miteinander verschweissen. Daher bildet der Kohärer jetzt eine leitende Brücke, und der Strom der Empfangsbatterie kann durch das Relais fliessen, dessen Elektromagnet seinen Anker anzieht und dadurch an der in Abb. 146 näher bezeichneten Kontaktstelle den Strom der starken Ortsbatterie 2 schliesst, die den Morseschreiber und die Klingel in Tätigkeit setzt. Der Morseschreiber ist gleichfalls ein Elektromagnet mit den Polen vorgelagertem Anker. Wird der Anker angezogen, so erzeugt eine mit dem Anker verbundene Schreibvorrichtung auf einem sich fortwährend abrollenden Papierstreifen einen kleinen farbigen Strich. Die Klingel aber schlägt gegen den Kohärer und zerstört dadurch die dort bestehende Strombrücke, so dass zunächst der Stromkreis 1, damit aber auch der Stromkreis 2 wieder stromlos wird. Trifft ein neuer Wellenzug die Antenne, so wiederholt sich das Spiel.

Auf der Sendestation wird die Stromquelle mittels einer Morsetaste im Rhythmus der Morsezeichen (vergl. Abb. 150) geöffnet und geschlossen. Langer Tastendruck entspricht einem Strich, kurzer Tastendruck einem Punkt. Bei jedem Tastendruck durchzucken zahllose Stromstösse die Primärwicklung des Induktors, denn der mittels der Taste eingeschaltete Gleichstrom wird zugleich durch eine mechanische Vorrichtung äusserst schnell unterbrochen. Mit jedem Tastendruck beginnt infolgedessen sofort das Funken-spiel an der Funkenstrecke, d. h. die von der Antenne ausstrahlenden Wellenzüge wandern im Rhythmus der Morsezeichen in den Raum hinaus, und werden im gleichen Rhythmus von der Empfangsstation aufgenommen. Wenn dort also ein kurzer Wellenzug – ein Morsepunkt – eintrifft, so schreibt auch der Morseschreiber einen Punkt, während bei einem langen Wellenzug ein Strich entsteht. Jeder längere Wellenzug wird allerdings durch die Tätigkeit der Klingel in eine Anzahl kürzerer zerlegt. Da aber die fort dauernden Wellen die gerade zerstörte Brücke im Kohärer sogleich wieder erstellen, spricht der Morseschreiber infolge seiner ziemlich grossen Trägheit auf diese äusserst kurzen Unterbrechungen nicht an, sondern schreibt trotzdem ein einziges, Zeichen. So folgen sich lange und kurze Wellenzüge, bis die ganze Botschaft übermittelt ist. Auf dem Streifen des Morseschreibens vermag man sie bequem abzulesen.

Ich habe diese Dinge so ausführlich dargelegt, um an einen einfachen Beispiel das Wesen der Wellentelegraphie zu verdeutlichen. Abschliessend ist zu sagen, dass das beschriebene Marconisystem heute keine praktische Bedeutung mehr besitzt und dass auch das daraus entwickelte Verfahren der tönenden Löschfunken trotz seiner hohen Vervollkommnung schon zum Tode verurteilt ist. Alle Funkenmethoden haben nämlich den praktisch sehr wesentlichen Nachteil, dass sie gedämpfte Wellen liefern, mit denen sich weder eine grosse Reichweite, noch eine scharfe Abstimmung zweier Stationen aufeinander erzielen lässt, beides Voraussetzungen, die für die praktische Ausübung der Wellentelegraphie heute unerlässlich sind. Ihre Erfüllung ist nur mit ungedämpften Wellen möglich, mit elektrischen Schwingungen von stets gleichbleibender Stärke, die unablässig – ohne jede Pause – aufeinander folgen. Sie entsprechen – um noch einen zweiten Vergleich zu geben – den stets gleichbleibenden Ausschlägen des Pendels einer Uhr, bei der die den Ausschlag vermindernde Reibung an der Luft, in den Lagern und so weiter durch Nachlieferung von Energie aus der gespannten Feder sofort ausgeglichen wird, während die gedämpften Wellen den Schwingungen eines einfachen Pendels gleichen, das – einmal angestossen – unter dem Einfluss der Reibungsverluste immer kleinere Schwingungen macht, bis es schliesslich zum Stillstand kommt. Dieser Vergleich zeigt uns auch, welcher Weg einzuschlagen ist, um ungedämpfte elektrische Wellen zu erhalten. Man darf die Schwingungen nicht durch einen einmaligen Stoss – also durch elektrische Funken – hervorrufen, denn Funkenentladungen bedingen immer Pausen, in denen die sich im Funken ausgleichende Elektrizität sich ansammeln kann, sondern man braucht ein elektrische Schwingungen lieferndes System, das genau wie das Uhrwerkspendel unaufhörlich angestossen wird, dadurch, dass eine geeignete Stromquelle die ausgestrahlte Energie samt allen Verlusten (durch Leitungswiderstand usw.) augenblicklich wieder ersetzt.

Der erste, der einen Weg zu diesem Ziel wies, war der irische Physiker W. Duddel, der 1899 zeigte, dass ein mit Gleichstrom gespeister elektrischer Lichtbogen, wie er in unseren Bogenlampen brennt, in bestimmter Weise mit einem Kondensator und einer Drahtspule zusammengesaltet, ungedämpfte Schwingungen erzeugt, die sich durch einen vom Lichtbogen ausgehenden musikalischen Ton verraten. Legt man eine Antenne an den Lichtbogenkreis, so werden die Schwingungen in Form elektrischer Wellen ausgestrahlt, und wenn man die Antenne mittels einer Morsetaste bald längere, bald kürzere Zeit an den Schwingungs-kreis schaltet, entsprechen die ausgestrahlten Wellenzüge den so gegebenen Morsezeichen, die der Empfänger, an dem nichts geändert zu werden braucht, auf die uns bekannte Weise wiedergibt. Die von Duddel geschaffene Versuchseinrichtung litt noch an verschiedenen Mängeln, die sie für die Praxis unbrauchbar machten. Ihre Beseitigung gelang erst mehrere Jahre später, durch einige verhältnismässig einfache, praktisch aber äusserst wichtige Vervollkommnungen, die den dänischen Ingenieur Valdemar Poulsen zum Vater hatten. Sein Lichtbogen- oder Lampensender (Abb. 151) war die erste Einrichtung zur Telegraphie mit ungedämpften Wellen über grössere Entfernungen hinweg. Er ermöglichte zugleich – und das war das Hauptziel seines Erfinders – die drahtlose Übertragung der Sprache, die Wellentelephonie, die überhaupt nur mit ungedämpfter Wellen möglich ist.

Dass man dafür gedämpfte Wellen nicht verwenden kann, sieht man sehr schnell ein, wenn man sich vorstellt, dass die elektrischen Wellen die Sprechschwingungen in ähnlicher Weise durch den Aether tragen wie ein Flugzeug den Flieger durch die Luft. Die

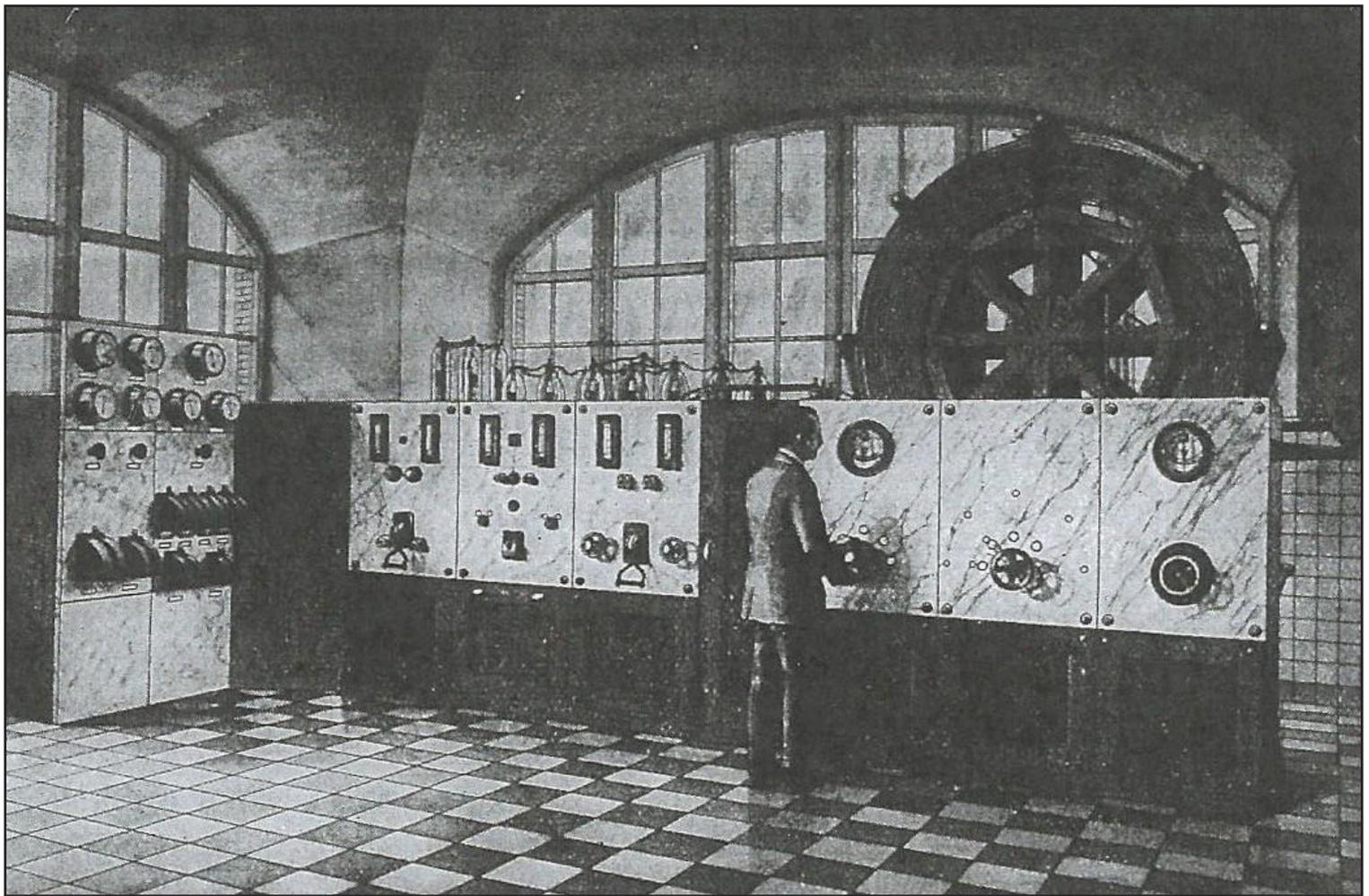
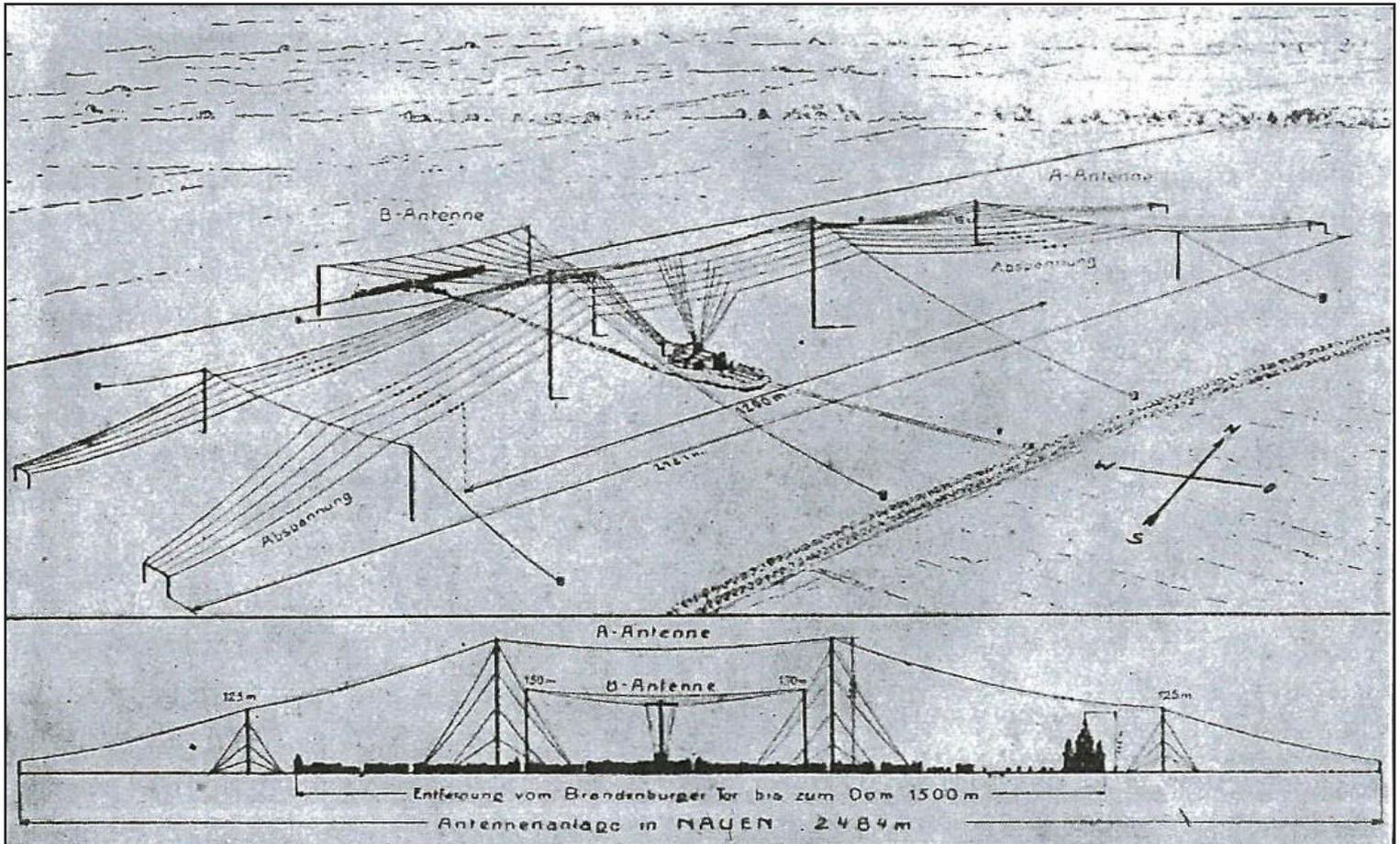


Abb. 153 Röhrensender von 10 kW Leistung;
über dem mittleren Schalttafelteil sind die Glühkathodenröhren sichtbar (Telefunken, Berlin.)

Abb. 154 Die derzeitige Antennenanlage der Grossfunkstelle Nauen, schematisch



Sprechschwingungen werden dadurch, dass man in ein mit der Antenne verbundenes Mikrofon spricht, den von der Antenne ausgestrahlten elektrische Wellen aufgeprägt, die sie zum Empfänger weitertragen. Bei gedämpften Schwingungen ist das nicht möglich, denn die Schwingung erstickt ja nach kurzer Zeit. Es wäre, wenn wir unseren Fliegervergleich durchführen wollen, genau so, als wenn wir den Flug auf einem Flugzeug antreten würden, das sich – nachdem es seinen Passagier eine kurze Strecke befördert hat – plötzlich in nichts auflöst, so dass der Reisende herunterfällt und nicht weiter kann. Das Aufprägen oder «Überlagern» der Sprechlaute müssen wir uns ähnlich vorstellen, wie die Prägung einer Wachsschicht durch einen Stempeldruck, Der Stempel ist das Mikrofon, das wir ja von unsern Fernsprechern her kennen. In ihm wird jedes hineingesprochene Wort in elektrische Wechselströme umgesetzt, die auch nichts anderes als elektrische Schwingungen sind. Diese Mikrofonströme verändern die die Antenne durchpulsenden Schwingungen in ganz bestimmter Weise und rufen dadurch im Empfänger gleichartige Schwingungen hervor, die der dort eingeschaltete Fernhörer wieder als Töne – als gesprochene Worte – reproduziert.

Ein zweiter Weg zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen war schon 1889, knapp nachdem Hertz seine grundlegenden Untersuchungen beendet hatte, von Nicolaus Tesla, einem amerikanischen Erfinder, angegeben worden, allerdings nicht im Hinblick auf die Wellentelegraphie, sondern aus anderen Gründen. Jeder weiss, dass die Elektrotechnik mit zwei grundverschiedenen Stromarten arbeitet: dem Gleichstrom, so genannt, weil er die Leitung in immer gleicher Stärke und Richtung durchfließt, und dem Wechselstrom, der sowohl Richtung wie Stärke fortwährend ändert. Beim gewöhnlichen Wechselstrom, der die Mehrzahl unserer Kraft- und Lichtnetze speist, geschieht das rund fünfzigmal in der Sekunde, und wenn wir diesen Vorgang graphisch darstellen (vergl. Abb. 152), erhalten wir das uns vertraute Bild der ungedämpften Wellen, das uns verrät, dass auch der Wechselstrom ein Schwingungsvorgang ist. Die Fernwirkung fehlt ebenfalls nicht, denn jeder von einem solchen Wechselstrom durchpulste Leiter ruft in allen Nachbarleitern gleichartige Ströme hervor, nur dass sich diese Wirkung – Induktion nennt man sie – meistens auf sehr geringe Entfernungen erstreckt. Der Grund dafür – und darin liegt zugleich der einzige Unterschied – ist die bedeutend geringere Schwingungszahl oder Frequenz: 50 Schwingungen in der Sekunde beim gewöhnlichen Wechselstrom gegenüber etwa 50 000 beim Lampensender.

Die naheliegende Folgerung aus dieser Feststellung ist die Frage, ob man die Frequenz eines Maschinenwechselstroms nicht gleichfalls auf ähnliche Werte steigern kann. Dann braucht man an eine solche Maschine ja nur eine Antenne anzuschliessen und kann nach Herzenslust drahtlos telegraphieren und telephonieren. Dass diese Steigerung tatsächlich möglich ist, hat als erster Tesla bewiesen, wenn er es mit seiner Hochfrequenzmaschine – so heisst die ganze Maschinengattung – auch nur auf 5100 sekundliche Schwingungen brachte. Die zahlreichen Nachfolger, die er fand, kamen schnell weiter, und schon 1908 war in Amerika eine Maschine in Betrieb, deren Frequenz nicht weniger als 100.000 betrug. Bald erkannte man aber, dass diese Maschinen nicht sehr betriebssicher sind. Sie arbeiten mit einer ganz wahnsinnigen Umdrehungsgeschwindigkeit und sind im Aufbau sehr kompliziert, so dass beständig die Gefahr einer Störung besteht. Wie das zu vermeiden sei, zeigten wiederum zwei deutsche Forscher: Prof. Goldschmidt und Graf v. Arco, die unabhängig voneinander auf verschiedenen Wegen zum gleichen Ziele kamen. Beide erzeugen in der Maschine selbst nur eine gewisse, verhältnismässig niedrige Anfangsfrequenz, die bei v. Arco z. B. 6000 beträgt, und steigern sie dann durch sog. Frequenzwandler – Goldschmidt in der Maschine, v. Arco ausserhalb, die die vorhergehenden Stufen immer wieder verdoppeln, verdreifachen usw., bis auf die erforderliche Schwingungszahl. Mit Hochfrequenzmaschinen Goldschmidtscher Bauart arbeitet u. a. die Gross-Station Eilvese bei Hannover, während Nauen v. Arco-Maschinen hat (vergl. Abb. 145). Erst die Hochfrequenzmaschinen haben den Bau wirklicher Gross-Stationen ermöglicht. Ihnen sind also die modernen Reichweiten (bis zum halben Erdumfang) zu danken. Trotzdem wäre der Siegeszug der ungedämpften Wellen nie so unaufhaltsam gewesen, wenn es nicht gelungen wäre, ihre Vorzüge durch ein äusserst billiges und einfaches Sendegerät auch für die allerkleinsten Sendestellen – für die schon der Kosten und der erforderlichen Bedienung wegen weder Lampen- noch Maschinensender in Frage kommen – nutzbar zu machen. Auch diesen Fortschritt verdankt die Technik einem Deutschen, dem Oberingenieur Alexander Meissner der Telefongesellschaft, der als erster erkannte, dass ein bis dahin nur als Empfänger (Detektor) und Verstärker elektrischer Schwingungen benutztes Hilfsgerät, die sog. Glühkathodenröhre, sich ganz hervorragend zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen eignet. Aus dieser Erfahrung entstanden die Röhrensender (Abb. 153), die zusammen mit den Röhrenempfängern und den Röhrenverstärkern während des Krieges in grösstem Massstab in Heer und Marine verwendet worden sind, während sie heute als normale Ausrüstung der kleinen und mittelgrossen Sende- und Empfangsstellen bilden, soweit sie nicht noch von früher her mit Funkensendern ausgerüstet sind.

Die geschilderten Wandlungen in der Art der Wellenerzeugung, deren hauptsächliche Entwicklung sich auf die Kriegs- und die Nachkriegszeit zusammendrängt, haben auch eine umfassende Umgestaltung des äusseren Bildes wie der Einrichtung der Sende- und Empfangsstationen zur Folge gehabt. Um sich darüber klar zu werden, braucht man einen Blick auf das Bild (Seite 30 = neu) der Gross-Station Nauen, zu werfen, deren wuchtiger Bau durchaus einem modernen Kraftwerk gleicht. Ringsum ragen bis 250 m hohe Eisengittermasten in die Lüfte: die Träger des mächtigen Antennennetzes, das ein Gelände von 2 ½ km Länge überspannt. Welch ein Abstand zwischen diesem prachtvoll gegliederten Riesenbau und der einfachen Einrichtung, die Marconi zu seinen ersten praktischen Vorführungen diente. Und dennoch sind beide nur durch ein Vierteljahrhundert Entwicklung getrennt.

Die Umbildung der Antenne setzte schon ein, als man dazu überging, an Stelle der ursprünglich benutzten Sammlerbatterien Maschinenstrom zu verwenden, um die ausgestrahlte Energiemenge zwecks Erzielung grösserer Reichweiten zu erhöhen. Dabei stiess man bald auf eine unüberschreitbare Grenze, denn je mehr man die auf einen Sender und die damit verbundene Antenne wirkende Energie steigert, desto höher steigt die Antennenspannung, bis schliesslich an der Antenne sog. Glimmentladungen, im Dunkeln sprühenden Lichtbüscheln gleichend, auftreten, in denen die zugeführte Energie nutzlos verpufft. Ob dieser Zustand in

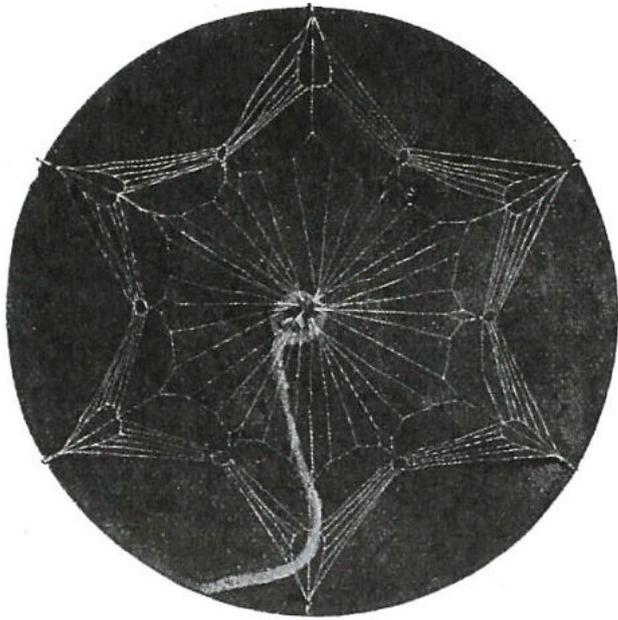


Abb. 155
Modell der Antennenanlage in Eilvise

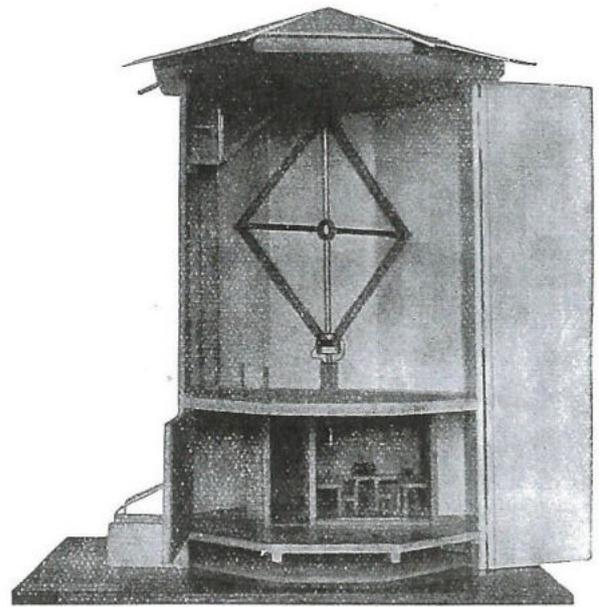


Abb. 157
Geöffnetes Modell des Empfangsturms in Geltow für den drahtlosen Verkehr mit Amerika; im oberen Turmraum die grosse drehbare Rahmenantenne

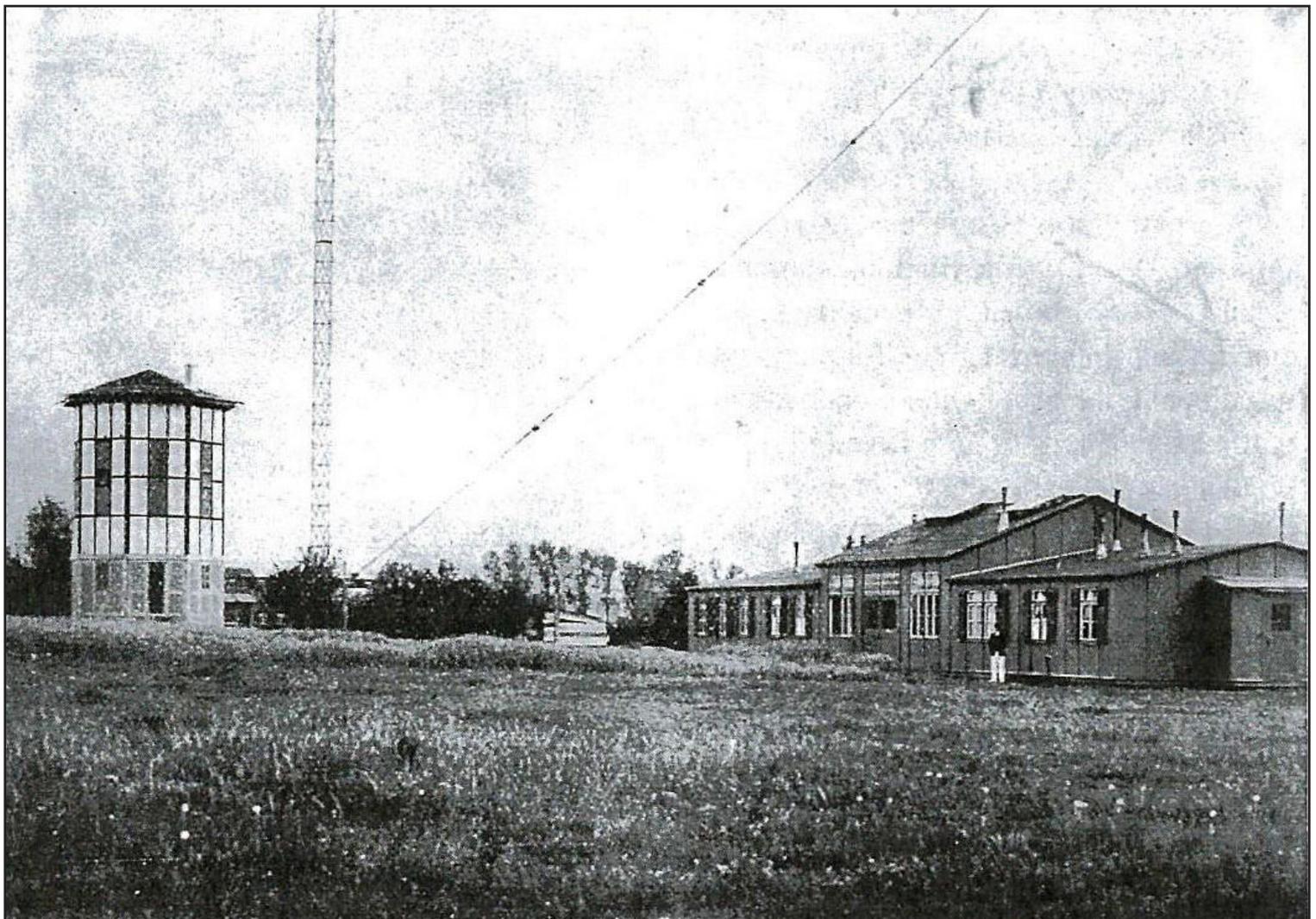


Abb. 156
Die Empfangsstelle Geltow der Transradio A.-G. (Berlin); links der Turm mit der Rahmenantenne für den Empfang von Amerika

einem gegebenen Sendesystem früher oder später auftritt, hängt von der Grösse der Antenne ab; je grösser sie ist, desto grössere Energiemengen kann sie aufnehmen und wirksam ausstrahlen. Die Aufnahmefähigkeit oder Kapazität des ursprünglich als Antenne benutzten, senkrecht ausgespannten Drahtes kann man nur dadurch steigern, dass man ihn länger macht. Da dieses Mittel aber aus praktischen Gründen nicht weit reicht, ging man bald dazu über, an Stelle des Einzeldrahtes mehrere zu verwenden, die man in Form einer Leier, eines Schirmes, in Kegelform usw. ausspannte. Aus diesen immer noch einfachen Antennen sind die sich über Kilometerlängen erstreckenden, auf hohen Stahlmasten ruhenden Antennennetze der modernen Gross-Stationen entstanden, für die die Antennenanlagen von Nauen (Abb. 154) und Eilvese (Abb. 155) anschauliche Beispiele geben. Diese Drahtsysteme, deren Richtung im Raum in gewissem Sinne die Richtung der ausgestrahlten Wellen bestimmt, sind imstande, ganz gewaltige Energiemengen aufzunehmen. In Nauen z. B. beträgt die Antennenleistung, d. h. die von der Antenne ausgestrahlte Energie, bei der für den Europaverkehr bestimmten B-Antenne 150, bei der dem Überseeverkehr dienenden A-Antenne 400 Kilowatt. Die Länge der Wellen, die eine Antenne ausstrahlt, ist unter normalen Umständen gleich ihrer vierfachen Eigenlänge, die bei zusammengesetzten Antennen (wie wir sie in Abb. 154 und 155 sehen) durch Addition der Länge aller Einzeldrähte ermittelt wird. Ist also z. B. eine Antenne insgesamt 1000 m lang, so strahlt sie normal 4000 m lange Wellen aus. Durch einfache, leicht regelbare Apparate, die man zwischen Antenne und Schwingungskreis schaltet (Verlängerungsspulen und Verkürzungskondensatoren) lässt sich indessen die Länge der ausgestrahlten Wellen innerhalb gewisser, ziemlich weit gespannter Grenzen verändern. Dadurch erhält jede Station die Möglichkeit, Wellen ganz verschiedener, in regelmässiger Folge abstufbarer Länge auszustrahlen, und natürlich – da für die Empfangsantenne das gleiche gilt – auch aufzunehmen. Diese Einrichtung gestattet, die Empfangsstation auf die mit ihr arbeitende Sendestelle «abzustimmen» und sie gegen fremde «störende» Wellen zu «verriegeln»; der Empfänger spricht nämlich nur auf die Welle an, auf die die Antenne «abgestimmt» ist. Den eben beschriebenen Antennenformen, die sich grundsätzlich von dem einfachen, einerseits frei endenden, andererseits geerdeten Luftdraht Marconis nicht unterscheiden und mit diesem den Sammelnamen «offene Antennen» führen, hat sich in den letzten Jahren eine ganz neue Art, die geschlossene oder Rahmen-Antenne zugesellt, deren Aussehen Abb. 157 verdeutlicht. Zum Senden ist sie zwar nicht geeignet, weil sie ein sehr geringes Strahlungsvermögen besitzt; als Empfangsorgan aber weist sie zahlreiche Vorzüge auf, die vor allem in Verbindung mit dem Röhrenverstärker in Erscheinung treten und ihr in grossen und kleinen Empfangsstationen immer weitere Verbreitung verschaffen. Der wertvollste dieser Vorzüge ist wohl der, dass sie nur jene Wellen gut aufnimmt, die aus der durch die Rahmenebene bestimmten Richtung kommen, während sie aus der Richtung senkrecht dazu («Nullrichtung») überhaupt nicht empfängt, und aus allen anderen Richtungen umso besser bzw. schlechter, einen je kleineren bzw. grösseren Winkel sie mit der Rahmenebene bilden.

Diese Eigenschaft der Rahmenantenne gibt uns im Gegensatz zu der normalerweise aus allen Richtungen des Raumes gleich gut empfangenden offenen Antenne die Möglichkeit, die Empfangsstation durch entsprechende Anordnung des Rahmens im Raume auf eine ganz bestimmte Sendestation einzustellen und so wenigstens einigermassen das Ideal einer «gerichteten» Wellentelegraphie zu verwirklichen, das Störungen des Empfangs durch andere Sendestationen ausschliesst. Bei Gross-Stationen macht man davon vielfach Gebrauch, besonders beim Arbeiten im Duplex- oder Gegensprechbetrieb, der dort heute überall die Regel bildet. Der Einfachbetrieb, wie er bei kleinen und mittleren Stationen üblich ist, geht so vor sich, dass die Antenne jeweils für einen gewissen Zeitraum mit dem Sender und hernach mit dem Empfänger verbunden wird, so dass die Station abwechselnd gibt und nimmt. Das ist bei den kostspieligen Gross-Stationen unwirtschaftlich, weil während des Sendens die Empfangsanlagen und beim Empfangen die Sendemaschinen als totes Kapital daliegen. Deshalb ist man – auch im Interesse der rascheren Abwicklung des Telegrammverkehrs – bei den Gross-Stationen dazu übergegangen, Sender und Empfänger mit eigenen Antennen zu versehen, und beide zu gleicher Zeit arbeiten zu lassen, also im selben Zeitraum sowohl zu senden wie zu empfangen. Vorbedingung für dieses «Gegensprechen» ist die räumliche Trennung von Empfangs- und Sendestelle, weil die gewaltigen Energiemengen, die der Sender einer Gross-Station ausstrahlt, bei unmittelbarer Nachbarschaft des Empfängers den Empfang – auch bei abweichender Wellenlänge – stören würden. Aus diesem Grunde hat man beispielsweise die Empfangseinrichtungen der hauptsächlich dem Verkehr mit Nordamerika dienenden Gross-Station Nauen nach dem rund 30 km entfernten Geltow (bei Potsdam) verlegt und dort für diesen Verkehr eine Rahmenantenne von 4 m Seitenlänge in einem besonderen Empfangsturm (vergl. Abb. 156 und 157) so angeordnet, dass Nauen in der Nullrichtung liegt, seine Sendewellen also nicht aufgenommen werden. Sende- und Empfangsstation werden zur Übermittlung der nötigen Betriebsnachrichten durch Kabel miteinander verbunden. Auf der Gegenstation findet die gleiche Trennung statt, so dass sich für den Duplexverkehr Deutschland-Amerika das in Abb. 158 skizzierte Schema ergibt.

Angesichts ihrer geringen Strahlungsfähigkeit bietet die Rahmenantenne auch die Möglichkeit, mehrere Empfangsstationen in einem Raume zu vereinigen, ohne dass sie sich, wenn man verschiedene Wellenlängen benutzt, gegenseitig stören. Als Beispiel dafür zeigt Abb. 159 einen Blick in den Empfangsraum der Station Geltow, in dem die mit Rahmenantennen arbeitenden Apparate für den Empfang von Aranjuez, Barcelona, Bukarest, Moskau und Rom vereinigt sind. Was sonst für uns im Reiche der Radiotechnik noch Interesse hat, lernen wir am besten auf einer kurzen Wanderung durch einige Funkstationen kennen, auf der wir als erstes Ziel Nauen wählen, bis heute trotz aller gegenteiligen, meist aus französischen Quellen stammenden Zeitungsmeldungen die leistungsfähigste und besteingerichtete Grossfunkstelle der Welt *). Wenn ich Raum genug hätte, den Werdegang Nauens ausführlich zu schildern, könnten wir daran die ganze Entwicklung der Radiotechnik erleben, denn die Funkstelle Nauen, deren Lage sich aus Abb. 160 ergibt, war ursprünglich ein Teil des Laboratoriums der «Telefunken»-Gesellschaft, die dort ihre Gedanken über die Durchbildung von Gross-Stationen ausprobierte, und hat infolgedessen als Versuchsstation alle Entwicklungsstufen dieses technischen Sondergebietes mitgemacht. Um 1906 entstanden, arbeitete Nauen bis 1909 nach dem von Marconi erdachten Knallfunksystem, jedoch mit einer hauptsächlich von Braun verbesserten Schaltung, die bei rund 10 kW Antennen-

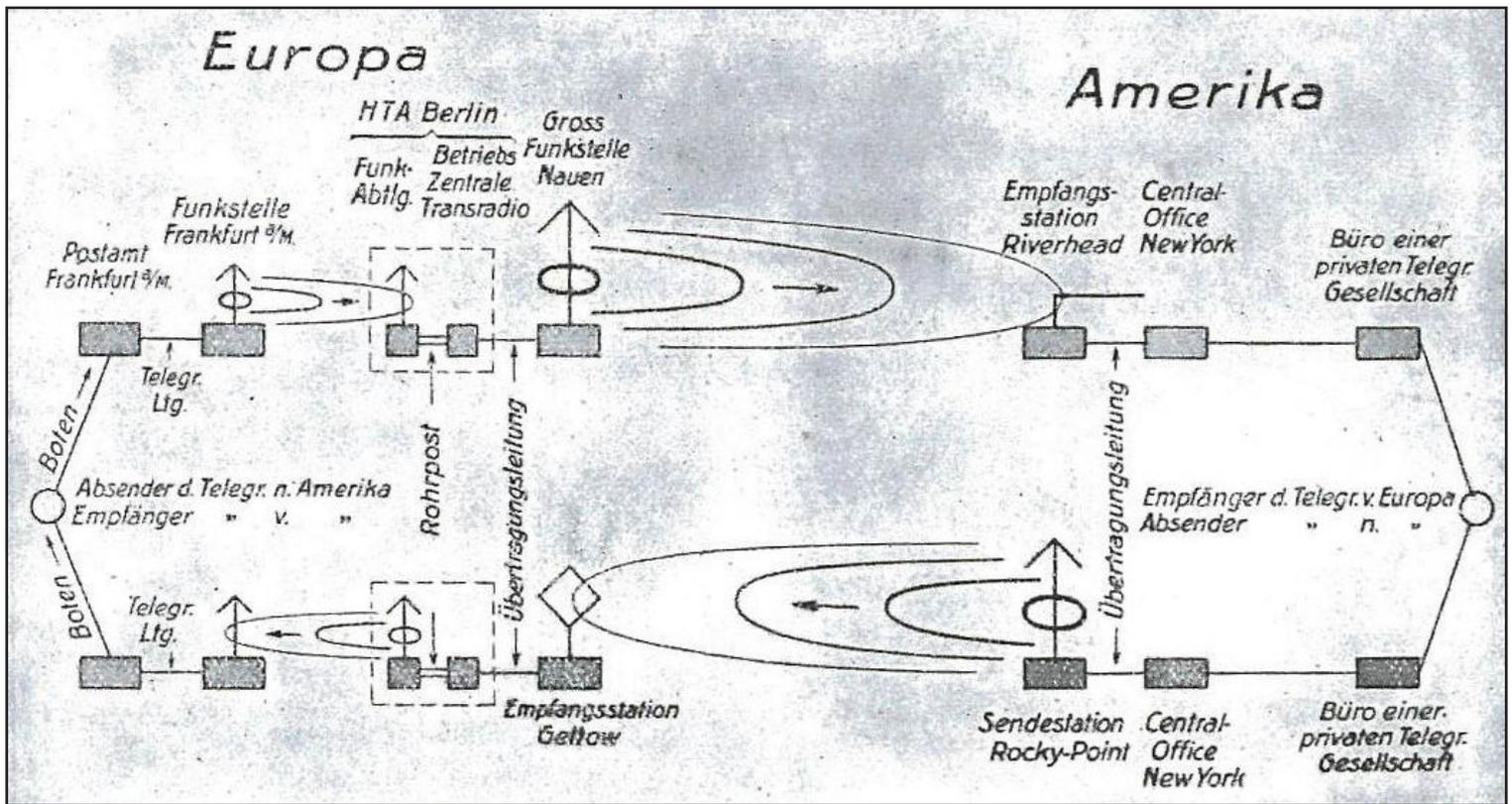
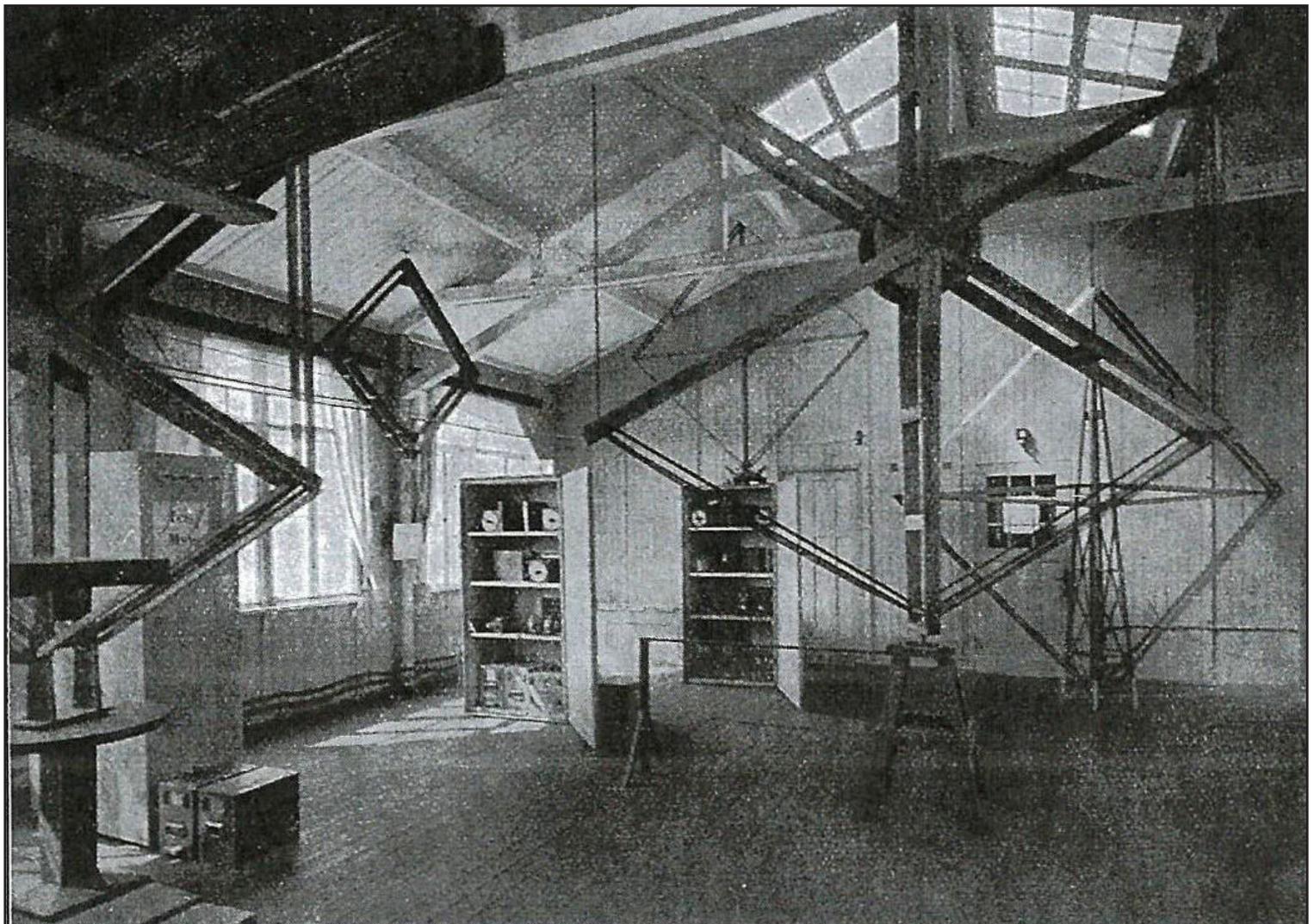


Abb. 158 Schematische Darstellung des bei den Grossfunkstellen heute üblichen Gegensprechbetriebs, bei dem gleichzeitig gesendet und empfangen wird, veranschaulicht am Lauf eines Funktelegramms zwischen Frankfurt a. M. und Amerika bzw. zwischen Amerika und Frankfurt a.M. «via Transradio»

Abb. 159 Blick in den Empfangsraum der Station Gellow der TransradioA.-G. (Berlin). In dem Raum sind die Rahmenantennen und die zugehörigen Empfangsapparate für den Empfang von Spanien, Rumänien, Russland und Italien vereinigt



leistung und einer 100 m hohen Schirmantenne Reichweiten bis zu 3600 km ergab. Im Jahre 1909 wurde der Sender umgebaut, und zwar ging man von den Knallfunken zu den von Wien erfundenen tönenden Löschkfunken über; gleichzeitig wurde die Antennenleistung auf 35 kW gesteigert, worauf man ohne Änderung der Antenne Reichweiten bis zu 5000 km erhielt. Diesen Entwicklungsstand behielt die Station bis zum Jahre 1911, das erstens die Verstärkung des Löschkfunken senders auf 100 kW Antennenleistung, zweitens die Erhöhung des 100 m Mastes der grossen Schirmantenne auf 200 m und drittens die Aufstellung einer Hochfrequenzmaschine von gleichfalls 100 kW Antennenleistung brachte. Der neue Antennenmast stürzte im Frühjahr 1912 in einem wütenden Sturme um; der Unfall gab Anlass zur Errichtung eines 260 m hohen Mastes und zur Umwandlung der bisherigen Schirm- in eine L-Antenne. Mit dieser Ausrüstung hielt Nauen während der Kriegsjahre 1914/15 die Verbindung Deutschlands mit seinen afrikanischen Kolonien, mit Nord- und Südamerika und vielen neutralen Plätzen in vier Weltteilen aufrecht. Das Jahr 1916 brachte eine abermalige Vergrösserung der Station, verbunden mit der Errichtung eines neuen Gebäudes und der Beschränkung des Löschkfunken senders (der seine ursprüngliche Bedeutung durch das Aufkommen der gedämpften Wellen mehr und mehr verloren hatte) auf den sog. Zeitsignal- und den Wetterdienst, während für den eigentlichen Telegrammverkehr ausschliesslich Hochfrequenzmaschinen aufgestellt wurden: für den Europadienst eine Maschine von 130 kW, für den Überseeverkehr eine Maschine von 400 kW Antennenleistung. Zugleich erhielt die Antennenanlage die uns schon aus Abb. 154 bekannte Gestalt. Mit dieser Ausrüstung kann Nauen durch die von ihm ausgestrahlten Wellen die entferntesten Punkte des Erdballs erreichen, werden doch seine Telegramme selbst bei seinen Antipoden – auf Neuseeland – gehört.

**) Die nachfolgenden Ausführungen über Nauen stützen sich hauptsächlich auf die «Festschrift zur Einweihung der Grossfunkstelle Nauen am 29. Sept. 1921», während die Angaben über Geltow und die Transradio-Betriebszentrale meist der «Telefunken-Zeitung» entnommen werden, die mir auch freundlicherweise ihr reiches Bildmaterial zur Verfügung stellte.*

Jede vollständige Radiostation umfasst vier Hauptteile: 1. Die Kraftquelle, die die zur Erzeugung der elektrischen Wellen nötige Energie liefert, 2. Die Senderanlage, die diese Energie in hochfrequente Schwingungen umwandelt, 3. Die Antennenanlage mit dem zugehörigen Erdnetz, die die vom eigenen Sender erzeugten Schwingungen in Form elektrischer Wellen ausstrahlt und (bei Schaltung auf Empfang) die von fremden Sendern ausgestrahlten Wellen aufnimmt, 4. Die Empfangsanlage, die die von der Antenne aufgenommenen fremden Wellen in hör- oder lesbare Zeichen umsetzt. Von diesen vier Teilen finden wir in Nauen nur Nummer 2 und 3. Eine Empfangsanordnung ist zwar auch vorhanden, jedoch nur als Reserve und für Kontrollzwecke, da sich die eigentliche Empfangsstation 30 km abseits in Geltow befindet. Die Gründe für diese räumliche Trennung wurden bereits auseinandergesetzt. Die nötige Energie bezieht Nauen – um die Wirtschaftlichkeit des Betriebes zu erhöhen – aus dem 25 km entfernten Kraftwerk Spandau, und zwar als 50periodigen Drehstrom von 15 000 Volt Spannung, der durch zwei Doppel-Überlandleitungen nach einem Schaltheus unweit des Stationsgebäudes übertragen und von dort durch zwei Erdkabel einer Umformeranlage zugeführt wird. Die Umformeranlage setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der eine liefert den Strom für den Löschkfunken sender von 100 kW Antennenleistung, der mit 75 000 Volt Betriebsspannung arbeitet; der andere speist die Drehstrom-Motoren der beiden Hochfrequenzmaschinen, von denen die kleinere 375 PS, die grössere 800 PS Motorleistung bei 1000 Volt Betriebsspannung benötigt.

Der 100 kW-Löschkfunken sender steht seit 1911 in einem eigenen Stationshaus, das bei dem in den Jahren 1916/1919 erfolgten Umbau so in das nach den Plänen von Prof. Muthesius ausgeführte neue Gebäude (Abb. 161) hineingearbeitet wurde, dass es darin eine Ecke bildet, von aussen aber nicht mehr als früher selbständiger Bau zu erkennen ist. Die Betriebsspannung von 75 000 Volt liefert ein Transformator, der eine grössere Anzahl Ölkondensatoren speist, die sich über grosse luftgekühlte Funkenstrecken und eine Selbstinduktionsspule entladen. Weitere in Schränken angeordnete Spulen mit veränderlicher Windungszahl – Variometer :genannt – gestatten eine Abstimmung auf die Wellenlängen 3900 und 5000 m, mit denen die Zeitsignale (um 1 Uhr nachts und 1 Uhr nachmittags) und Wettertelegramme gegeben werden. Der Sender liefert schwachgedämpfte Wellen (vergl. Abb. 147 b); die angesichts der hohen Stromstärke unter Zuhilfenahme besonderer Tastrelais getasteten Morsezeichen geben einen sehr reinen musikalischen Ton, der durch alle atmosphärischen Störungen hindurch scharf gehört werden kann, und von dem das ganze System den Namen «tönende Löschkfunken» trägt.

Die Maschinensender stehen im grossen Maschinensaal der neuen Station, den man vom Eingang aus durch eine kleine Vortrags-halle erreicht. Wer den Saal betritt, gelangt zunächst auf das Podium einer Schaltanlage – des grossen Maschinenschaltpults – mit den Druckknöpfen zum Anlassen der Maschinen und den nötigen Erregerhebeln nebst Instrumenten. Der Blick in den Saal trifft im Vordergrund zwei mächtige Maschinensätze, mit einem etwas kleineren dazwischen (Abb. 145). Die grossen Aggregate sind zwei 400 kW-Hochfrequenzmaschinen mit ihren Antriebsmotoren, die abwechselnd in Betrieb genommen werden, so dass immer einer als Reserve dient. Der kleinere Satz speist die 130 kW-Anlage für den Europaverkehr. Die 400 kW-Maschinen bestehen beide aus einem mit dem Antriebsmotor auf gemeinsamer Grundplatte liegenden, damit direkt gekuppelten Generator, der bei 500 kW und einer Grundfrequenz von 6000 Perioden eine Spannung von etwa 600 Volt liefert. Dieser Strom wird einem Spannungstransformator zugeführt und darin auf 2500 Volt gebracht. Dann geht der Strom durch einen Frequenztransformator, der die Grundfrequenz 6000 auf 12000 bringt und weiter durch einen zweiten gleichen Apparat, der seine Frequenz nochmals verdoppelt. Der Frequenz 24 000 entspricht eine Wellenlänge von 12.600 m, mit der die Anlage in der Regel arbeitet. Für Sonderzwecke wird daneben die Wellenlänge 6300 m benutzt, die man durch abermalige Verdoppelung der Frequenz in einem dritten Frequenzwandler erreicht. Um nach Belieben mit der einen oder der anderen Welle arbeiten zu können, kann sowohl die Sekundärwicklung des zweiten wie die des dritten Verdopplers über Verlängerungsspulen und das Antennenamperemeter an die Antenne und die Erde angeschlossen werden. Die von der Antenne ausgestrahlten Wellen sind ungedämpft (vergl. Abb. 147 c). In der gleichartig gebauten

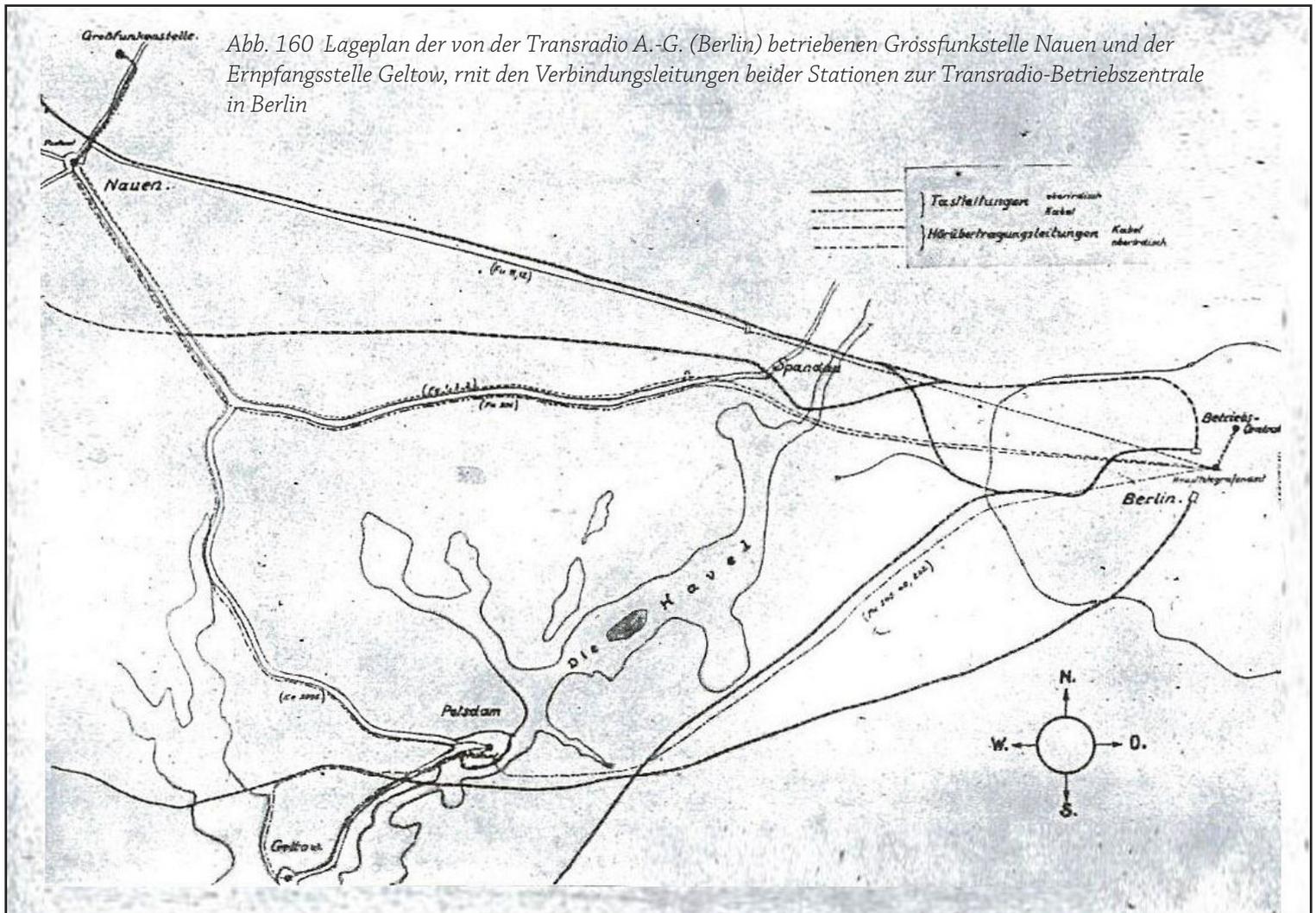
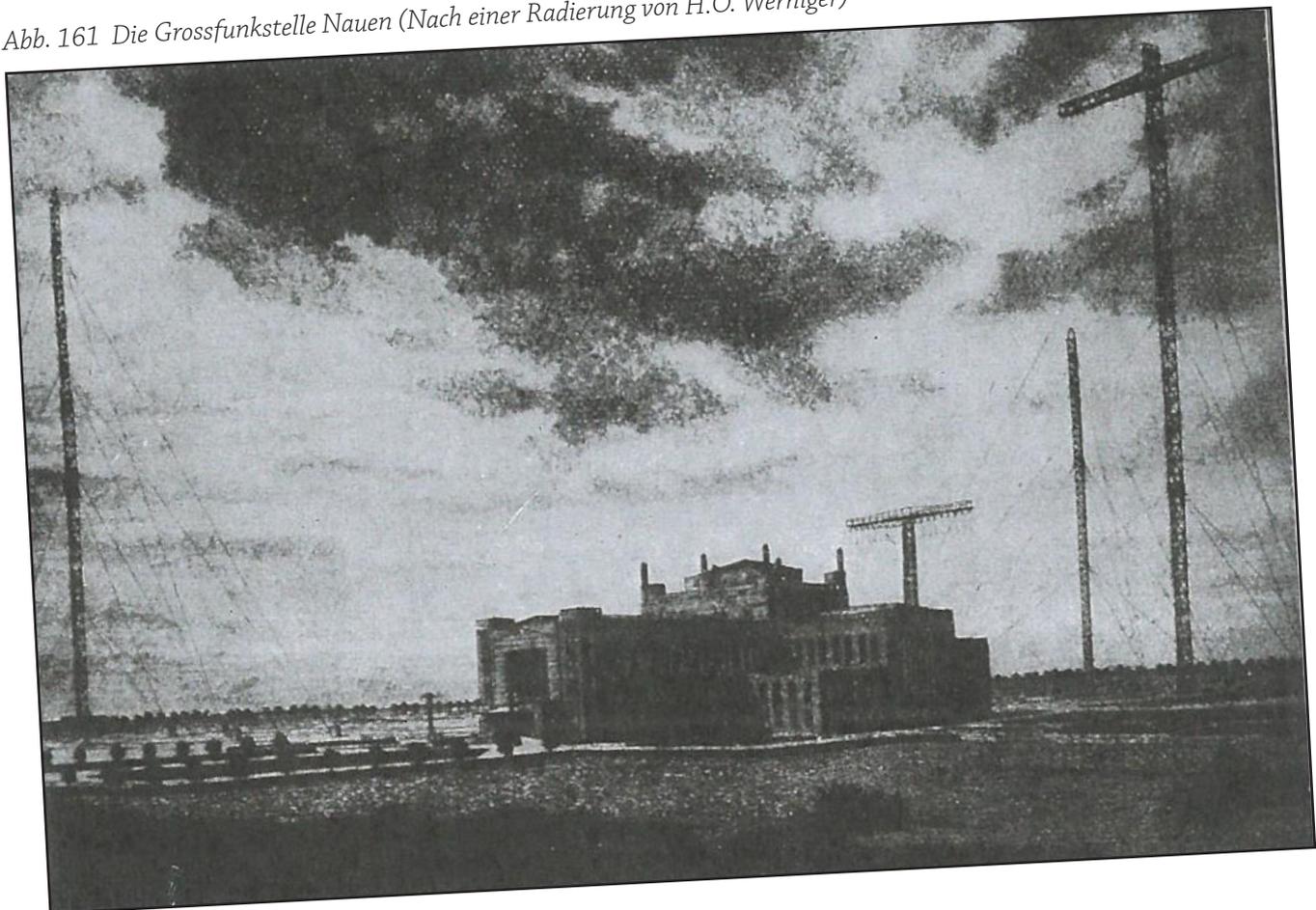


Abb. 161 Die Grossfunkstelle Nauen (Nach einer Radierung von H.O. Werniger)

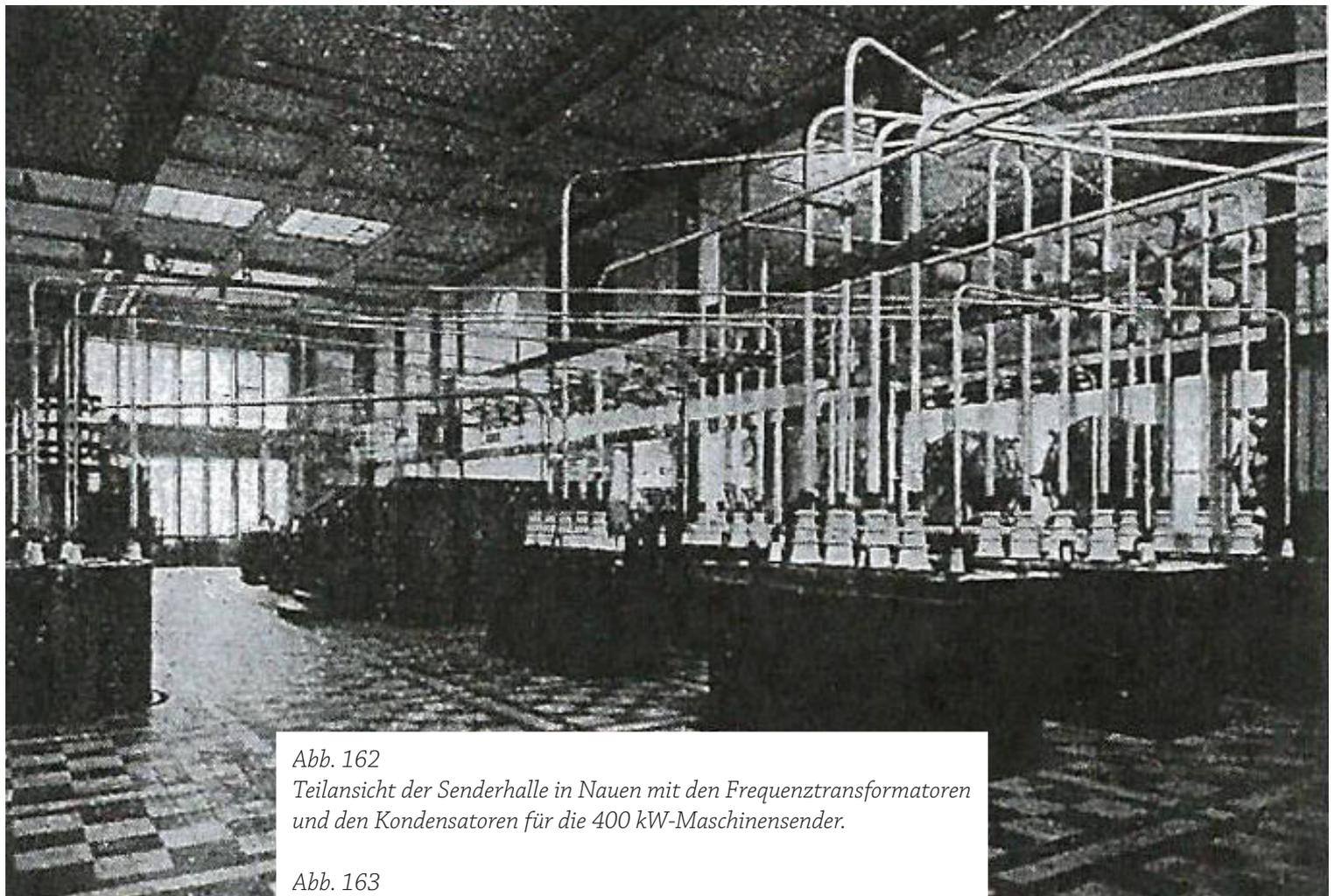


130 kW-Anlage liefert der Generator bei 200 kW Leistung eine Grundfrequenz von 8000 Perioden. Auch hier wird zunächst die gelieferte Spannung erhöht und der Strom dann durch zwei oder drei Frequenztransformatoren geschickt, von denen jeder die vorangehende Frequenz verdoppelt, sodass die Steigerungsstufen 16 000 – 32 000 – 64 000 sind. Der Frequenz von 32 000 entspricht eine Wellenlänge von 9400, der dritten Stufe eine Wellenlänge von 4700 m. Mit diesen beiden Wellen wird im Europaverkehr gesendet. In der Mitte des Maschinensaals steht ein zweites Schaltpult, die Hochfrequenzschaltanlage, die zur Betätigung der Verlängerungsspulen, Wellenschalter, Tastrelais usw. dient. Rechts und links von diesem Schaltpult erblickt der Beschauer die oben erwähnten Frequenztransformatoren und die zugehörigen Kondensatoren (vergl. Abb. 162), während den Hintergrund des Saales die grossen Abstimmsspulen füllen, deren Anordnung Abb. 163 zeigt. Die äusserste Spule links ist das Variometer, mit dem die Abstimmung der Antenne auf die Sendewelle erfolgt.

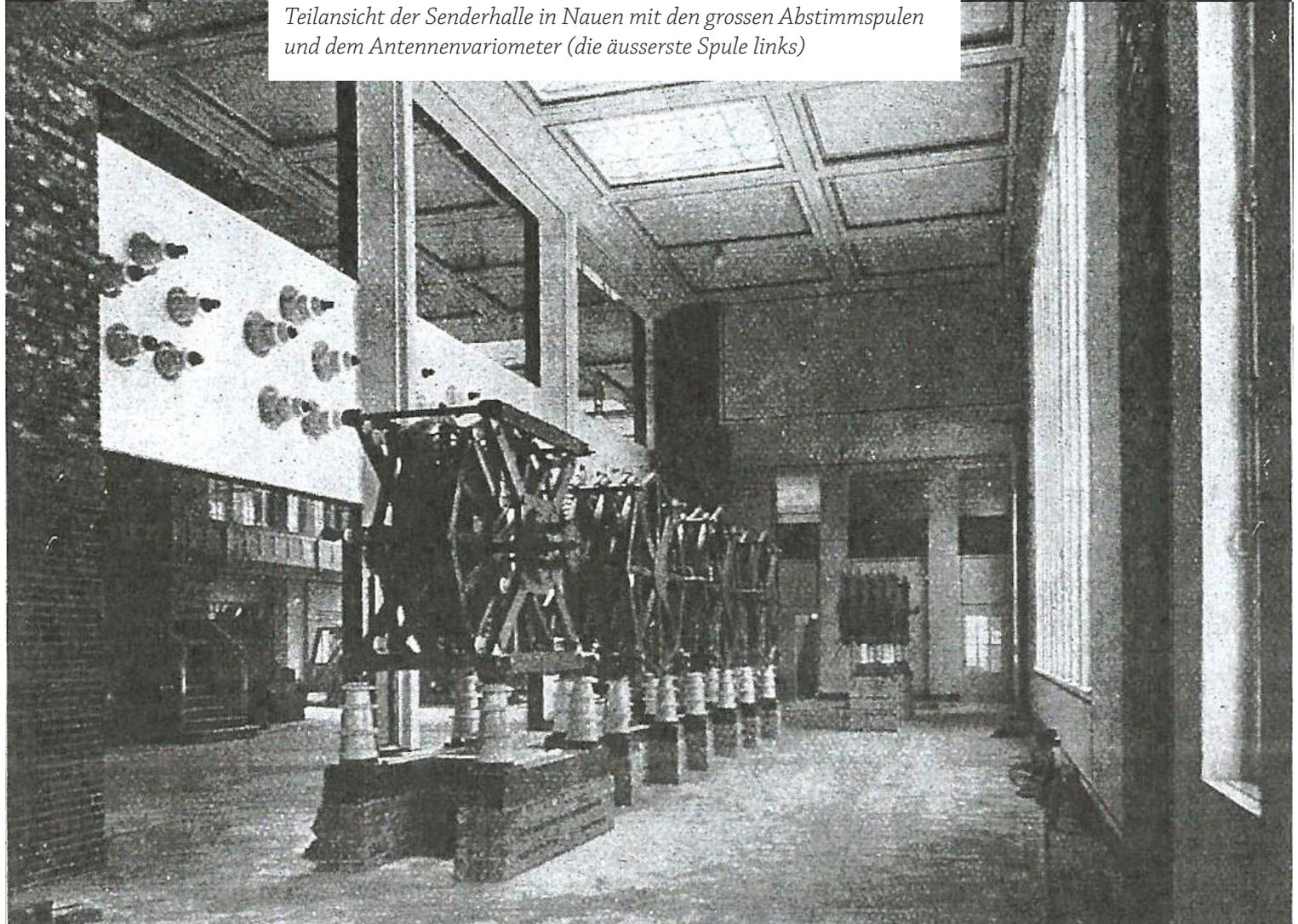
In einem vom Maschinensaal aus zugänglichen Seitenraum befand sich bis vor kurzem die eigentliche Sendestelle, die gegenüber dem riesigen Maschinensaal ordentlich bescheiden anmutet (vergl. Abb. 164). Auf zwei Tischen steht je eine Taste und ein Maschinensender, die wahlweise benutzt wurden, je nachdem mit Hand- oder Maschinenbetrieb gesendet werden sollte. Die eine Apparatur diente dem Amerika-, die andere dem Europaverkehr. Den sie bedienenden beiden Beamten teilte ein dritter die Telegramme zu, die die Station vom Haupttelegraphenamt Berlin durch Typendrucker zur Weiterbeförderung erhielt. Heute sind die Sendebeamten aus Nauen verschwunden. Sie sitzen jetzt in der weiter unten beschriebenen Betriebszentrale der Transradio A.-G. in Berlin und betätigen von dort über teils als Kabel, teils oberirdisch verlegte Tastleitungen (vergl. Abb. 160) mit Morsetasten oder Maschinensendern in Nauen aufgestellte Tastrelais (Abb. 165), die im gleichen Tempo anschlagen. Durch diese Tastrelais wird – nachdem die Maschinen durch besondere Schalter an die Sender gelegt worden sind – die Antenne im Rhythmus der Zeichengabe an den Schwingungskreis geschaltet und so die Wellensendung bewirkt. – Die normale Sendegeschwindigkeit beträgt im Handbetrieb etwa 20 Worte in der Minute, während der Maschinensender gegen 75 verarbeitet. Bei Versuchen mit Siemensschen Schnelldruckern wurde sogar nahezu die doppelte Wortgeschwindigkeit erreicht; der praktischen Auswertung dieses Fortschritts stehen zwar z. Zt. noch betriebstechnische Schwierigkeiten entgegen, doch wird deren Überwindung nicht lange auf sich warten lassen, denn die Steigerung der Wortleistung durch Schnelltelegraphie ist für den drahtlosen Verkehr eine Lebensfrage, weil darin sein wichtigster Vorzug gegenüber den in dieser Beziehung viel weniger leistungsfähigen Kabeln liegt.

Die Antennenanlage der Funkstelle Nauen haben wir schon oberflächlich kennengelernt; sie besteht nach Abb. 154 aus einer nach Westen gerichteten fächerförmigen Antenne B für den europäischen und einer senkrecht dazu stehenden langgestreckten T-artigen Antenne A für den überseeischen Verkehr. Das beste Bild von der Gesamtanlage erhält man vom Dach des Stationsgebäudes aus. Auf dem Wege dorthin passiert man die Antennenschaltanlage (Abb. 166), die die Aufgabe hat, die einzelnen Sender teils von Hand, teils maschinell an die Anschlusspunkte der beiden Antennen zu legen, die die Station aus einem turmartigen Aufbau in grossen Durchführungsisolatoren verlassen (vergl. Abb. 167). Die A-Antenne wird von sechs riesigen Eisengittermasten getragen, von denen zwei je 260 m hoch emporragen. Diese beiden Masten stehen nördlich und südlich vom Gebäude (s. Abb. 154 u. 168). Jeder trägt ein von Osten nach Westen, also quer zur Antennenrichtung verlaufendes Drahtseil, an dem jederseits fünf 1200 m lange Antennendrähte mittelst Isolatoren und Rollengehängen in Doppelrollen laufend aufgehängt sind. Die freien Enden dieser Drähte hängen im Süden und Norden an zwei weiteren Drahtseilen, die dort stehende 125 m-Masten verbinden. Der Zug der Antennendrähte wird durch schwere Abspanngerüste im Süden und Norden aufgenommen. Die Abspannseile sind je 650 m lang, woraus sich bei 1200 m Antennenlänge eine Gesamtlänge der Anlage von 2,5 km ergibt. Um bei Wind, Schnee- oder Rauhreifbelastung und dergleichen ein Nachlaufen der Antennendrähte zu ermöglichen, sind sie nur an einem Ende fest eingespannt, während das andere an einem Flaschenzug liegt, der ein Nachlaufen von 100 m Seil gestattet. Die beiden Hälften der A-Antenne können nach Belieben einzeln oder miteinander an den 400 kW-Sender geschaltet werden. Die B-Antenne arbeitet unabhängig davon mit dem 130 kW-Maschinen- oder dem 100 kW-Löschfunktensender, ohne dass die stärkere Anlage stört. Während die A-Antenne zu riesig ist, als dass man die ganze Anlage in einem Bilde photographisch wiedergeben könnte, ist das bei der wesentlich kleineren B-Antenne gut möglich. Abb. 169 führt uns ihre Anordnung zu Augen. Wenn man bei der Betrachtung des Bildes die schematische Abb. 154 zu Rate zieht, wird man sich leicht darin zurecht finden. Das Traggerüst wird aus drei Eisengittermasten und einem 35 m hohen Abspannturm mit Auslegern gebildet, den wir auf Abb. 169 im Vordergrund, auf Abb. 154 gleich hinter dem Stationsgebäude sehen. Dieser Turm bildet den ersten Stützpunkt der die Station verlassenden 16 Antennendrähte, die sich gleichmässig auf die beiden Ausleger verteilen und von hier über ähnliche Ausleger an dem kreuzförmigen 135 m hohen Gittermast in der Mitte der Abb. 159 zu einem Drahtseil weiterlaufen, das zwei im Westen stehende, auf Abb. 169 ganz im Hintergrund sichtbare 150 m-Masten miteinander verbindet. Die ganze Anordnung ist so getroffen, dass die 300 m langen Antennendrähte fächerförmig auseinanderlaufen (vergl. Abb. 154). Am Drahtseil sind ihre Enden starr eingespannt; am 35 m-Abspannturm dagegen sind sie über lose Rollen geführt und mit Gewichten belastet, sodass sie sich bei Wind, Schnee, Rauhreif und dergleichen selbsttätig entsprechend einstellen.

Ein paar Worte noch über die Mastenanlage, die für sich eine technische Leistung ersten Ranges darstellt, deren volle Bedeutung allerdings nur der würdigen kann, der die Entwicklung des Nauener Antennennetzes und die dabei überwundenen Schwierigkeiten kennt. Die beiden 260 m-Masten der A-Antenne haben ein Eigengewicht von 360 t, sodass also der Millimeter Masthöhe 1,4 kg wiegt, drücken aber infolge des Zuges der Halteseile mit einem Gewicht von 800 t auf ihr Fundament. Die Masten sind als Gitterkonstruktion hergestellt und bestehen nach Abb. 168 aus zwei Hauptteilen, einem stärkeren 150 m hohen Unterteil, dessen Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck von 6,5 m Seitenlänge bildet, und einem schwächeren 110 m hohen Oberteil von gleichartigem Querschnitt, aber nur 4,8 m langen Seiten. Unten laufen die Masten spitz zu und stehen auf einem Kugelgelenk, das – nach Abb. 170 durch dicke Porzellankörper gegen die Erde isoliert – auf einem das Turmfundament bildenden viereckigen,



*Abb. 162
Teilansicht der Senderhalle in Nauen mit den Frequenztransformatoren
und den Kondensatoren für die 400 kW-Maschinensender.*



*Abb. 163
Teilansicht der Senderhalle in Nauen mit den grossen Abstimmspulen
und dem Antennenvariometer (die äusserste Spule links)*

160 t schweren Eisenbetonblock von 6 m Seitenlänge und 2 m Dicke ruht. Da die gute Isolierung der Eisenmasse des Turmes von höchster Wichtigkeit ist, sind die beiden Turmteile gleichfalls durch Porzellankörper voneinander getrennt. Das Eisengebilde der beschriebenen Art nicht frei stehen können, ist selbstverständlich. Deshalb sind die Masten ringsum durch Halteseile verspannt, die sie im Gleichgewicht halten. Der untere Mastteil weist sechs Abspannungen auf, die an drei um 120° gegeneinander versetzten, 100 m vom Mastfuss eingegrabenen Eisenbetonblöcken von je 450 t Gewicht verankert sind. In der gleichen Weise sind sechs Halteseile für den Obermast angeordnet, deren Fundamente in 172 m Entfernung vom Mastfuss liegen und je 680 t schwer sind. Alle Abspannungen sind aus parallelen Stahldrähten hergestellt und mehrfach durch Isolatoren unterteilt. Die vier 125 m-Maste der A- und die beiden 150 m-Maste der B-Antenne sind gleichartig gebaut, nur dass sie aus einem Stück bestehen und, bei Seitenlängen von 2,8 bis 5,5 m Eigengewichte von 60 bis 100 t bei 105 bis 185 t Fundamentdruck besitzen. Jeder Mast wird von neun Abspannseilen, die – zu dreien übereinander liegend – nach drei Richtungen auseinander laufen, im Gleichgewicht gehalten. Auch der 135 m-Mast der B-Antenne von 110 t Eigengewicht und 3,5 m Seitenlänge folgt zur Hauptsache dem gleichen Konstruktionsprinzip, doch weist er etwas unter der Spitze zwei Ausleger aus Eisengitterwerk von 18 m Länge auf, die in senkrechter Stellung am fertigen Mast hochgezogen, in seitliche Gelenke eingesetzt und dann beide gleichzeitig nach aussen herabgelassen wurden. Im übrigen geschah der Bau der Gittermaste in der Weise, dass zuerst die drei unteren schrägen Stiele aufgerichtet, mit Hilfe eines Standbaumes aufgestellt und untereinander verbunden wurden. Dann wurden die untersten drei senkrechten Stiele mit den gleichen Hilfsmitteln errichtet und an diesem Teil ein kleines Montagegerüst aus senkrechten Balken mit Podesten und einem drehbaren Galgen an der Spitze eingebaut, das man mit Flaschenzügen an den drei untersten Stielen hochzog, worauf man die nächsten drei Stiele auf den vorangehenden befestigte. In dieser Weise wurde Mast für Mast seiner ganzen imponierenden Höhe nach aufgebaut und entsprechend dem Fortschritt des Baues verankert. Eine abweichende Bauart zeigt nur der 35 m-Auslegerturm der B-Antenne, der im Querschnitt viereckig ist und keine Abspannseile besitzt, da er angesichts seiner verhältnismässig geringen Höhe bei grossem Querschnitt freisteht. Aus diesem Grunde wird er auch Turm und nicht Mast genannt. Gegen die Erde ist er wie seine Geschwister durch Porzellankörper isoliert.

Das Gegenstück zur Antenne bildet bei jeder Radiostation die Erdungsanlage, die in Nauen entsprechend der riesenhaften Ausdehnung der Antenne ein ungeheures Netz von in den Boden eingegrabenen Drähten und Platten bildet. Da liegen gewissermassen als Projektion unter der A-Antenne zwanzig Bronzedrähte, die vom Stationsgebäude aus nach Norden und Süden ziehen und am Ende je eine in das Grundwasser versenkte Eisenplatte tragen. Weiter sind um das ganze Gebäude herum zahlreiche 1 m² grosse Kupferplatten eingegraben, die durch Kupferbänder leitend miteinander verbunden sind. Von diesem Kupferkreis aus laufen sternförmig verlegte, in den Boden eingepflügte dicke Eisendrähte von 200 m Länge nach allen Seiten. Schliesslich sind auf einem Kreis von 150 m Durchmesser rings um den im Gebäude liegenden sog. Zentralerdungspunkt herum dreissig Kupferplatten von je 1 m² Grösse in das Grundwasser versenkt und leitend miteinander und mit dem Zentralerdungspunkt verbunden, an den auch alle anderen Teile der Erdungsanlage metallisch angeschlossen sind. Unter der B-Antenne liegen ebenfalls als eine Art Projektion der Antennendrähte in den Boden eingepflügte Erdungsdrähte; sie sind durch acht Kreisbögen leitend miteinander und weiter mit dem Zentralerdungspunkt verbunden.

Unsere Wanderung ist zu Ende, und wer mir bis hierher gefolgt ist, wird nun wenigstens einigermaßen ahnen, was Nauen als technische Grosstat und für den deutschen Nachrichtenverkehr bedeutet. Aus kleinen Anfängen und Versuchen hat es sich zu einer Sendestelle allergrössten Stils entwickelt, die an Dauerleistung, Zweckmässigkeit und Schönheit auf der Erde nicht ihresgleichen hat und überall als Standard einer Grossfunkstelle gilt. Ihr Betrieb gleicht an Übersichtlichkeit und Sicherheit dem in der Zentrale eines grossen Elektrizitätswerkes, und wenn Nauen spricht, werden seine Zeichen von tausend grossen und kleinen Ohren in aller Welt zur gleichen Zeit – pünktlich auf den Bruchteil einer Sekunde – gehört. Ursprünglich Eigentum der schon mehrfach erwähnten, von der A. E. G. und der Siemens-Halske-A.-G. unter Zusammenlegung ihrer Radio-Patente begründeten Telefunken-Gesellschaft (Berlin), ist Nauen am 29. September 1920 – dem Tage der feierlichen Einweihung des von uns durchwanderten Stationshauses – in den Besitz und die Verwaltung der «Drahtlosen Übersee-A.-G.», bekannter unter dem Namen «Transradio A.-G.» übergegangen, und damit zugleich in den Dienst des öffentlichen Telegrammverkehrs getreten, als Ersatz für die Deutschland durch den Krieg verlorengegangenen Überseekabel. Seitdem bewältigt Nauen nicht nur einen grossen Teil des Telegrammverkehrs mit Spanien, Rumänien, Russland und Italien, sondern auch so ziemlich den ganzen, sehr starken Telegrammverkehr zwischen Deutschland und Amerika, wo die Empfangsstation Riverhead und die Sendestation Rocky-Point in der Nähe von New-York z. Zt. die Hauptgegenseiter bilden. Im Frühjahr 1923 wurden im Verkehr mit Amerika bereits über eine Million Worte monatlich verarbeitet, und ebenso gross war die Wörterzahl, die Nauen über die vier Europalinien schickte. Da sich schon Mitte 1922 zeigte, dass auf eine beständige Zunahme des Verkehrs zu rechnen war, nahm man vorausschauend gleich einen Umbau der Station in Angriff, der z. Zt. im Gange ist. Seine Fertigstellung wird die Sendeleistung Nauens gegenüber dem heutigen Zustand verdreifachen und die Verkehrsmöglichkeiten vervielfachen, denn die Station wird dann statt der jetzt vorhandenen zwei Antennen mit drei Sendern vier Antennen mit je einem selbständigen Hochfrequenz-Maschinensatz besitzen, d. h. vier vollständige Senderanlagen, die teils einzeln, teils in verschiedener Kombination den Verkehr nicht nur mit Nord-, sondern auch mit Südamerika und mit Hinterindien bewältigen sollen, wo sich z. Zt. in Buenos Aires (Argentinien) und in Malabar (Java) zwei Gross-Stationen nach dem Telefunken-System in Bau befinden. Durch «Anzapfen» der vier grossen Sender werden noch vier kleinere Sender für den Europaverkehr gewonnen, sodass die Station nach dem Umbau insgesamt acht selbstständige Senderanlagen besitzt. Abb. 171 gibt die neue Antennenanlage im Grund- und Aufriss wieder. Man sieht daraus, dass sie sich durchwegs aus Dreiecksantennen (L-Antennen) zusammensetzt und auf den kleinstmöglichen Raum konzentriert ist. In der Mitte ragen zwei Gittermasten 250



Abb. 164 ↑
 Der frühere Telegraphierraum der
 Gross-Station Nauen.
 Heute werden die Nauener Sender
 von der Transradio-Betriebszentrale
 in Berlin aus betätigt.



Abb. 165 →
 Teilansicht der Senderhalle in Nauen
 mit den Tastrelais und den Wellenschaltern;
 ganz links die grossen Abstimmspulen

m hoch empor, während die Aussenmasten fast alle 210 m Höhe haben. Die Gesamtanlage zerfällt in vier von einander getrennte grosse Antennen, die in Abb. 171 mit A¹, A², B. und C bezeichnet sind. A¹ und A² bilden einzeln oder als Einheit die Antennen für den Überseeverkehr, während die Dreiecksantennen B und C dem Europaverkehr dienen werden. Man kann aber auch alle vier Antennen miteinander verbinden und das Ganze dann als eine grosse Antenne benützen.

Doch vergessen wir über der Schilderung der Sendestelle das Ohr von Nauen, die Empfangsstelle Geltow, nicht, die ja für den Wechselverkehr von ebenso grosser Wichtigkeit ist. Wir wollen also auch durch ihre Einrichtungen eine kurze Wanderung unternehmen. Die Lage Geltows zu Nauen ergibt sich aus Abb. 160, das äussere Bild der Station aus Abb. 156. Wir entnehmen daraus sogleich, dass wir hier noch keine fertige, sondern mehr eine behelfsmässige Anlage vor uns haben – denn statt des riesigen, schön gegliederten Steinbaues, mit dem uns Nauen überrascht, präsentiert uns Geltow eine bescheidene langgestreckte Holzbaracke, neben der als einziges Wahrzeichen der darin ausgeübten Kunst ein 40 m hoher abgespannter Gittermast mit einer mächtigen Rahmenantenne steht. Diese Antenne ist ein Überbleibsel aus Geltows Kinderzeit, aus dem Jahre 1919, wo die ursprüngliche Versuchsempfangsstation der Telefunkengesellschaft – ein entsprechend eingerichteter Möbelwagen – mit grösster Beschleunigung für den Empfangsverkehr mit Amerika ausgebaut werden musste, das damals die Wiederaufnahme des Funkverkehrs anbot. Auf dem grossen Rahmen wurde in jenen Jahren Amerika empfangen. Heute dient er nur noch als Reserve, denn man hat für Amerika eine neue Rahmenantenne gebaut, die sich in dem auf Abb. 156 links sichtbaren Empfangsturm befindet. Die Aufgabe Geltows ist heute übrigens nicht mehr auf den Amerikaempfang beschränkt; wie Nauen nach Spanien, Italien, Rumänien und Russland funkt, so nimmt Geltow von all diesen Linien auf, und wenn der Erweiterungsbau in Nauen vollendet ist, wird Geltow auch dem Empfang von Argentinien, Java usw. dienen.

Mit Ausnahme des Amerikarahmens sind alle Empfangseinrichtungen in der Holzbaracke untergebracht, die sich nach Abb. 156 in drei fast gleichgrosse Teile gliedert. Die niedrigen Anbauten rechts und links enthalten Werkstätten, Ladeeinrichtungen, Lager, Büros usw. Der etwas höhere Mittelbau dagegen bildet einen einzigen grossen Raum, in dem alle Empfangsapparate vereinigt sind. Abb. 158 zeigt den Anblick, den er dem Besucher bietet. Wer ihn betritt, wird von einer fast unheimlichen Stille empfangen, während er brausendes Leben erwartet hatte. Geheimnisvolle, fest verschlossene Panzerschränke stehen herum; überall stehen und hängen Rahmenantennen grossen und kleinen Formats. Menschen sind gewöhnlich nicht zu entdecken, denn genau wie der Sendebetrieb für Nauen heute von der Transradio-Betriebszentrale in Berlin ausgeübt wird, so sitzen dort auch die Empfangsbeamten, und Geltow ist nur die Zwischenstelle, die alle ankommenden Botschaften nach dort übermittelt. So braucht Geltow nur einen einzigen Abstimmben, der die Aufgabe hat, die Empfangsgeräte auf die Sendewelle der betreffenden Gegenstation einzustellen und Störungen atmosphärischer oder anderer Natur entweder zu beseitigen oder so herabzumindern, dass sie den Empfangsbeamten in Berlin an der Aufnahme der Telegramme nicht hindern. Eine direkte Fernsprechklinie verbindet den Empfangsraum in Geltow mit der Betriebszentrale in Berlin. So ist eine schnelle Verständigung über die Güte des Empfangs, die Einschaltung bestimmter Empfänger und dgl. leicht möglich. Im übrigen hat die Erfahrung gezeigt, dass bei gut arbeitenden Gegenstationen nach einmaliger Einstellung auf die Sendewelle nur selten eine Nachstellung erforderlich ist.

Für jede Verkehrslinie ist in Geltow ein besonderer Apparatesatz vorhanden, der für sich in einen eisengepanzten Schrank eingebaut ist. Innerhalb des Schrankes sind die einzelnen Kreise etagenförmig getrennt angeordnet und durch eisenbeschlagene Zwischenwände von einander geschieden. Die zur Speisung der Empfangs- und Verstärkerrohren notwendigen Batterien sind gleichfalls in den Schränken untergebracht. Dank dieser Einrichtung, die Abb. 172 an einem Beispiel näher zeigt, ist die elektrische Beeinflussung der einzelnen Apparaturen von aussen wie die der einzelnen Kreise aufeinander auf ein nicht mehr störendes Mindestmass reduziert. Die zu jedem Empfangssatz gehörende Rahmenantenne ist entweder drehbar auf dem Schranke selbst angebracht oder dicht daneben aufgehängt bzw. aufgestellt. Trotz der dichten Nachbarschaft der verschiedenen Rahmen in dem verhältnismässig kleinen Raum haben sich merkbare gegenseitige Beeinflussungen nie gezeigt.

Eine Sonderstellung nimmt der Amerika-Empfang ein, für den auf Grund gewisser Erfahrungen eine eigene Empfangsanlage geschaffen worden ist, die sich in dem schon erwähnten, auf Abb. 156 links neben dem Empfangsgebäude sichtbaren Turm befindet. Die innere Einrichtung zeigt uns Abb. 157 an einer Modellausführung. Oben sehen wir die 6 m über dem Erdboden angeordnete drehbare Rahmenantenne von 4 m Seitenlänge; in dem Raum darunter, der vierfach mit Eisen gepanzert ist, sind die Empfangsapparate untergebracht, deren Anordnung Abb. 173 veranschaulicht. Das an der Decke sichtbare Handrad gestattet die Antenne zu drehen. Zur Ladung der zum Betrieb der Empfangsapparate nötigen Sammlerbatterien dienen kleine Umformer, die samt den dazu nötigen Schaltapparaten in einem besonderen Raum untergebracht sind. Der Betriebsstrom wird einem 5000 Volt-Kraftnetz entnommen, an der Grenze des Gebäudes auf 200 Volt heruntertransformiert und so durch Kabel den Umformergruppen zugeführt, die den zur Ladung erforderlichen Gleichstrom daraus machen.

Die von den Empfangsapparaten gelieferten, entsprechend verstärkten Empfangsströme werden zu einem Klinkenumschalter und über die daran angeschlossenen Übertragungsleitungen nach Berlin zur Betriebszentrale geschickt, um dort in der üblichen Weise aufgenommen zu werden. Die Aufnahme geschieht zur Zeit noch durch Hörer, doch geht die Entwicklung dahin, die Morsezeichen parallel dazu durch eine Schreibeinrichtung aufzuzeichnen. Abb. 174 zeigt eine derartige, in Geltow eingebaute Anordnung, die bei genügender Lautstärke der Zeichen bis 200 Worte in der Minute in Morseschrift aufnehmen kann. Zur Niederschrift dient der rechts sichtbare Siemens-Schnellmorseschreiber, der gleichzeitig einen in der Betriebszentrale aufgestellten Morseapparat in Tätigkeit setzt.

Das hier gezeichnete Bild wäre unvollständig, wenn wir nicht auch noch die mehrfach erwähnte Betriebszentrale besuchen würden,

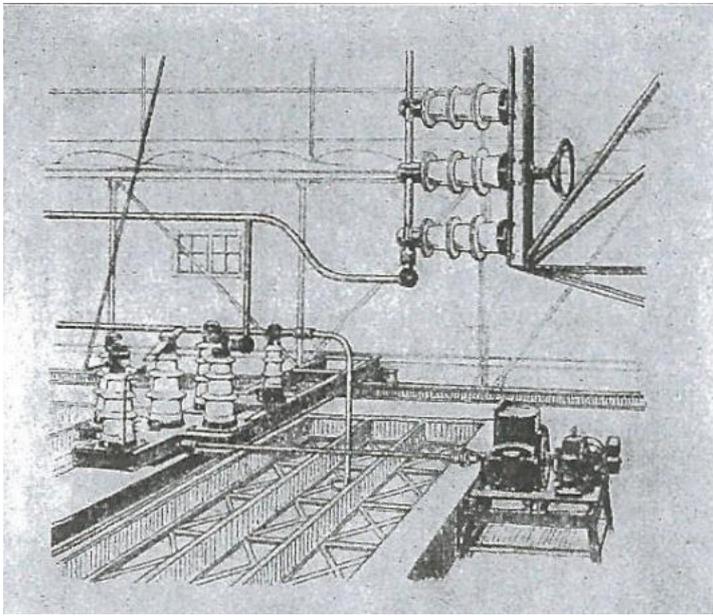


Abb. 166
Teil der Antennenschaltanlage in Nauen

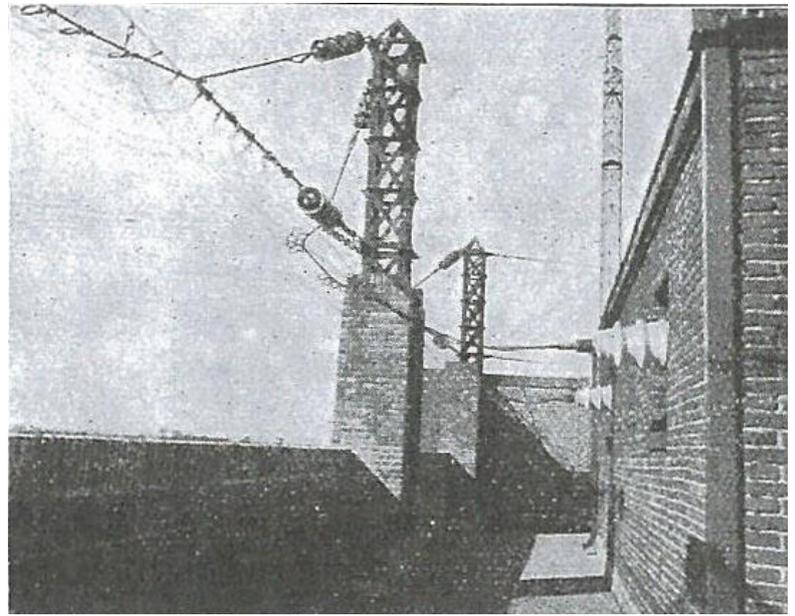
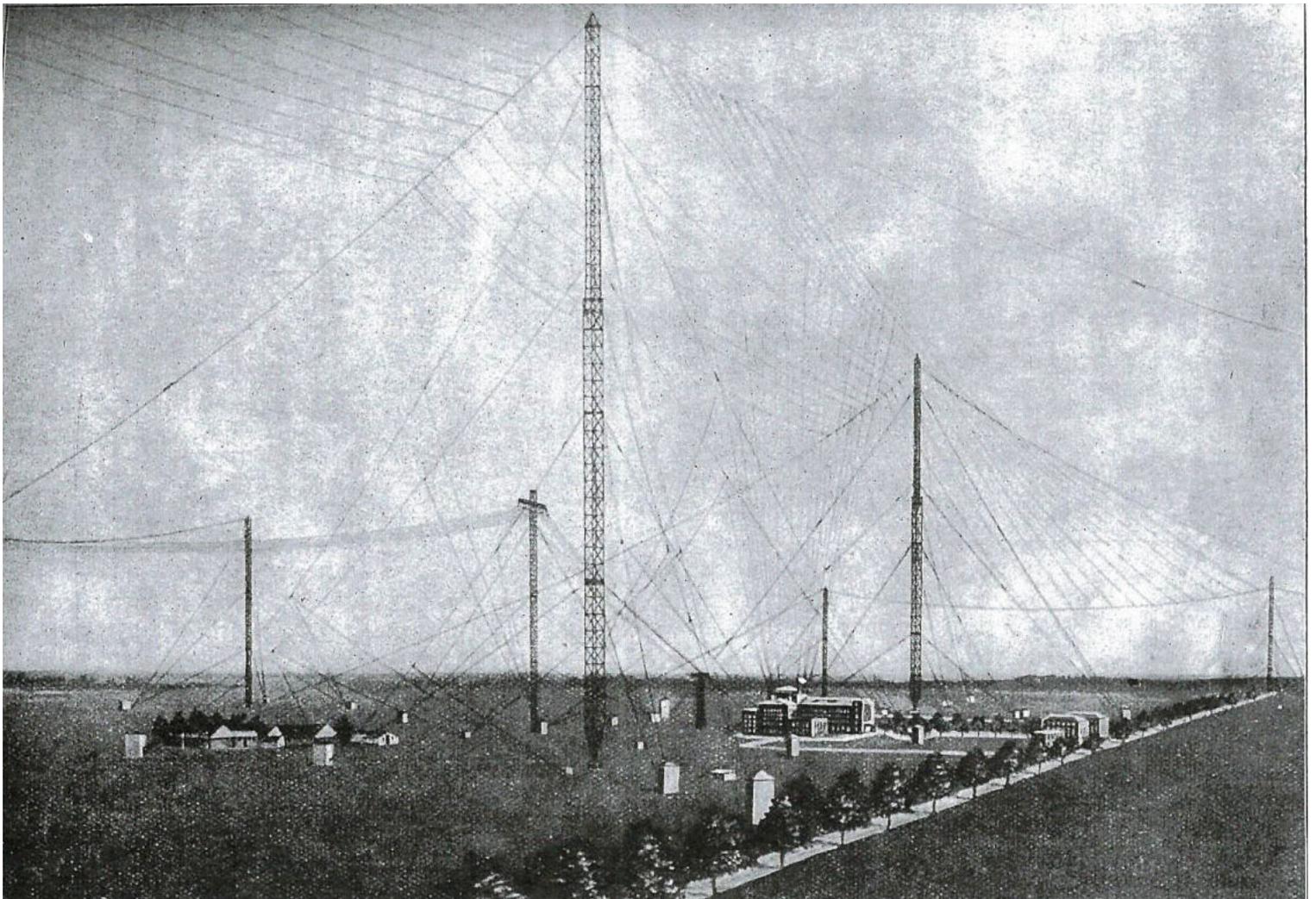


Abb. 167
Antennendurchführung der Gross-Station Nauen

Abb. 168
Teilbild der derzeitigen Antennenanlage in Nauen.
Im Vordergrund einer der beiden 260 m-Maste der A-Antenne, die im Bilde von links vorn nach rechts hinten läuft; gleich hinter der Station, etwas rechts, der zweite 260 m-Mast, ganz hinten zwei 125 m-Maste, an deren Verbindungsseil die A-Antenne endet.
Auf der linken Bildhälfte die von rechts nach links verlaufende B-Antenne mit dem charakteristischen Auslegermast



denn wenn wir Nauen als den Mund und Geltow als das Ohr der Transradio A.-G. betrachten, so ist die Betriebszentrale Berlin gewissermassen ihr Herz, das Ohr und Mund zum Leben weckt. Von hier aus werden die Sendeeinrichtungen Nauens getastet, hierher werden die in Geltow aufgenommenen Nachrichten zur Verteilung an die Empfänger geführt. Hier also sitzt das Schaltwerk, das den Hauptteil des Funkverkehrs Deutschlands mit Europa und Übersee lenkt und beherrscht, und die weitere Entwicklung zielt darauf hin, von dieser Stelle auch die Steuerung der zweiten deutschen Radio-Gross-Station – Eilvese mit der Empfangsstelle Hagen – zu bewirken *).

Die Transradio-Betriebszentrale ist erst am 14. Juni 1922 eröffnet worden. Sie befindet sich im 2. Stockwerk eines der architektonisch schönsten Postgebäude Berlins, dem Postamt N 24 an der Ecke der Oranienburger- und der Artilleriestrasse. Im gleichen Gebäude und auf dem gleichen Stockwerk ist auch die Funkabteilung des Berliner Haupttelegraphenamts untergebracht, der Mittelpunkt des dem inneren deutschen Verkehr dienenden Reichsfunknetzes mit der Hauptsendestelle Königswusterhausen und Hauptempfangsstelle Zehlendorf, die beide von der Funkabteilung aus bedient werden. Die Einrichtung der Betriebszentrale wird uns am ehesten klar, wenn wir den Lauf eines Telegramms verfolgen, das zur Beförderung nach Amerika «via Transradio» irgendwo in Deutschland, sagen wir in Frankfurt am Main, aufgegeben worden ist. Wir stützen uns dabei auf Abb.158, in der der ganze Weg schematisch aufgezeichnet ist. In Frankfurt liefert ein Bote das Telegramm am Annahmeschalter irgend eines Postamtes auf. Da Frankfurt als Glied des Reichsfunknetzes eine Funkstation besitzt, so wird das Telegramm vom Aufgabebeamt durch Leitung dorthin übermittelt. Besitzt der Aufgabebort keine Funkstation, so wird das Telegramm dem nächsten Telegraphenamt zutelegraphiert, das es zum Haupttelegraphenamt (H. T. A.) Berlin weiterleitet. Auch die Funkstelle Frankfurt schickt das Telegramm nach Berlin, aber nicht zum H. T. A., sondern zur Empfangsstelle Zehlendorf, von wo es in der uns aus Geltow bekannten Weise geradeswegs über einen Klinkenumschalter durch eine Übertragungsleitung der Funkabteilung zugeleitet wird. An dieser Stelle laufen auch die dem H. T. A. auf dem Leitungsweg zugehenden, den Vermerk «via Transradio» tragenden Telegramme zusammen, desgleichen die am Transradio-Annahmeschalter des Postamts Oranienburgerstrasse aufgegebenen Telegramme, die nicht erst in den Betrieb des H. T. A., sondern gleich in die Funkabteilung gehen. Von hier werden die Telegramme durch Rohrpost der Verteilungsstelle der auf dem gleichen Stockwerk liegenden Betriebszentrale zugeführt, wo sie zunächst gebucht und mit einer Funkleitnummer versehen und dann in den Raum II, den Stanzraum, gegeben werden, dessen Einrichtung Abb. 175 zeigt. Hier wird der Text mit automatischen Lochern (Abb. 176) in einer besonderen, aus der Morseschrift abgeleiteten Lochschrift in Streifen gestanzt; durch diese Lochstreifen werden die mehrfach erwähnten Maschinensender betätigt. Die Benützung der Stanzstreifen für das Telegraphieren ermöglicht nicht nur eine bessere Ausnützung der kostspieligen Sendeanlagen, da man an den Lochern eine ganze Anzahl Beamte beschäftigen und durch die Maschinensender die Telegraphiergeschwindigkeit auf ein Vielfaches gegenüber dem Handbetrieb mit Morsetasten steigern kann; man erzielt dadurch zugleich eine grössere Exaktheit der Zeichen und folglich weniger Verstümmelungen als beim Handsenden und sei dieses noch so gut.

Die fertigen Stanzstreifen werden den Betriebsräumen zugeführt, und zwar je nach dem Bestimmungsort dem Raum III für den Europaverkehr (Abb. 177) oder dem Raum IV, dem Amerikasaal (Abb. 178). Wir sehen in beiden Sälen eine Anzahl Tische, die z. T. durch Glaswände gegen die Umgebung abgegrenzt sind. Auf jedem Tisch ist der dem Beschauer zugewandte freie Teil für den Sendedienst, der auf drei Seiten von Glaswänden umschlossene rückliegende Teil für den Empfangsdienst bestimmt, und zwar sind die zusammengehörenden Sende- und Empfangsstellen auf dem gleichen Tisch untergebracht, also z. B. auf dem Tisch im Vordergrund von Abb. 178 vorn der Geber für den 400 kW-Amerikasender in Nauen, dahinter der Empfänger für den Amerikaturm in Geltow. Auf jedem Sendetisch stehen zwei Siemenssche automatische Maschinengeber (Abb. 179), von denen der eine als Reserve dient; daneben liegt eine Handtaste, die dem Sendebeamten Rückfragen oder von Hand gegebene Bemerkungen ermöglicht. Diese Gebeapparate schicken die dem Wortlaut der mit ihnen gegebenen Telegramme entsprechenden Stromstösse durch eine eigene Leitung, die sog. Tastleitung, nach Nauen, wo dadurch Zwischenrelais (Abb. 180) in Bewegung gesetzt werden, die ihrerseits die grossen Tastrelais (Abb. 165) und dadurch die uns bekannte Sendeeinrichtung steuern. So werden die Telegramme in elektrische Schwingungen umgesetzt, die die grosse Antenne in Nauen als 12 600 m lange, sich mit Lichtgeschwindigkeit durch den Aether fortpflanzende Wellen ausstrahlt. In Amerika werden die Wellen wenige Sekundenbruchteile später von der mit Nauen zusammenarbeitenden Empfangsstation Riverhead der «Radio-Corporation of America» aufgenommen. Die Empfangsstelle, die 100 km von Newyork entfernt auf der Halbinsel Long Island liegt, ist ähnlich eingerichtet wie Geltow, nur dass sie keine Rahmen-, sondern eine sog. Richtantenne in L-Form von 15 km Länge besitzt. Diese Antennen haben gleichfalls die Eigenschaft, aus einer bestimmten Richtung besonders gut zu empfangen, doch zeigt der Rahmen diese Eigenheit noch ausgeprägter und hat zudem den Vorzug, drehbar zu sein, also sich auf verschiedene Sender einstellen zu lassen. In Riverhead werden die ankommenden Telegramme ähnlich wie in Geltow durch Leitung, der Betriebszentrale (Central Office) der Radio-Corporation in Newyork übermittelt und von dort je nachdem auf dem Funk- oder Drahtweg dem Telegraphenamt des Empfangsortes übermittelt, das sie dem Empfänger wie bei uns durch Boten zustellt. Die vom Empfänger beim gleichen Amt aufgegebene Antwort wird wieder nach Newyork und von der dortigen Zentralstelle auf dem Drahtweg zur Sendestation Rocky-Point befördert, die gleichfalls auf Long Island, 160 km von Newyork entfernt, bei Port Jefferson liegt. Rocky-Point funkt die Antwort nach Geltow hinüber, wo die ankommenden Wellen durch den Rahmen aufgenommen und den Empfangsapparaten zugeführt werden, die sie entsprechend verstärkt und in Stromstösse umgesetzt durch die Übertragungsleitung nach Berlin zur Betriebszentrale schicken. Hier sitzen an dem, dem betreffenden Sendetisch gegenüberstehenden Empfangstisch zwei Sendebeamte mit umgehängten Fernhörern (Abb. 178), von denen der Linkssitzende die mit dem Ohr aufgenommenen Zeichen mit der vor ihm stehenden Schreibmaschine auf das eingespannte Telegrammformular niederschreibt. Auf diese Weise wird ausser der zur Weitergabe an die Funkabteilung des Haupttelegraphenamts und den Empfänger bestimmten Ausfertigung ein Durchschlag als Beleg für etwaige Rückfragen

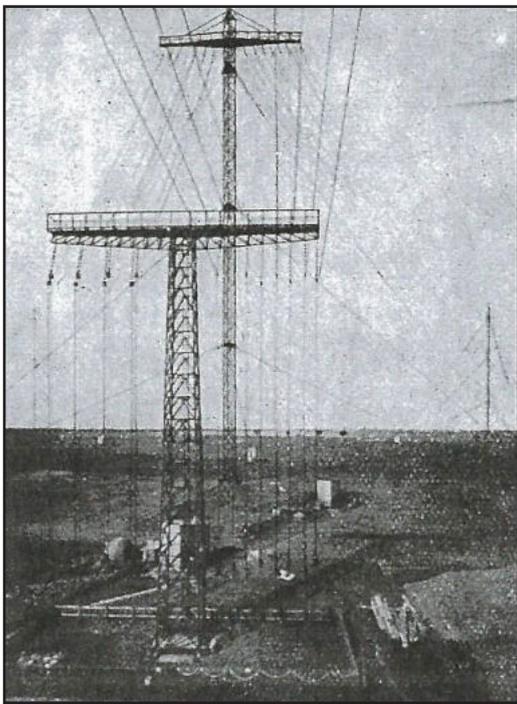


Abb. 169
Die B-Antenne der Gross-Station Nauen vom Dach des Stationsgebäudes aus gesehen; ganz hinten die beiden 150 m-Maste, an deren Verbindungsseil die fächerförmig ausgespannte Antenne endet

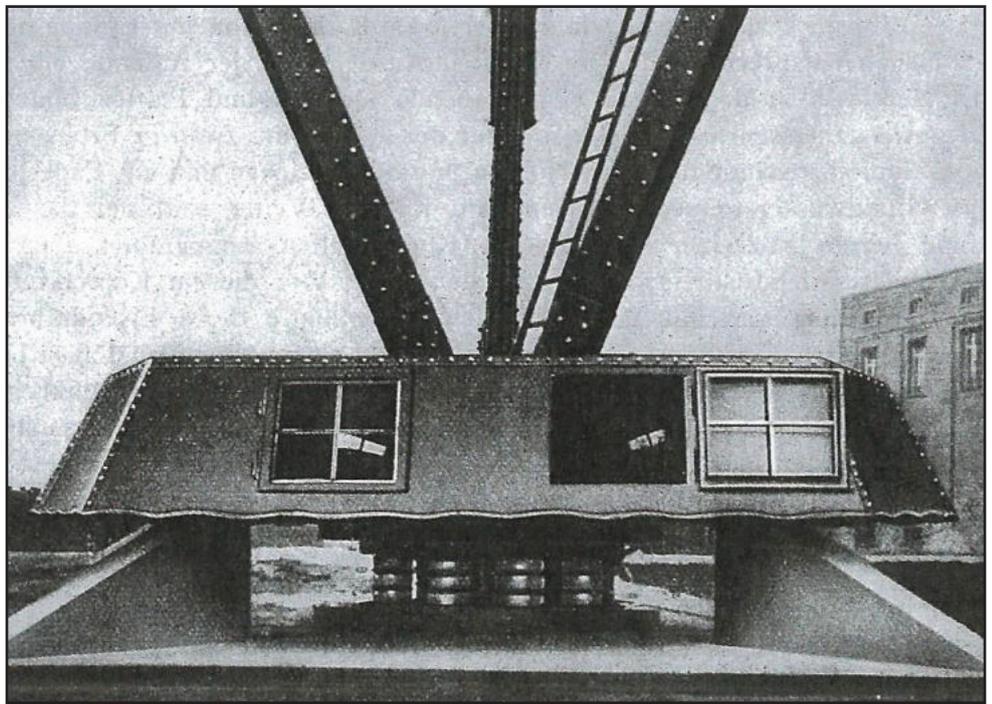


Abb. 170
Fundament der Nauener Antennenmasten.
Die Masten stehen auf einem Kugelgelenk, das – durch dicke Porzellankörper gegen die Erde isoliert – auf einem viereckigen Eisenbetonblock von 6 m Seitenlänge und 2 m Dicke ruht. Die Fundamente der Masten und die Widerlager der seitlichen Staggerankerungen wurden von der Siemens-Bauunion ausgeführt

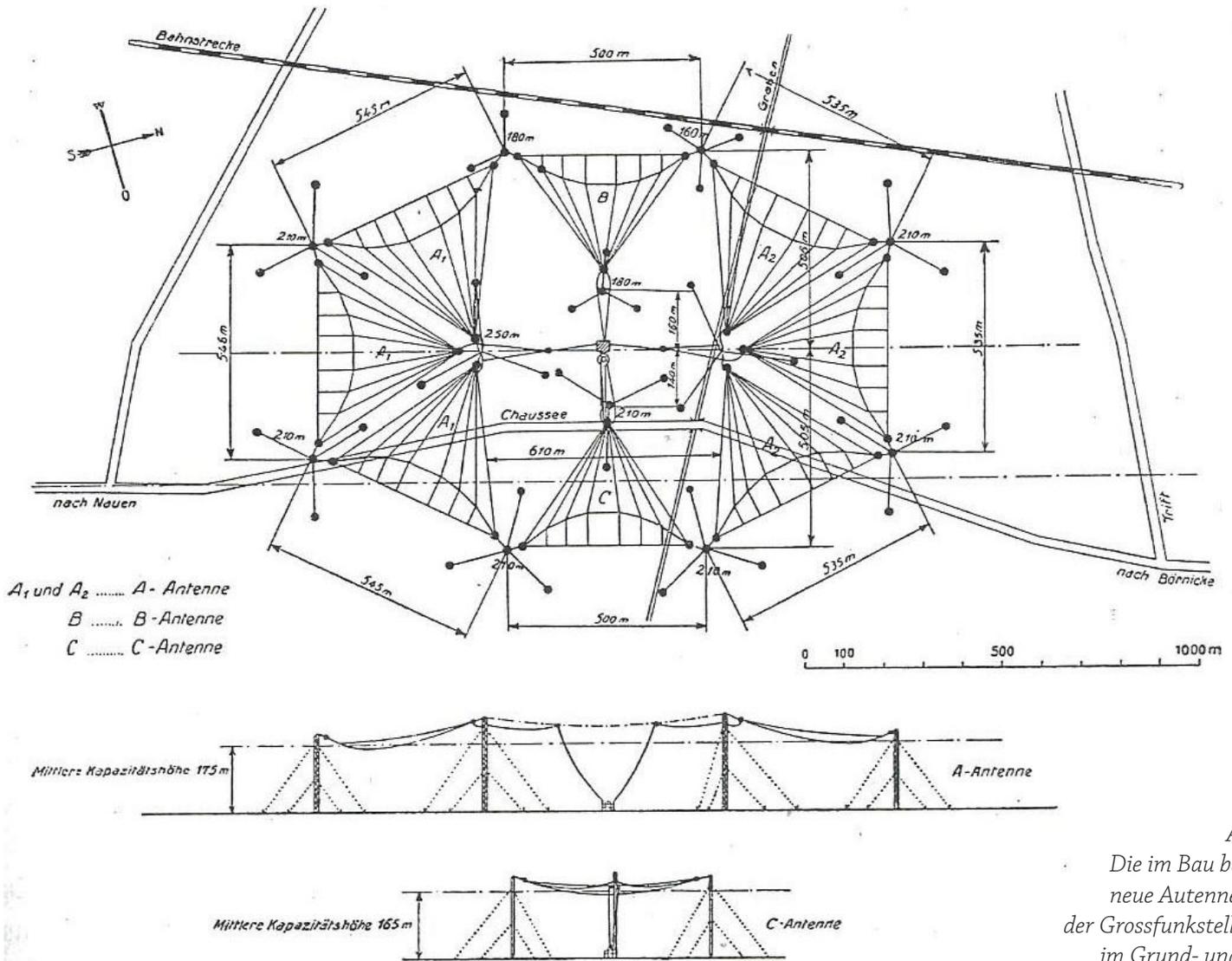
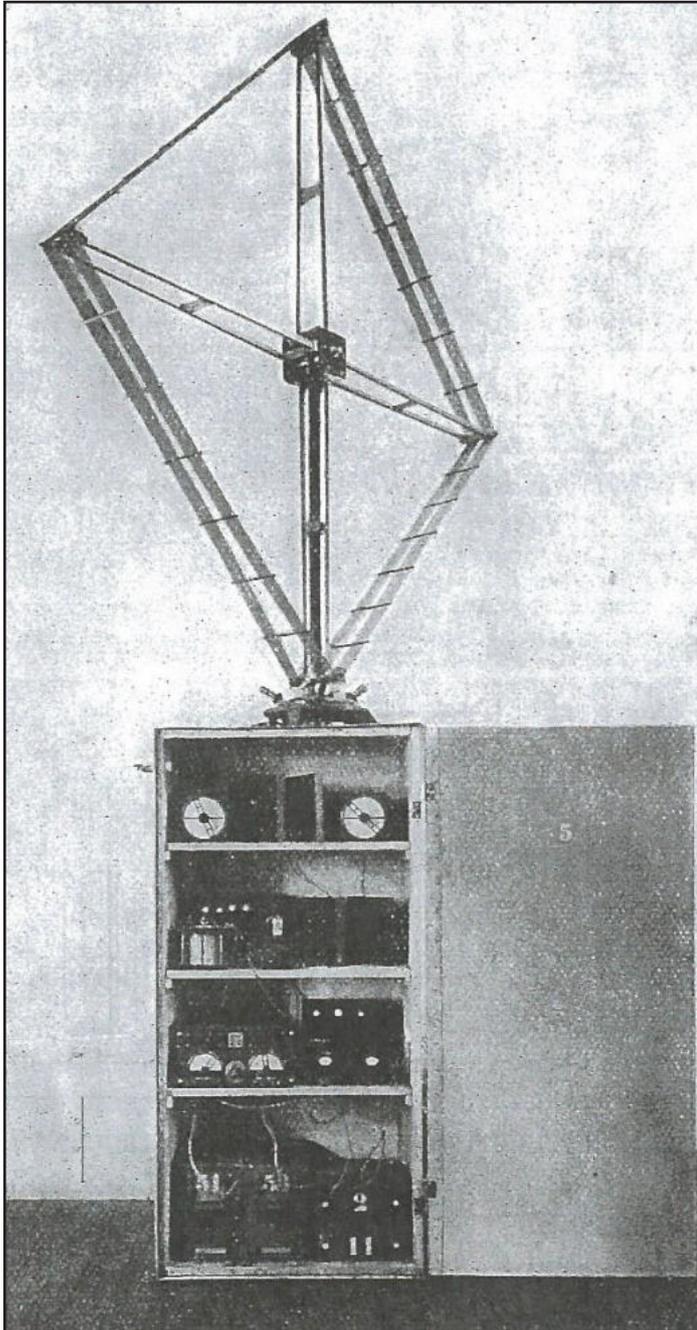


Abb. 171
Die im Bau begriffene neue Antennenanlage der Grossfunkstelle Nauen im Grund- und Aufriss

gewonnen. Wohnt der Empfänger des Antworttelegramms in Berlin, so wird es ihm vom H. T. A. in der üblichen Weise zugestellt. Geht es aber wie in unserm Beispiel weiter in die Provinz, so legt es nunmehr per Draht oder Welle den umgekehrten Weg wie das erste Telegramm zurück, bis es durch Boten beim Adressaten landet. Bei der Aufnahme in der Betriebszentrale kann es vorkommen, dass der Beamte ein Zeichen nicht versteht, und deshalb die Sendestelle unterbrechen muss, um Rückfrage zu halten. Zu diesem Zweck muss er natürlich seinerseits senden können. Diese Möglichkeit gibt ihm eine neben seiner Schreibmaschine angeordnete Taste, durch die ein Relais betätigt wird, das die Tastleitung nach Nauen auf den Ernpfungsbeamten umschaltet und ihm gestattet, an Stelle des Sendebeamten die Sendeanlage selbst zu tasten. Das Relais, das diese Umschaltung bewirkt, befindet sich in Abb. 178 in dem mitten auf dem ersten Sendetische stehenden Kästchen. Rechts davon sind zwei in die Tischfläche eingelassene Lampen



*Abb. 172
Gepanzerter Schrank der Empfangsstation
Geltow mit den Empfangsgeräten und der
Rahmenantenne für den Empfang
von Bukarest*

sichtbar, eine rote und eine grüne. Leuchtet die rote Lampe auf, so weiss der Sendebeamte, dass sein Gegenüber – der Empfangsbeamte – den Sender benützt, um eine Rückfrage zu halten. Erlischt die Lampe, so fährt der Sendebeamte in seiner Arbeit fort. Die grüne Lampe tritt im entgegengesetzten Fall in Tätigkeit, wenn die Empfangsstation in Amerika mit dem Sendebeamten in Nauen direkt sprechen will, der zu diesem Zweck gleichfalls einen Kopfhörer trägt. Auf diesen Hörer schaltet der Empfangsbeamte in der Betriebszentrale mittels eines Umschalters die Empfangsleitung um, der Sendebeamte hört dann selbst, was die Gegenstation will und kann die Rückfragen gleich beantworten. Solange diese Schaltung besteht, leuchtet die grüne Lampe; erlischt sie, so sind die normalen Betriebsverhältnisse wieder hergestellt. Der vom Sendebeamten getragene Fernhörer hat aber noch einen anderen Zweck; er gibt ihm in Verbindung mit einer in der Betriebszentrale aufgestellten Mithöreinrichtung – einer kleinen, mit einer

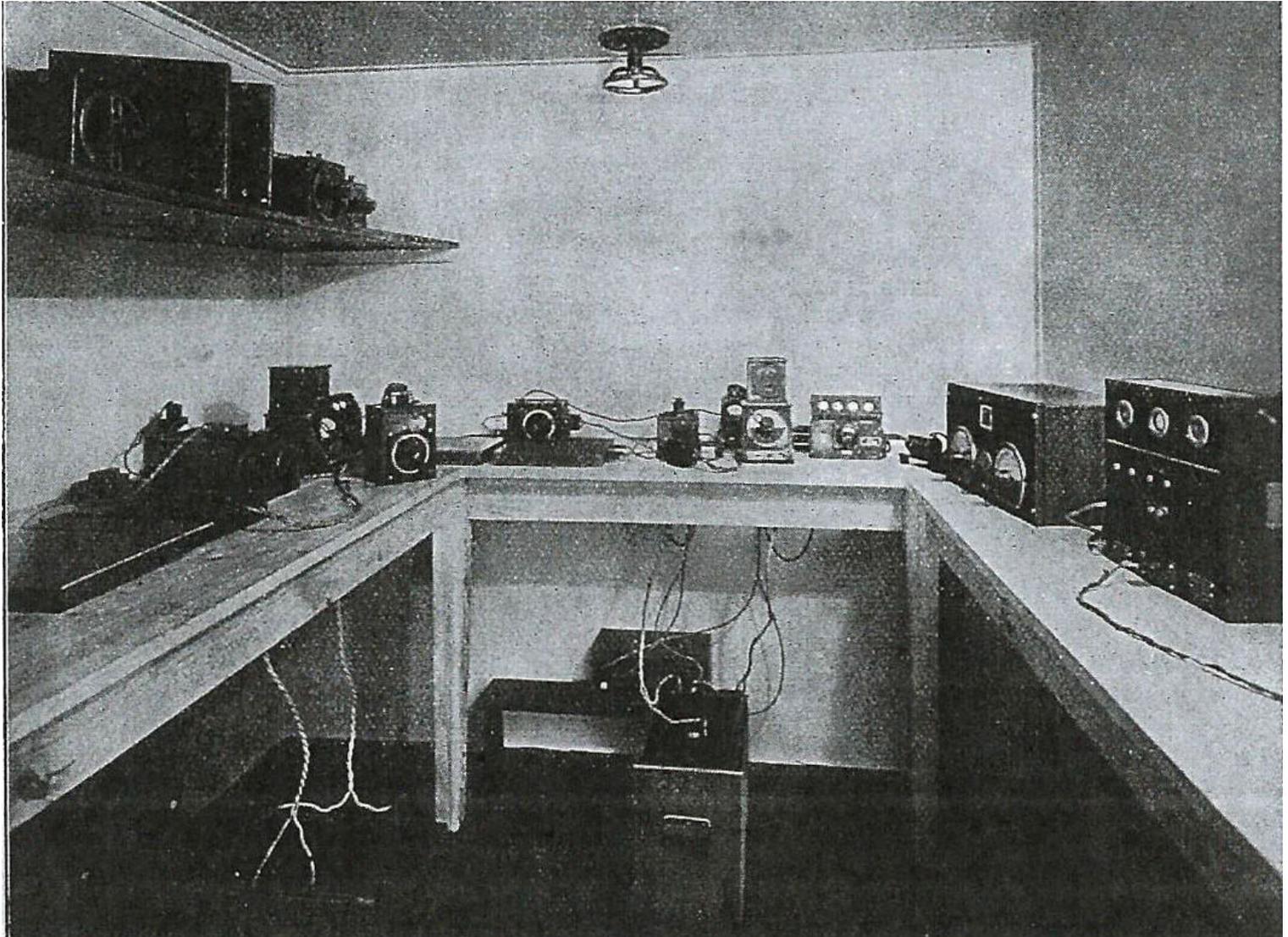
besonderen Antenne ausgerüsteten, auf die Nauener Sendewelle eingestellten Empfangsapparatur – die Möglichkeit, fortwährend die Güte der Zeichen zu prüfen, die der von ihm betätigte Sender in Nauen ausstrahlt und bei unklaren Zeichen telephonisch die Beseitigung der Störung zu veranlassen. Bei einer Rückfrage der Empfangsstation schaltet der oben erwähnte Umschalter den Fernhörer zugleich von dieser Mithöreinrichtung ab.

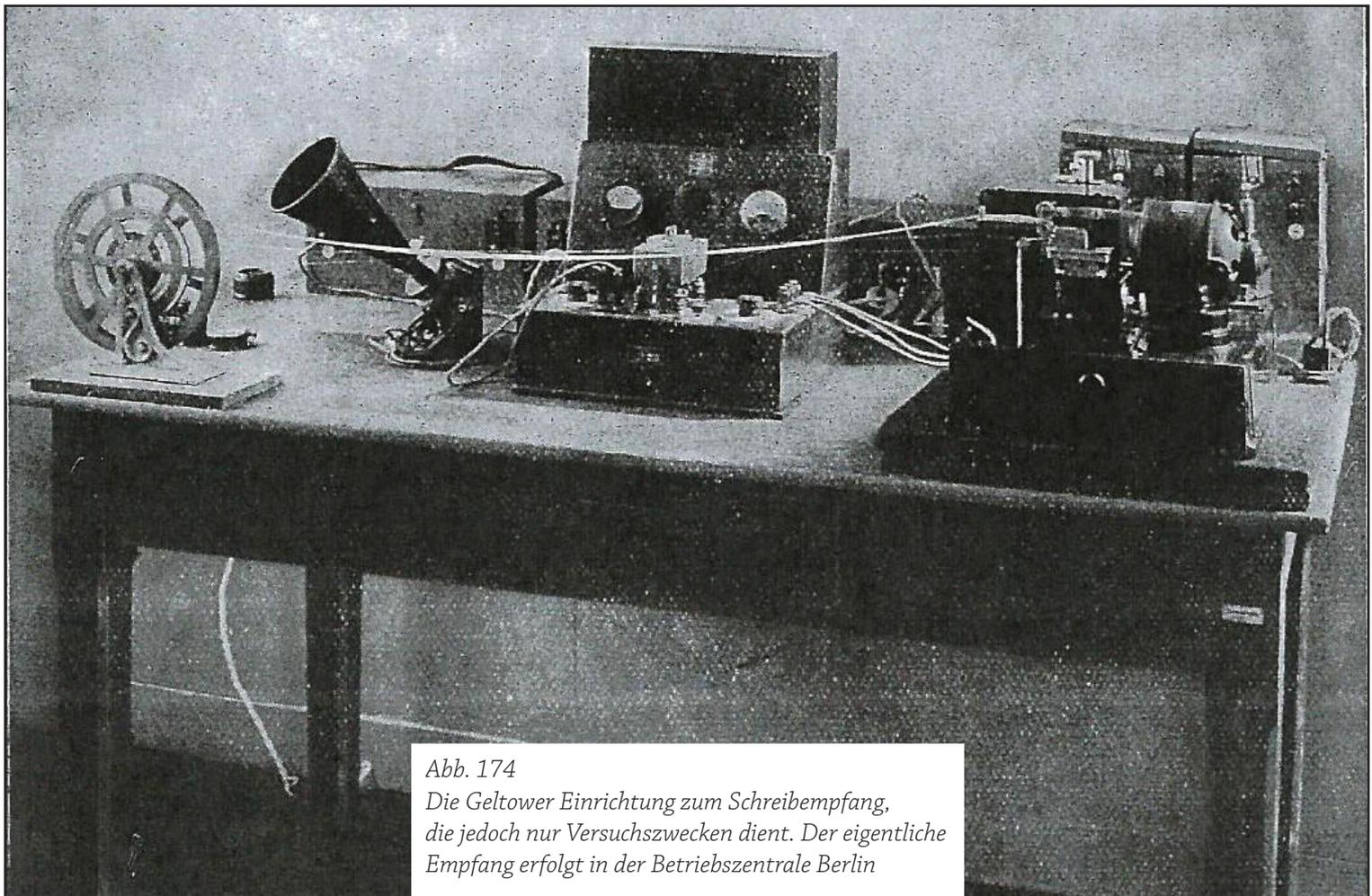
In der gleichen Weise wie es hier für den Amerikaverkehr geschildert wurde, wird von der Betriebszentrale aus auch der Europa-Fernverkehr und künftighin der Verkehr mit den neuen Grossfunkstellen in Argentinien und Java besteuert. Als Zubringer- und Verteilerlinien dienen neben dem Reichsfunknetz die zahlreichen Telegraphenleitungen, die Deutschland nach allen Richtungen hin durchziehen. So ist dank der Transradio-Betriebszentrale eine Verschmelzung des deutschen Draht- und Funkverkehrs erreicht, wie sie sich inniger und besser nicht denken lässt. Sie hat einen guten Teil der Deutschland durch die Wegnahme seiner Kabel im Kriege zugefügten handelspolitischen Schäden beseitigen können, und sie wird für alle anderen Kulturländer vorbildlich sein. Denn kein anderes Land verfügt heute über eine Organisation seines Radioverkehrs, die der durch die grosszügige Zusammenarbeit der Reichstelegraphenverwaltung mit der hochentwickelten deutschen Radioindustrie im Reichsfunknetz und der Transradio A.-G. geschaffenen auch nur annähernd gleichwertig ist, nicht einmal die Vereinigten Staaten.

Hanns Günther
(siehe Seite 31)

Abb, 173

*Der gepanzerte Apparateraum für den Amerikaempfang in Geltow;
an der Decke das Handrad zur Drehung der Rahmenantenne*





*Abb. 174
Die Geltower Einrichtung zum Schreibempfang,
die jedoch nur Versuchszwecken dient. Der eigentliche
Empfang erfolgt in der Betriebszentrale Berlin*



*Abb. 175
Stanzraum der Transradio-Betriebszentrale in Berlin*

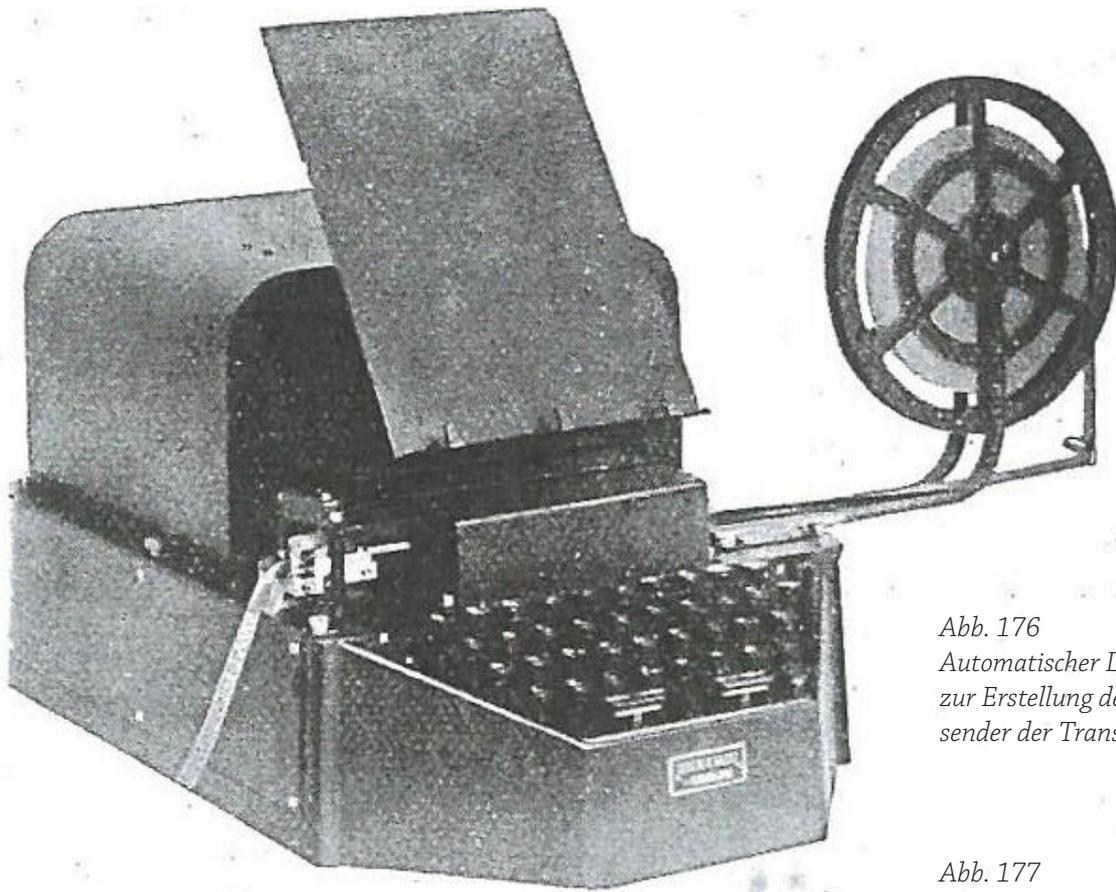
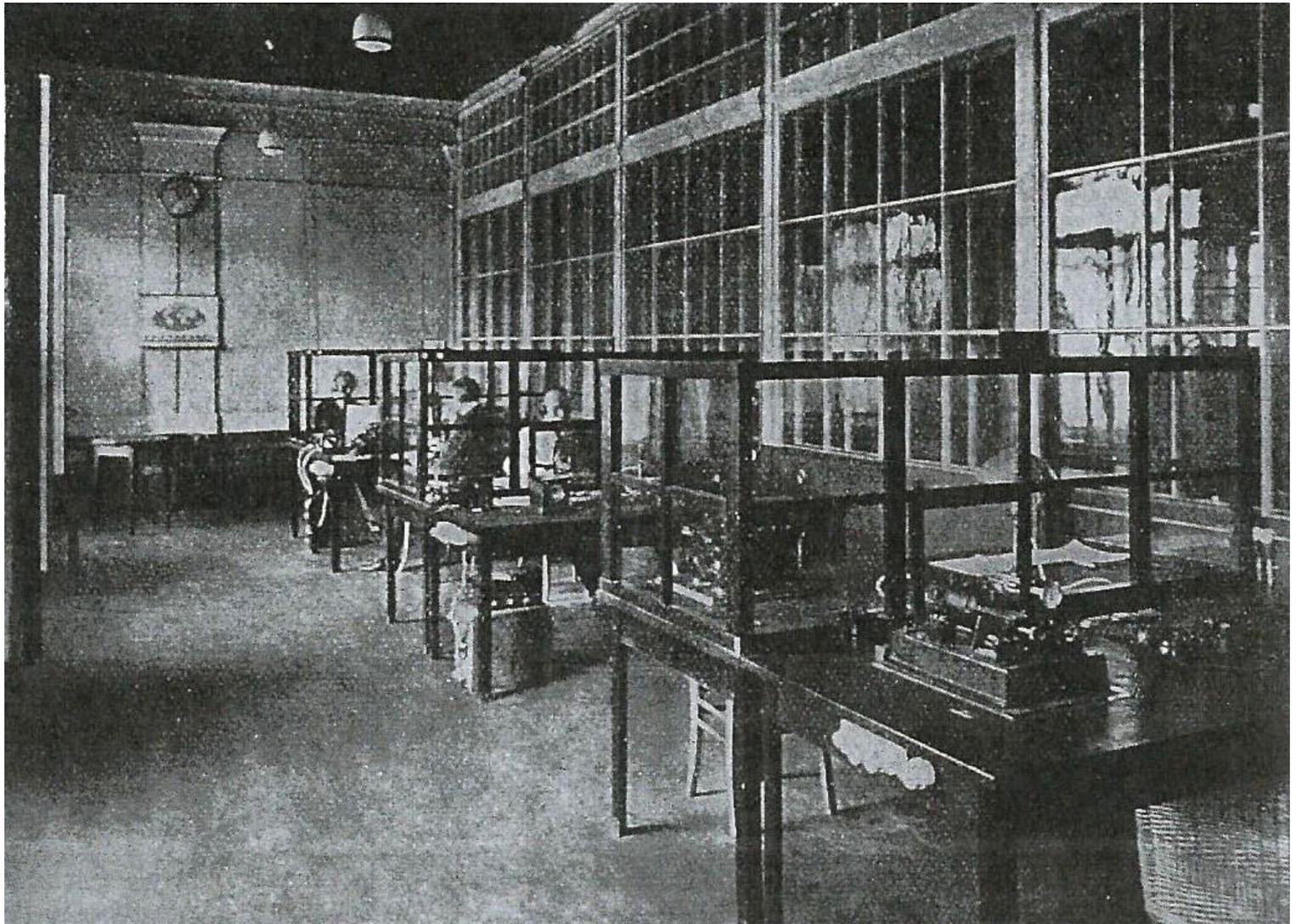


Abb. 176
Automatischer Locher (System Siemens & Halske)
zur Erstellung der Lochstreifen für die Maschinen-
sender der Transradio-Betriebszentrale in Berlin.

Abb. 177
Der Europasaal der Transradio-Betriebszentrale
in Berlin



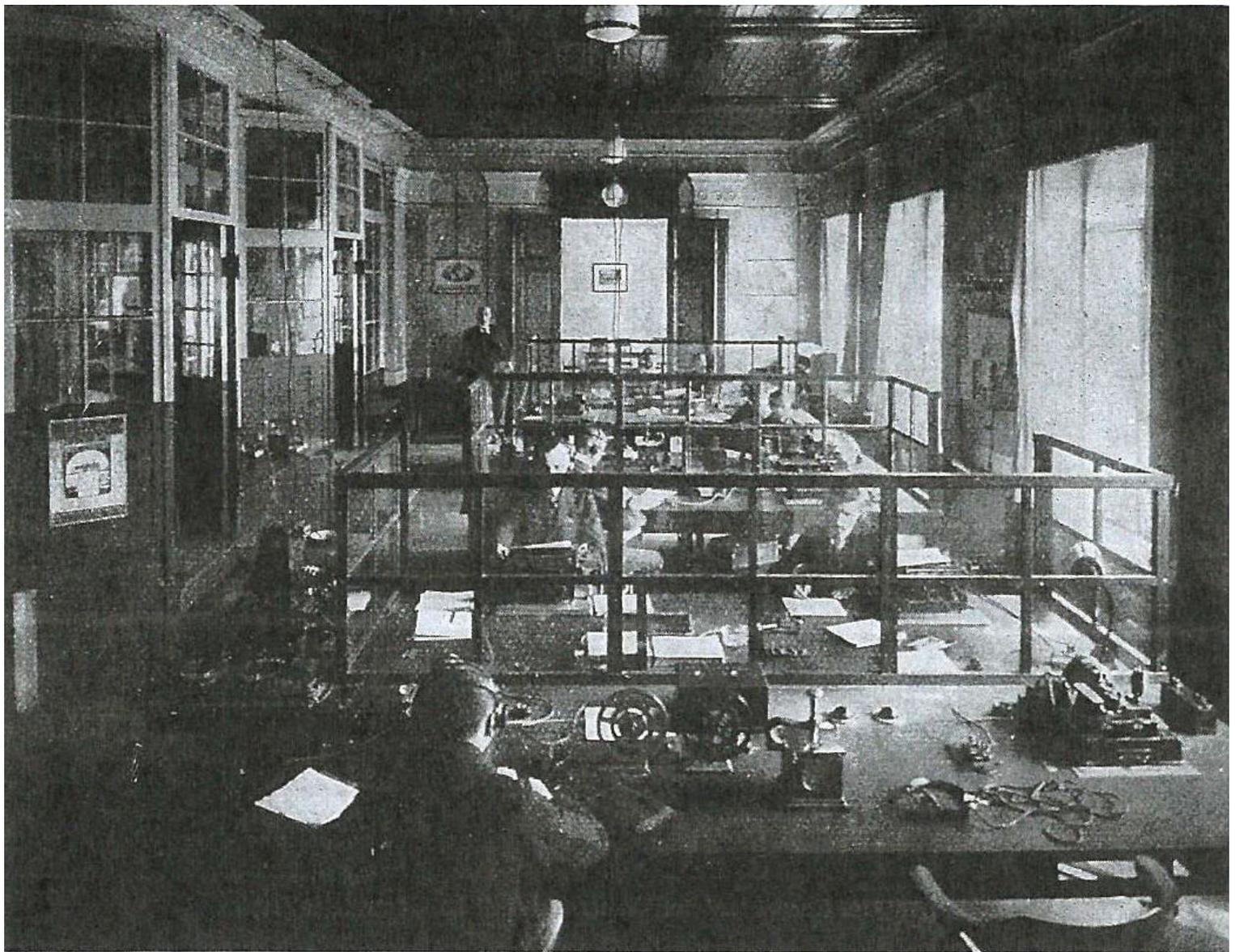


Abb. 178
Blick in den Amerikasaal der
Transradio-Betriebszentrale in Berlin

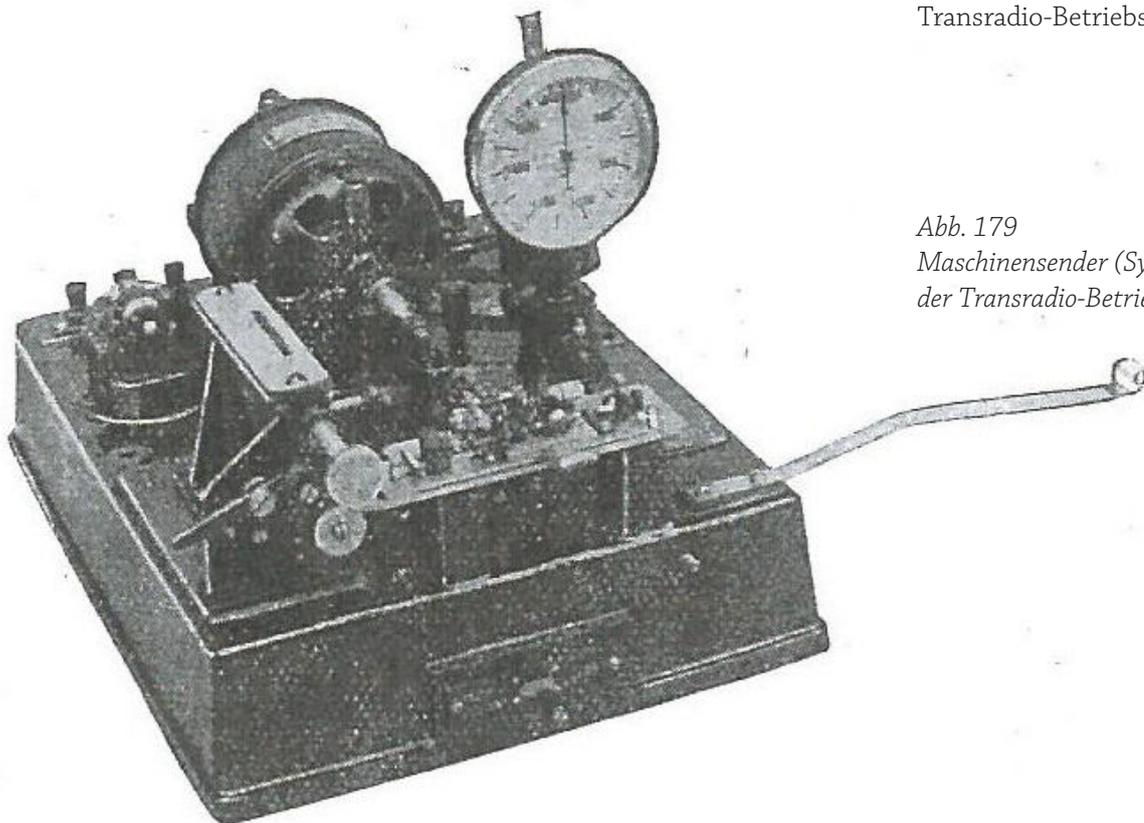
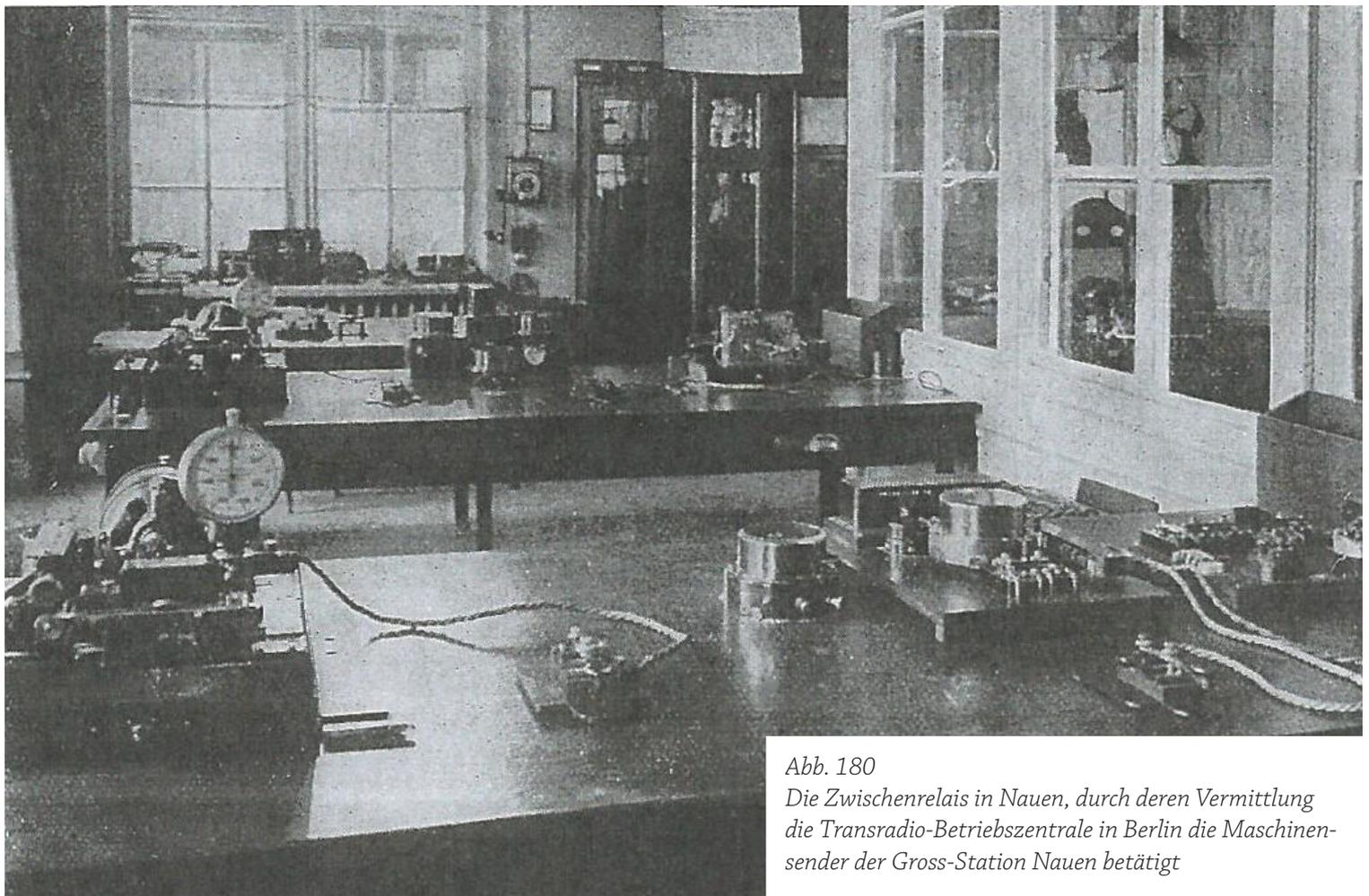


Abb. 179
Maschinensender (System Siemens & Halske)
der Transradio-Betriebszentrale in Berlin

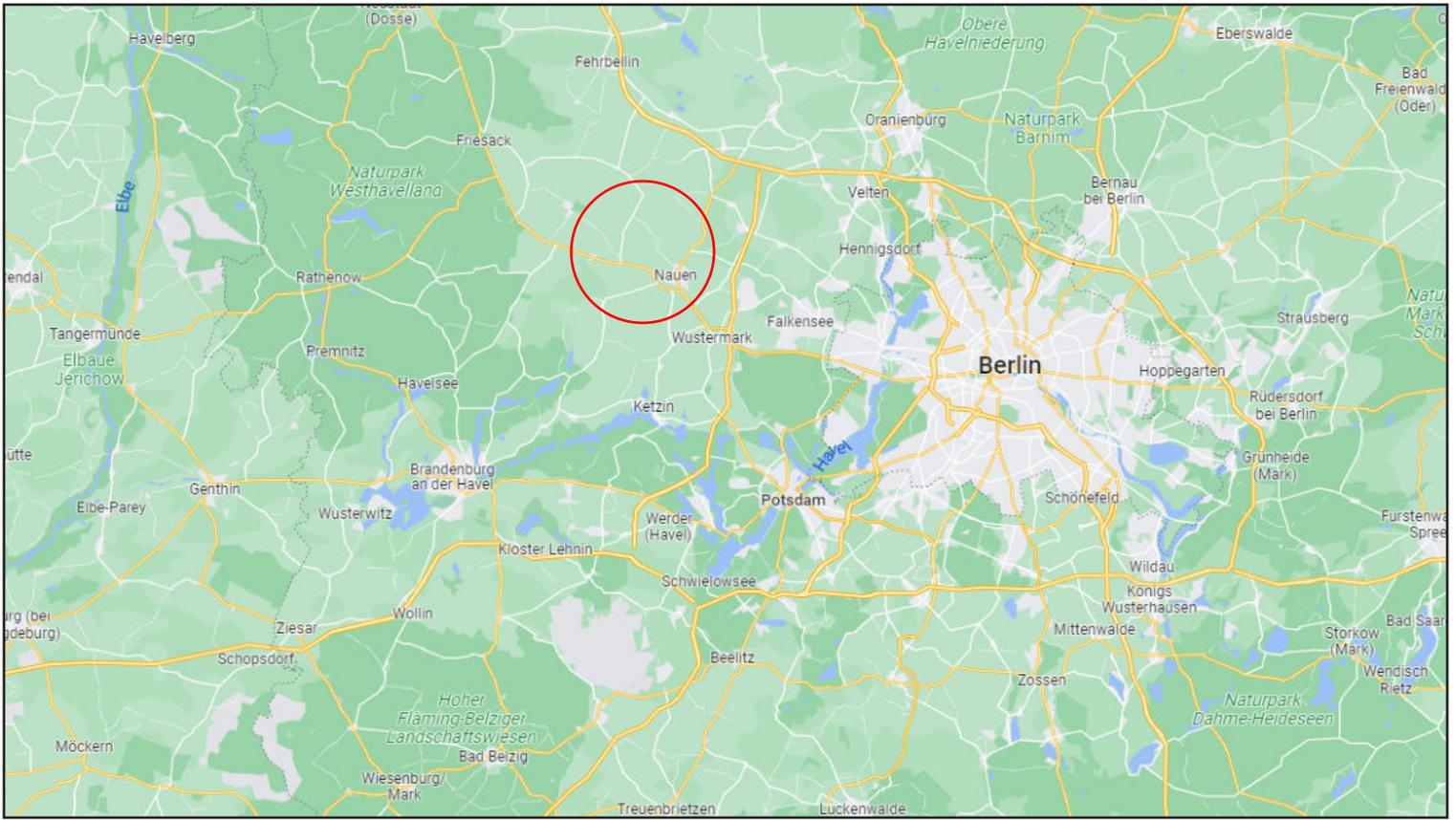


*Abb. 180
Die Zwischenrelais in Nauen, durch deren Vermittlung
die Transradio-Betriebszentrale in Berlin die Maschinen-
sender der Gross-Station Nauen betätigt*



*Teilansicht der Funkanlage, 1931
(in Hanns Güntherts Bericht nicht enthalten)*

(1931 de.wikipedia.org)

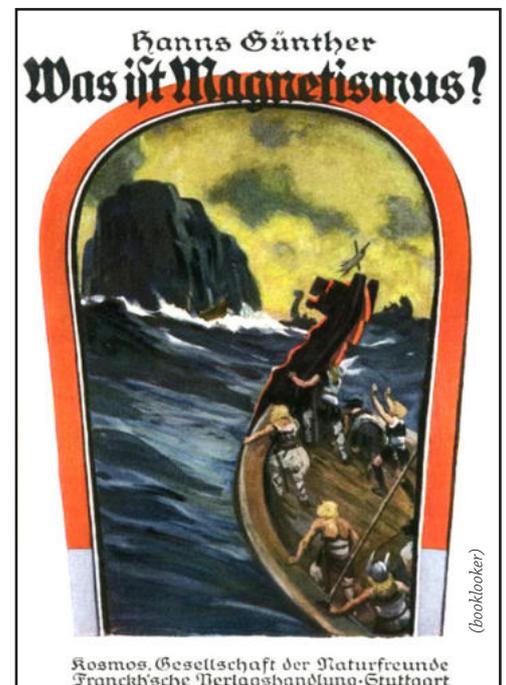
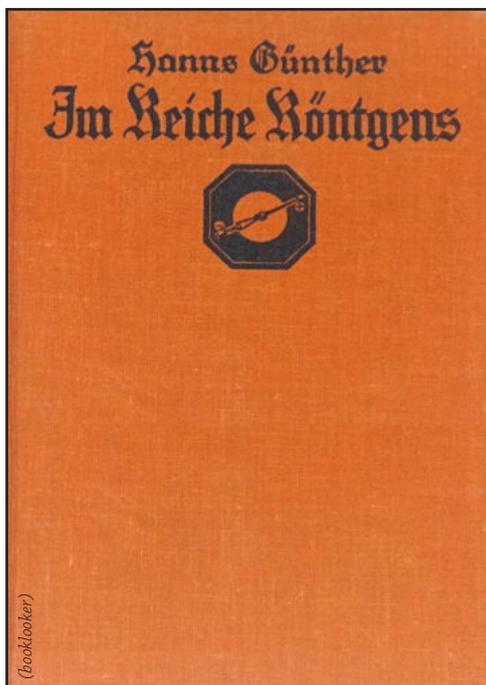
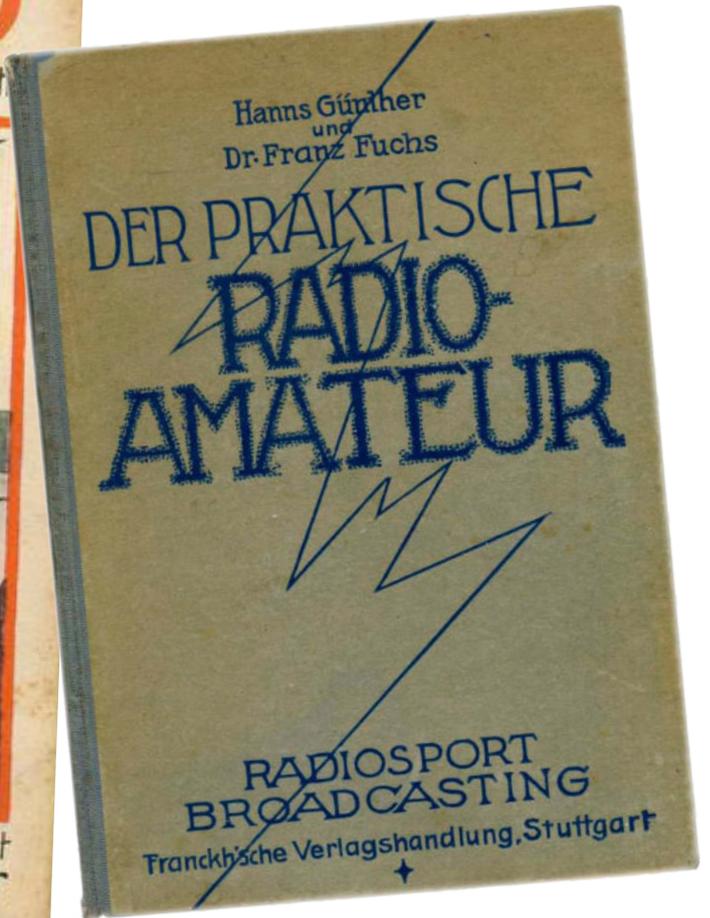


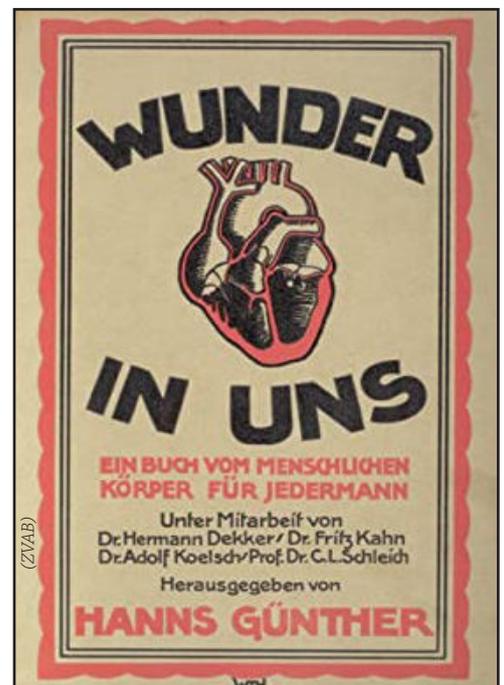
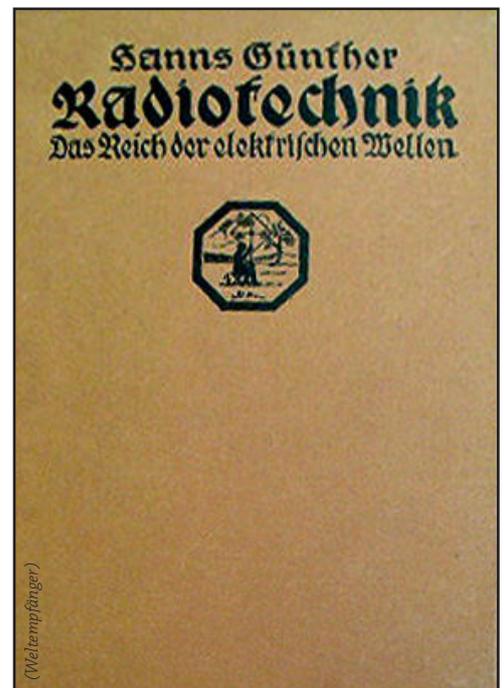
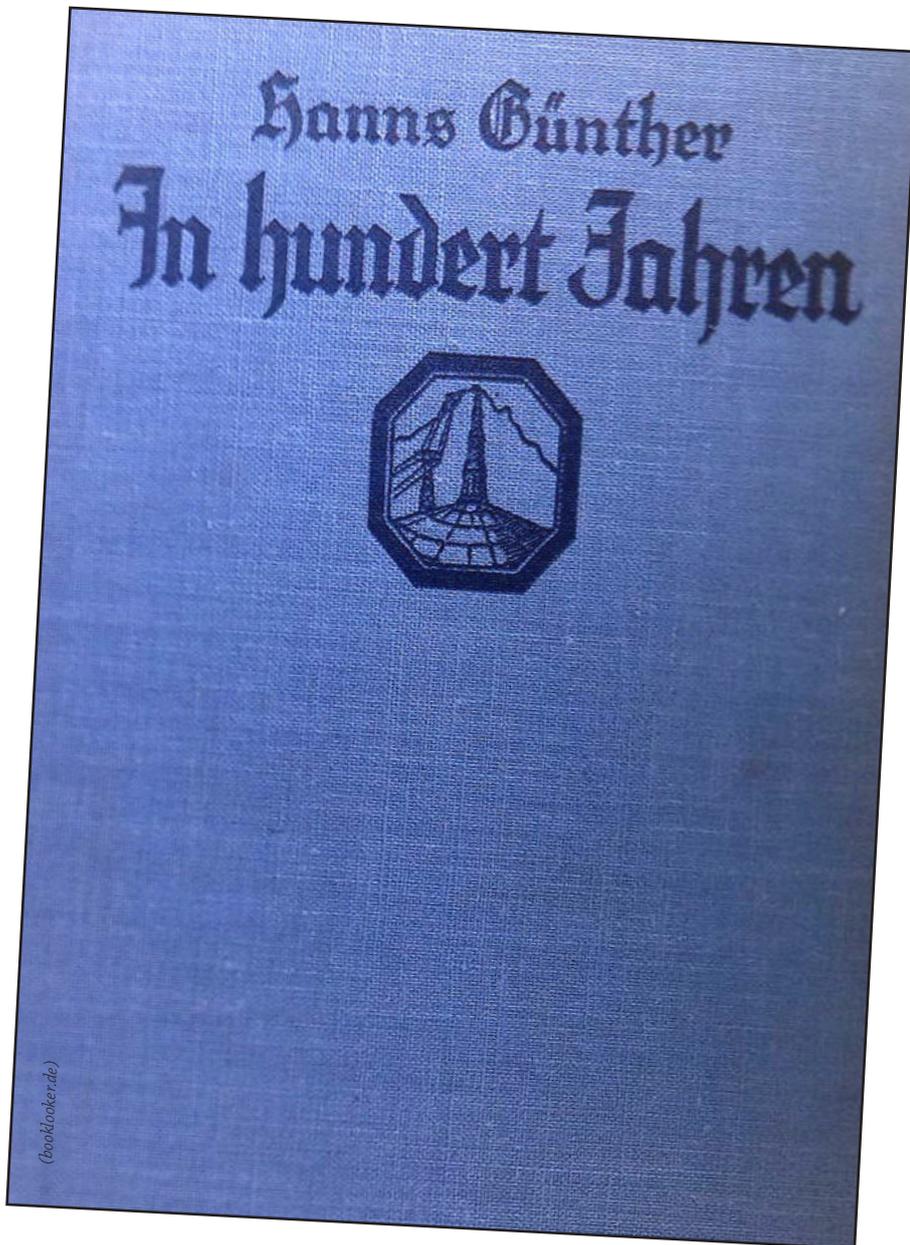
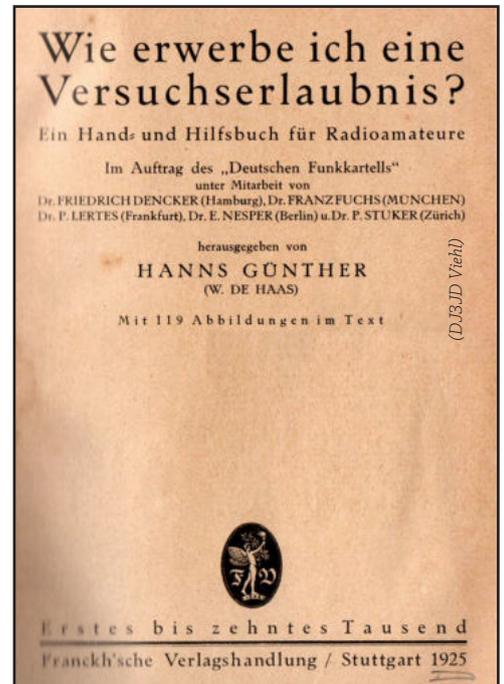
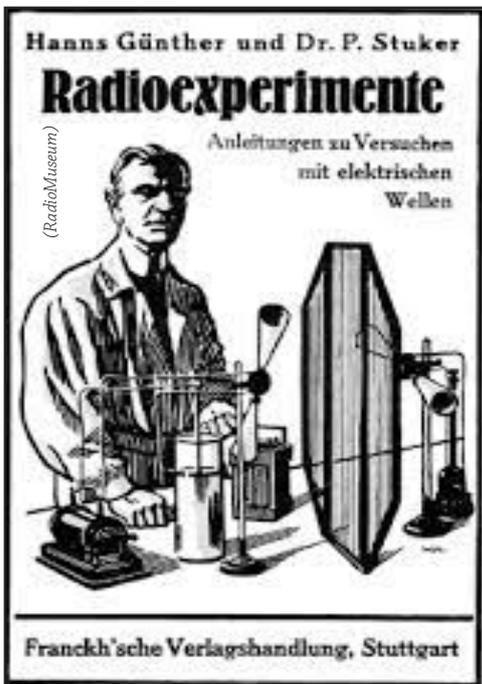
*Grossfunkstelle Nauen
(Media Broadcast)*

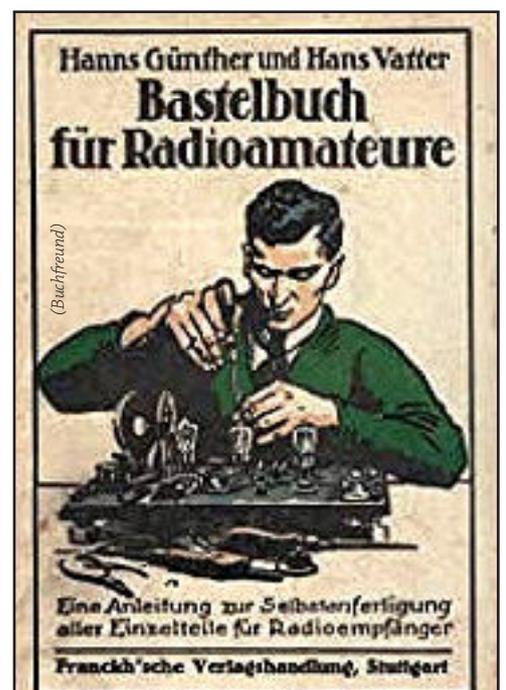
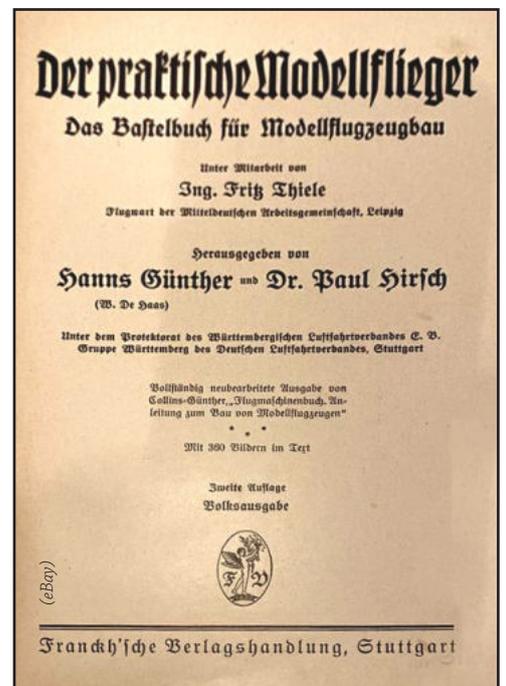
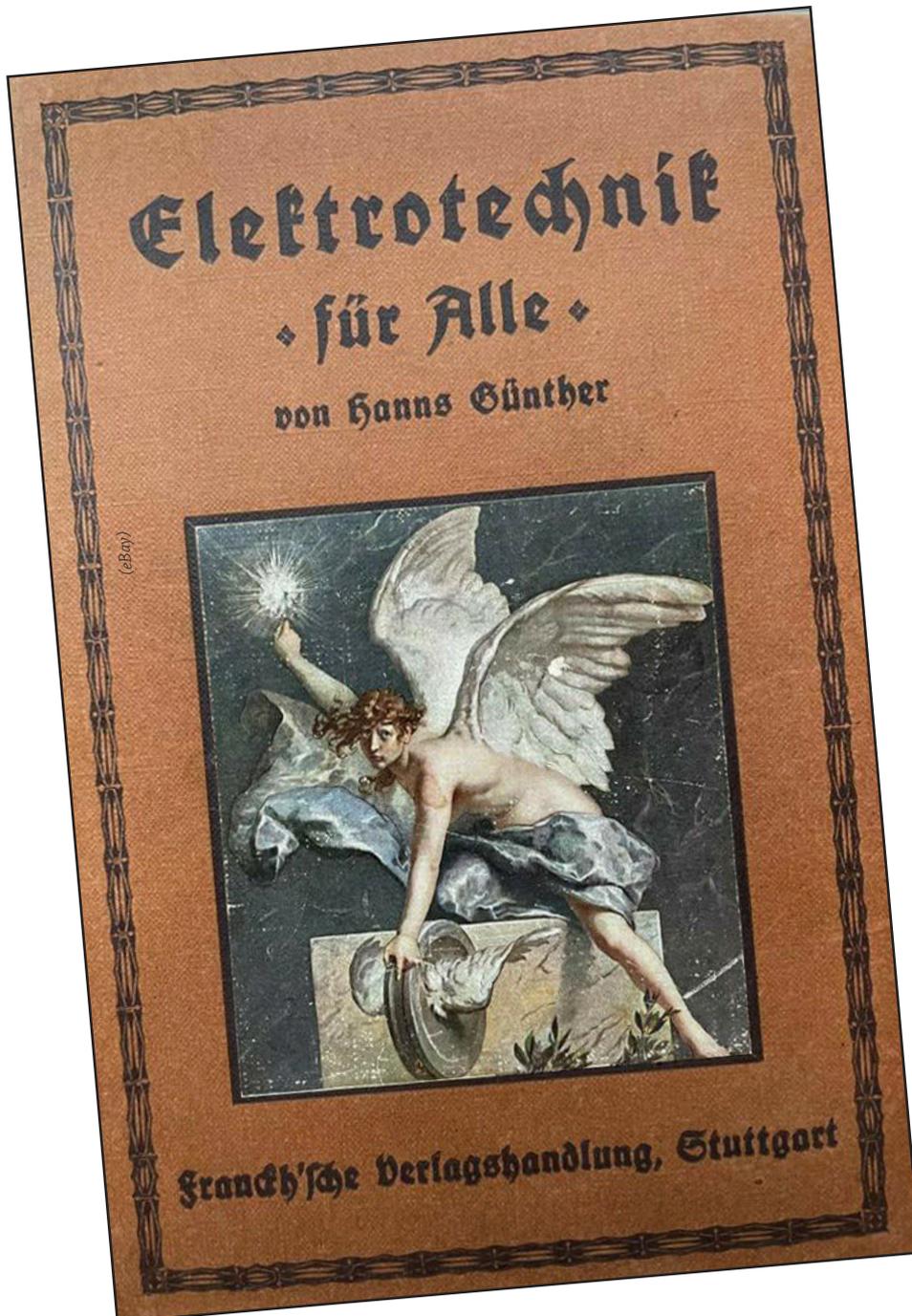
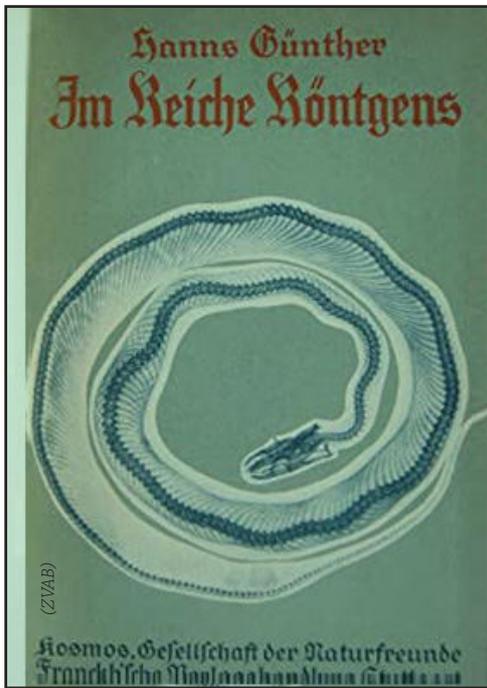


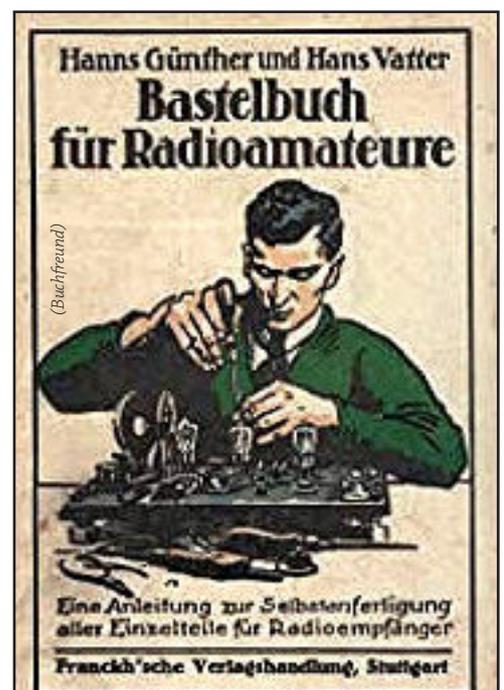
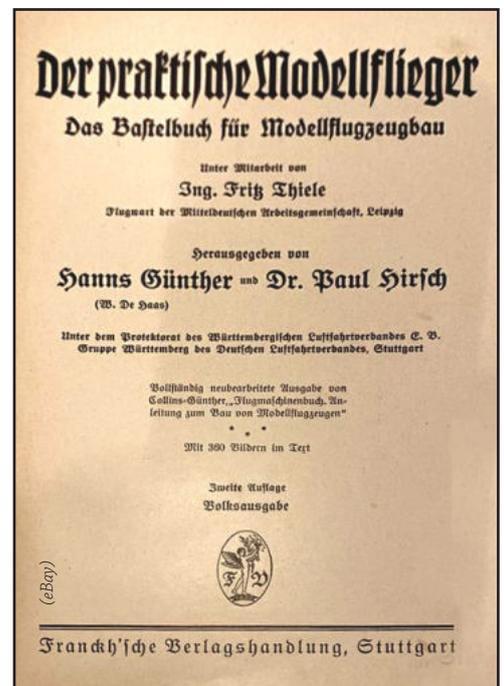
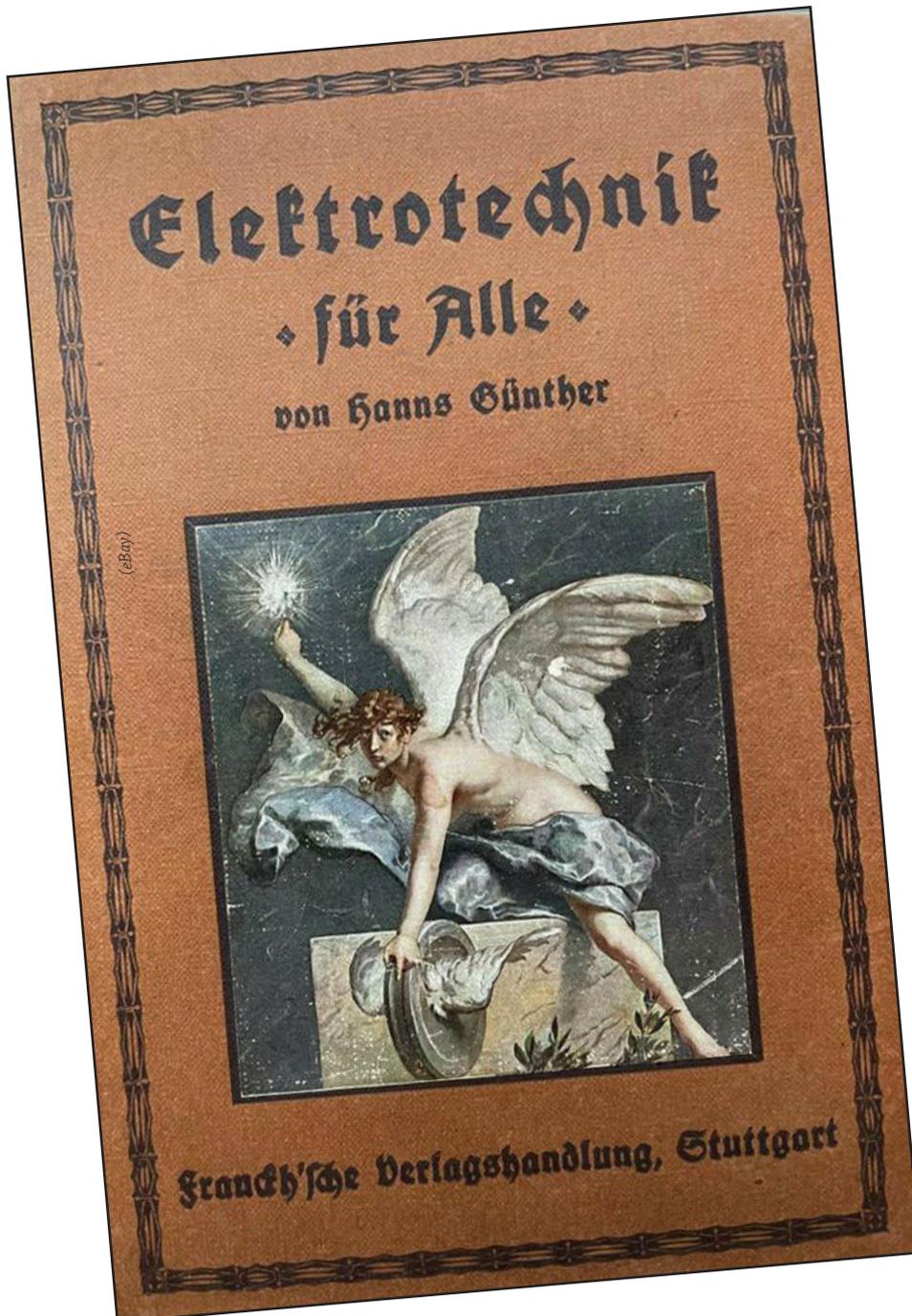
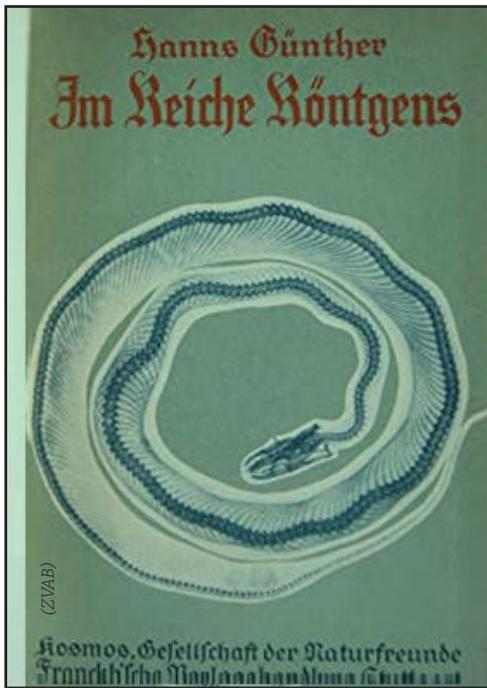
Hanns Günther – dem Radiosammler kein Unbekannter ...

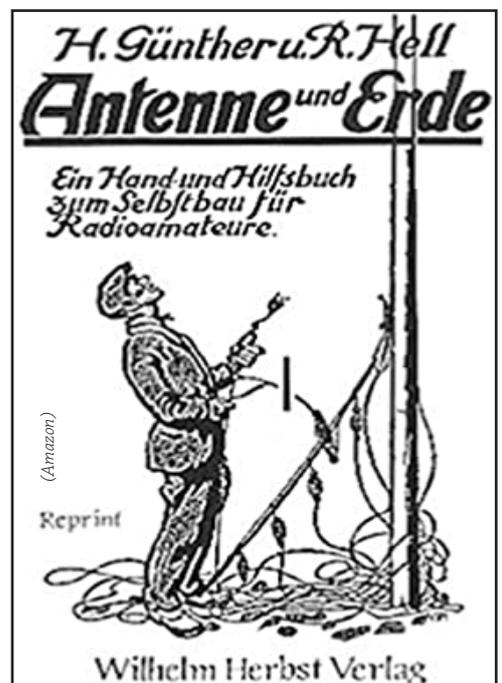
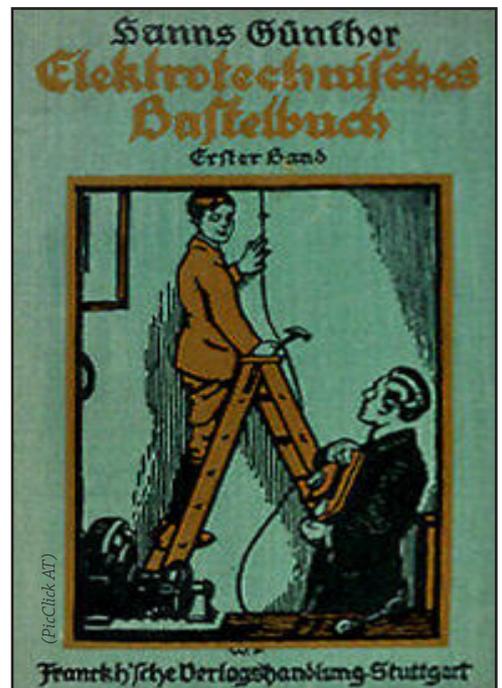
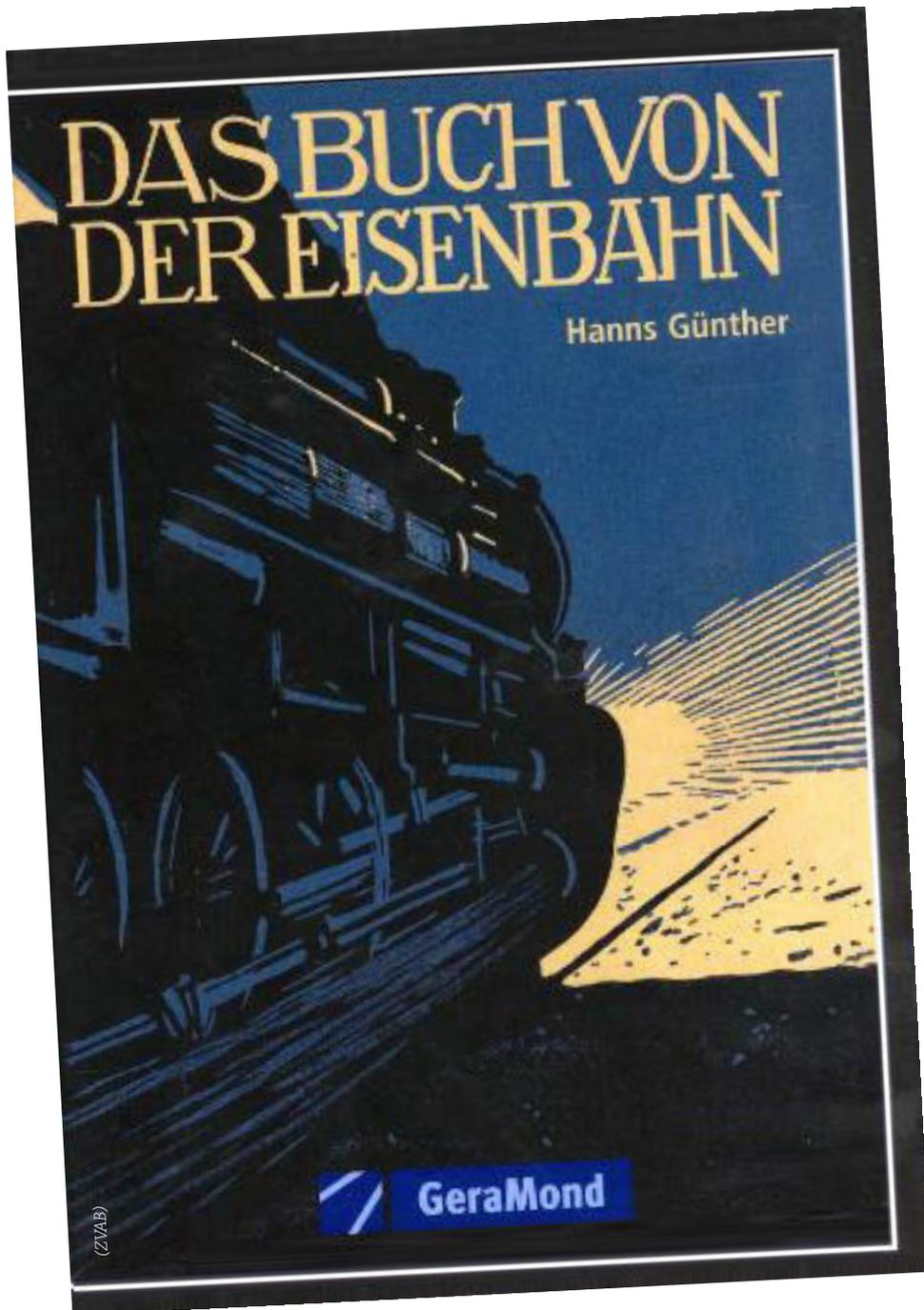
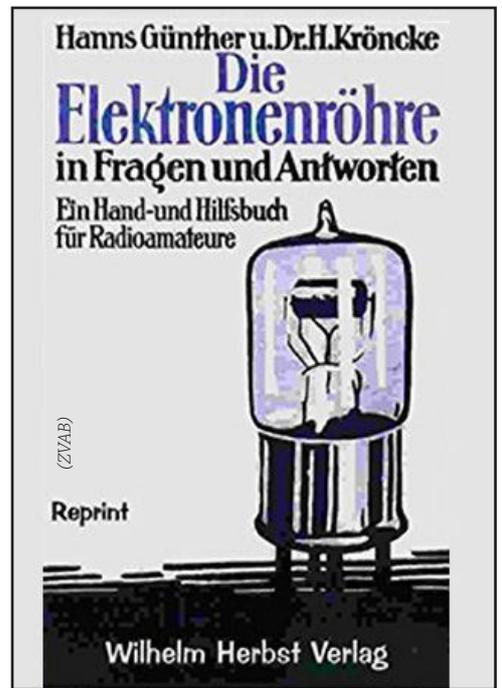
Walter Siede (1886 - 1969), der – unter anderem der Einberufung zum Militär zu entgehen – in die Schweiz auswanderte, als «Walter de Haas» in Zürich sesshaft wurde – war ein deutscher Autor, Übersetzer und Herausgeber populärwissenschaftlicher Schriften mit dem Pseudonym Hanns Günther. Seine Publikationen gelten noch heute als Vorbild für die Verbindung von Exaktheit und Verständlichkeit – hoch aktuell ist sein Buch «In hundert Jahren» (1931) über die künftige Energieversorgung der Welt hinsichtlich der begrenzten Kohlevorräte mit Blick auf neue Wege unter Nutzung der Wind-, Wellen- und Gezeiten-Energie. Das «Buch von der Eisenbahn» (1927) ist für historisch Interessierte besonders interessant, weil darin alle Themen vorkommen, von der Physik und Technik bis zu den Bahnbauten. – Fast unglaublich lang ist das zum Teil mit Co-Autoren entstandene Werk!













Johannes M. Gutekunst, 5102 Rapperswil (Kontakt: johannes.gutekunst@sunrise.ch)
verbunden mit der Gesellschaft der Freunde der Geschichte des Funkwesens,
dem Radiomuseum.org und INTRA

