

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 75/76 (1920)
Heft: 20

Artikel: Das Trocknen mit überhitztem Dampf
Autor: Karrer, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-36549>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

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

wie gedrückt unter dem kräftig profilierten Kupferhelm, damit sie ja nicht durch ihre Höhe den kühnen Kuppelaufzett beeinträchtigen. Eine Komposition von solcher Grösse und Reife lässt die andern zur selben Zeit von Franz Beer ausgeführten Fassaden in künstlerischer Hinsicht soweit hinter sich, dass ein berechtigter Zweifel aufsteigt, ob alle von der gleichen Hand sind, und obwohl in letzter Zeit von Kunsthistorikern versucht wird, den Einfluss Frisonis auf ein immer geringeres Mass herabzusetzen, wird doch anerkannt, dass dieser italienische Meister bei Kuppelbau, Fassade, Türmen und Hochaltar wesentlich mitgewirkt hat, und besonders bei der Hauptfront scheint seine Mitwirkung eine ausschlaggebende gewesen zu sein.

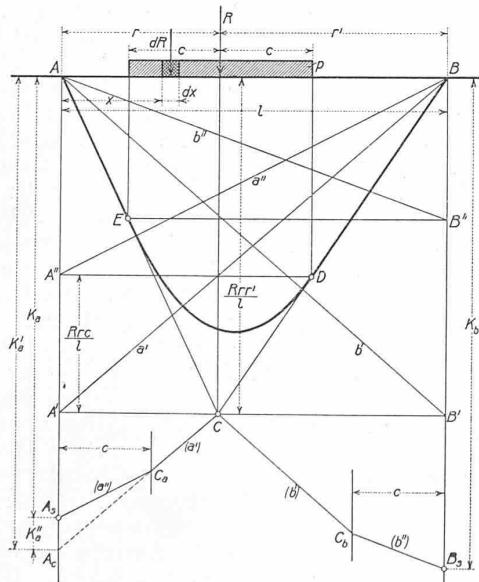
Dies soll in keiner Weise die sonstigen Verdienste des Vorarlbergers schmälen und Franz Beer bleibt einer der hervorragendsten Meister des deutschen Barock; er ist das bedeutendste Mitglied einer Baumeister-Familie aus dem Bregenzer Wald und hat eine ungemein grosse Tätigkeit entwickelt; in Württemberg ist seine Autorschaft für die Klosterbauten in Marchthal und Salem, für die Kirchen in Weissenau und Weingarten nachgewiesen. In der Schweiz ist Beer auch als Erbauer der Klosterkirchen von Rheinau (1705 bis 1707) und St. Urban (1711 bis 1715), der Klöster von Münsterlingen (1709 bis 1716) und St. Katharinental usw. bekannt.

(Schluss folgt.)

Graph. Bestimmung der Kreuzlinienabschnitte kontinuierlicher Träger bei Streckenlasten.

Von Ing. Th. Bachmann, z. Zt. in Mailand.

Unter dieser Ueberschrift hat O. Lüscher in der „Schweiz. Bauzeitung“ vom 22. Febr. 1913 (Bd. LXI, S. 102) die Kreuzlinienabschnitte für Streckenlasten zeichnerisch bestimmt. Im folgenden soll ein anderes graphisches Verfahren angegeben werden, das etwas übersichtlicher ist.



Die gleichmässig verteilte Streckenlast der Länge $2c$ wird in eine Mittelkraft R zusammengefasst und dafür die einfache Momentenfläche gezeichnet, wie die Abbildung zeigt. Um den linken Kreuzlinienabschnitt K_a zu bestimmen, der zur Ermittlung des Punktes der Schlusslinie unter dem rechten Festpunkt dient, werden die Spitze C der Momentenfläche und der Punkt D , wo rechts die gerade Momentenlinie in die Parabel übergeht, wägrecht auf die linke Auflager-Lotrechte A projiziert. Diese Punkte A' und A'' werden mit dem rechten Auflagerpunkt B durch die Geraden a' und a'' verbunden. Dann zieht man von C eine Parallele zu a' bis zum Schnittpunkt C_a mit der Lotrechten im Abstand c der halben Länge der Streckenlast von der Auflager-Lotrechten A ; durch C wird eine Parallele zu a''

gezogen und ihr Schnittpunkt A_s mit der Auflagerlotrechten A schneidet den gesuchten Kreuzlinienabschnitt K_a für die Streckenlast ab. Entsprechend bestimmt man den rechten Kreuzlinienabschnitt K_b .

Zum Beweis wird ein Belastungselement $dR = pdx = \frac{R}{2c} dx$ als Einzellast betrachtet. Ihr linker Kreuzlinienabschnitt wird bekanntlich erhalten, indem man das statische Moment der einfachen dreieckförmigen Momentenfläche inbezug auf die linke Auflager-Lotrechte durch $\frac{1}{6} l^2$ teilt; man erhält $dK_a = dR \frac{x(l^2 - x^2)}{l^2}$. Durch Einsetzen des obigen Wertes für dR und Integration über die ganze Belastungslänge erhält man

$$K_a = \frac{R}{2c l^2} \int_{r-c}^{r+c} x(l^2 - x^2) dx = \frac{Rr}{l^2} (l^2 - r^2 - c^2).$$

Man kann diesen Ausdruck in zwei Teile zerlegen:

$$K_a = \frac{Rrr'}{l} \cdot \frac{l+r}{l} - \frac{Rrc}{l} \cdot \frac{c}{l} = K_a' - K_a''.$$

Durch Vergleich mit der obigen Grösse von dK_a bemerkte man, dass K_a' den Kreuzlinienabschnitt für die Einzellast R darstellt. Seine zeichnerische Bestimmung ist bekannt und von O. Mohr schon 1868 gegeben worden („Technische Mechanik“, 2. Aufl., S. 361). K_a'' ist die Verkleinerung von K_a' infolge der gleichmässigen Verteilung der Einzellast R über die Strecke $2c$. Durch die Betrachtung der beiden ähnlichen Dreiecke $A'B'A''$ und $A_c C_a A_s$ ergibt sich die Richtigkeit der Konstruktion.

Reicht die Streckenlast an das Auflager A heran, so fällt C_a mit C zusammen und b'' wird wägrecht. W. Ritter hat diese Kreuzlinienabschnitte rechnerisch bestimmt und für sein erweitertes Verfahren zur Berechnung eines durchlaufenden Balkens verwendet („Graph. Statik“, 3. Bd., S. 56). Erstreckt sich die gleichmässig verteilte Belastung über die ganze Feldlänge l , so fallen C_a und C_b mit C zusammen, a'' und b'' werden wägrecht, und man erhält die bekannte Konstruktion, die O. Mohr mit jener für eine Einzellast gab.

Das Trocknen mit überhitztem Dampf.

Von Ing. J. Karrer, Zürich.

(Schluss von Seite 216.)

II. Künstliche Trocknung von Torf.

Die grosse Ueberlegenheit der Heissdampf- über die Heissluft-Trocknung legte es nahe, sie zur künstlichen Trocknung von Torf auszuprobieren. Wie bekannt, enthält dieser im Zustande, in dem er gewonnen wird, 80 bis 85 % Wasser, wovon der grösste Teil vor der Verwendung ausgetrieben werden muss. Es geschieht dies durch Trocknen an der Luft, was die einfachste und billigste Methode ist, aber nur in den Sommermonaten erfolgen kann. Der Torf kann dabei bis zu etwa 20 % Feuchtigkeit ausgetrocknet werden; in der Regel enthält er aber bei der Ablieferung noch 30 und mehr Prozent Wasser. Sein Heizwert ist aber stark abhängig vom Wassergehalt; bei einem Aschengehalt von rd. 5 % wurden beispielsweise an Torf vom Torffelde der Maschinenfabrik Oerlikon folgende Heizwerte bestimmt:

bei 30 % Feuchtigkeit	3593 kcal/kg
„ 22,2 % „	3916 kcal/kg
„ 9,8 % „	4803 kcal/kg
„ 0 % „	5390 kcal/kg

Bei 40 % Feuchtigkeit dürfte der Heizwert auf etwa 2800 und bei 50 % auf etwa 2200 kcal/kg zurückgehen.

Für eine industrielle Verwertung des Torfes als Brennmaterial ist es daher von grösster Wichtigkeit, das Wasser soweit irgend möglich auszutreiben, selbst unter den Wassergehalt von gut lufttrockenem Torf, was aber nur durch künstliche Trocknung erfolgen kann. Der Zweck eines solchen Trockenverfahrens kann natürlich nicht der sein, Nasstorf von 80 bis 85 % Feuchtigkeit auf 10 % Feuchtigkeit auszutrocknen, da dies vollständig unwirtschaftlich sein

würde; es kann sich nur darum handeln, bereits lufttrockenen Torf von 25 bis 40 % Feuchtigkeit auf einen geringeren Feuchtigkeitsgehalt auszutrocknen, um einen möglichst hohen Heizwert für Sonderzwecke zu erreichen, z. B. zur Herstellung von Torfbriketts als Kohlenersatz usw. In neuerer Zeit wird der Torf auch vielfach vergast und es ist für eine solche Anlage von Wichtigkeit, gut und gleichmässig trockenen Torf verwenden zu können.

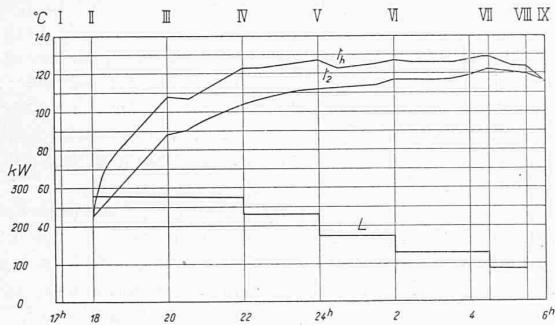


Abb. 6. Verlauf von Energieverbrauch und Temperatur bei der Heissdampf-Trocknung von Torf.

Die M. F. O. hat eine Torf-Vergasungsanlage aufgestellt, die seit Anfang 1920 mit Erfolg im Betrieb ist. Der Torf wird vor der Verwendung in den Gasgeneratoren auf einen Feuchtigkeitsgehalt von 10 bis 15 % ausgetrocknet in einer Versuchs-Trockenanlage, die nach dem Heissdampf-Verfahren arbeitet. Da der Ofen neu erstellt wurde, konnte auf die Aufwärme- und Strahlungs-Verluste Rücksicht genommen werden. Die Aufwärmeverluste sind im Vergleich zu jenen der Giessereiofen sehr klein, da erstens mit bedeutend niedrigeren Temperaturen gearbeitet wird und zweitens die Wagen und Gestelle wegfallen; es war daher zum Voraus ein bedeutend höherer Wirkungsgrad zu erwarten. Dessen Bestimmung erfolgte wie bei den früheren Versuchen; außerdem wurden vor und nach dem Versuch Torfproben entnommen und der Prüfungsanstalt für Brennstoffe der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich zugeschickt zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes.

In Abbildung 6 sind die massgebenden Ablesungen eines Trocknungversuches eingetragen. Der elektrische Heizkörper ist in vier Stufen unterteilt. In der Druckleitung des Ventilators ist ein Drosselschieber eingebaut, der bei diesem Versuch anfänglich etwas geschlossen war. Wie in Abbildung 5 in letzter Nummer steigen auch hier bei konstanter Leistung die Temperaturen fortwährend an. Um 18 Uhr wurde der Heizkörper eingeschaltet, um 20 Uhr der Druckkanal ganz geöffnet, was zuerst ein leichtes Sinken der Heissdampftemperatur bewirkte. Um eine gewisse Höchsttemperatur

nicht zu überschreiten, wurden dann nach und nach die einzelnen Heizstufen ausgeschaltet, um 6 Uhr auch der Ventilator abgestellt. Die aufgetragene elektrische Leistung ist die dem Heizkörper zugeführte. Abbildung 6 gibt ein

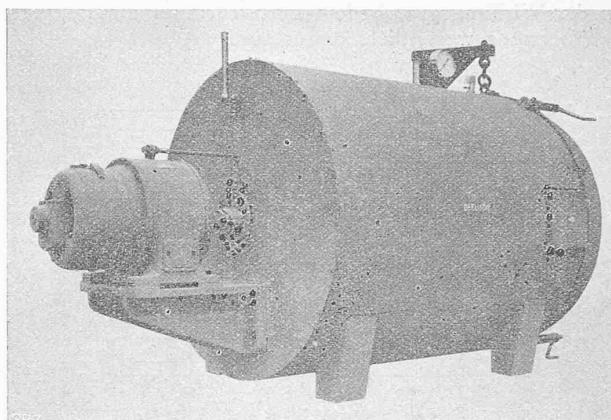


Abb. 8. Vakuum-Trockenofen der Maschinenfabrik Oerlikon zum Dörren von Lebensmitteln mittels überhitztem Dampf.

vollkommenes Bild der Heissdampf-Trocknung, was bei Abbildung 5 in letzter Nummer nicht der Fall war.

Es dürfte bekannt sein, dass in den letzten Jahren in vielen Ländern das künstliche Trocknen von Torf probiert worden ist, dass sich aber meistens grosse Schwierigkeiten zeigten. Es soll nicht verhehlt werden, dass auch die M. F. O. Schwierigkeiten begegnete, besonders was die Entzündung des Torfes anbetrifft, obwohl beim Heissdampf-Verfahren nach kurzer Zeit fast ausschliesslich Dampf vorhanden ist. Diese Schwierigkeiten sind aber heute überwunden und der Betrieb lässt hinsichtlich Aufsicht und Wartung nichts zu wünschen übrig.

Es seien noch einige Angaben gemacht über die Wirkungsgrade, die bei den zehn vor Inbetriebnahme der Anlage durchgeföhrten Trocknungen erzielt wurden. Wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist, wurden Wirkungsgrade bis zu 80 % ermittelt.

Versuch Nr.	Nasstorf kg	Feuchtigkeitsgehalt der Proben in % nass	Wirkungsgrad %
1	9000	—	79
2	10000	44,5	61
3	10590	35,3	68,5
4	9430	38	71
5	10790	43	76
6	15560	55	82
7	4680	43,8	58
8	8630	47,4	72,3
9	10930	52,9	66,3
10	11380		80

Der Wirkungsgrad ist abhängig vom Torfgewichte, vom Anfangs- und Endzustand des Torfes, der Zeitdauer des Trocknens und von der Art der Durchführung der Trocknung. Alle Wirkungsgrade sind 100 und mehr Prozent höher, als die bei den Giessereiofen gemessenen. Auffallend ist der hohe Feuchtigkeitsgehalt des angeblich lufttrockenen Torfes.

Rechnet man mit einem mittleren Wirkungsgrad von 75 %, so wären beispielsweise etwa 0,23 kWh aufzuwenden, um 1 kg Nasstorf von 35 % Feuchtigkeit auf 15 % auszutrocknen, bzw. etwa 0,3 kWh, um aus Nasstorf von 35 % Feuchtigkeit 1 kg Trockentorff von 15 % zu erhalten.

Die Versuche zeigen, dass es heute möglich ist, den Torf mit hohem Wirkungsgrad fast auf jeden gewünschten Feuchtigkeitsgrad künstlich zu trocknen; selbstverständlich ist dies auch möglich mit anderen minderwertigen Brennmaterialien wie Braunkohle, Schieferkohle usw.

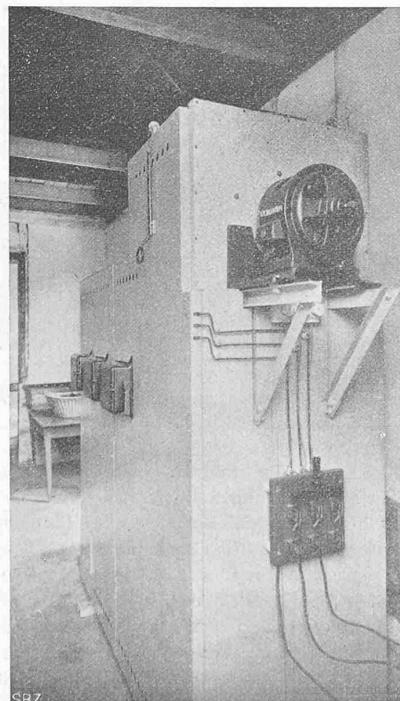


Abb. 7. Trockenofen zum Dörren von Obst mittels überhitztem Dampf.

III. Trocknung von Lebensmitteln und Gras.

Einen Trockenofen zum Dörren von Obst zeigt Abbildung 7; dieser Ofen ist seit zwei Jahren in der Dörranlage der Gemeinde Oerlikon im Betrieb und zeichnet sich gegenüber den anderen Heissluft-Apparaten dadurch aus, dass der Wirkungsgrad bedeutend höher und die Zeitdauer des Trocknens wesentlich kürzer sind.

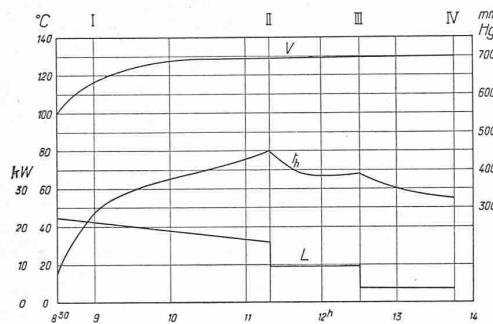


Abb. 9. Verlauf von Energieverbrauch und Temperatur bei der Heissdampf-Trocknung von Kohl.

Um auch mit niedrigen Temperaturen trocknen zu können, hat die M. F. O. einen Vakuumofen gebaut (siehe Abb. 8 (S. 229)) in dem für das Wohlfahrthauses der Fabrik Lebensmittel gedörrt werden. Abbildung 9 zeigt den Verlauf einer Trockenperiode für Kohl; es dürfte interessieren, dass von einem eingefüllten Gewicht von 62 kg 59,5 kg Wasser ausgetrieben wurden, sodass das Gewicht vom Trockengut nur 4 % vom Nassgut betrug. Ein besonderer Vorzug der Heissdampf-Trocknung bei Lebensmitteln ist der Umstand, dass das Dörgut auch im trockenen Zustand seine frische Farbe fast unverändert beibehält.

Ein weiterer Versuch wurde in einem grossen Ofen mit der Trocknung von Gras durchgeführt. In rund 5 Stunden war die Trocknung fertig; auch hier blieb die Naturfarbe fast unverändert erhalten. Rechnet man für Heu mit einer Ausbeute von 20 %, so wären bei einem Wirkungsgrad von nur 60 % rd. 5 kWh aufzuwenden, um aus 5 kg Gras 1 kg Heu zu erhalten, bzw. 1 kWh, um 1 kg Gras auf 0,2 kg Heu zu trocknen.

Die Versuche zeigen, dass es gelungen ist, das Heissdampf-Verfahren für fast alle Trockenprozesse brauchbar zu machen; die hohen Wirkungsgrade und andere Vorteile rechtfertigen die Anwendung in der Industrie.

Multiplex-Telephonie und -Telegraphie auf Leitungen mit hochfrequenten Strömen.¹⁾

In fast allen Ländern ist infolge der durch den Krieg verursachten wirtschaftlichen Nöte eine wesentliche Verschlechterung der Verkehrsverhältnisse eingetreten. Auf dem Gebiete der Telephonie und der Telegraphie haben sich die Schwierigkeiten besonders in einer starken Ueberlastung der Leitungen geltend gemacht, wodurch grosse und sehr unangenehm empfundene Verzögerungen in der Abwicklung der Gespräche und der Beförderung der Telegramme hervorgerufen werden. Ein Mittel, aus diesen Schwierigkeiten herauszuzulangen, wäre eine ausgiebige Vermehrung der Betriebsmittel, wozu vor allem der Bau von zahlreichen neuen Fernleitungen gehören würde. Aus wirtschaftlichen und andern in den Zeitverhältnissen liegenden Gründen lassen sich jedoch diese Massnahmen nicht mit der im Interesse des Betriebes wünschenswerten Schnelligkeit durchführen. Man hätte daher erst in einer Reihe von Jahren eine durchgreifende Verbesserung der Betriebsverhältnisse zu erwarten. Glücklicherweise ist es in letzter Zeit in Deutschland gelungen, eine neue Erfindung auszuarbeiten, bei der die Verkehrsnot durch eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Leitungen gehoben wird.

¹⁾ Auszug eines Vortrages von Prof. Dr. K.W. Wagner, Vorstand des Reichstelegraphen-Versuchsamtes in Berlin, in der Sitzung der Sektion „Ingenieurwesen und Mechanik“ der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft am 31. August 1920 in Neuenburg.

Um die Fernsprechleitungen wesentlich stärker als bisher auszunutzen, muss man mehrere Gespräche gleichzeitig auf dem gleichen Drahtpaar führen können. Diese verschiedenen Gespräche dürfen sich aber gegenseitig nicht stören. Man muss also Mittel vorsehen, die am Ende der Leitung ankommenden verschiedenen Gespräche wieder zu sortieren und jedes einzelne nur dem dafür bestimmten Empfangstelephon zuzuführen. Dazu benutzt man im wesentlichen die gleiche Einrichtung, wie für die drahtlose Telefonie. Hier wie dort dienen hochfrequente Ströme als „Träger“ der Sprache. Die Hochfrequenz-Ströme selbst sind für das menschliche Ohr unhörbar, sie stören daher die Verständlichkeit der Sprache nicht. Ihre Wirkung auf die Empfangsapparate ist verschieden, je nach der Zahl der Perioden in der Sekunde; man kann den Empfangsapparat so bauen, dass er nur auf die Hochfrequenzströme mit einer ganz bestimmten Periodenzahl anspricht, dagegen durch Ströme von anderer Periodenzahl überhaupt nicht beeinflusst wird.

Durch dieses auch in der drahtlosen Telefonie angewendete Prinzip der Abstimmung ist es möglich, mehrere Gespräche gleichzeitig zu führen, indem man für jedes als Träger einen Hochfrequenzstrom von anderer Periodenzahl nimmt. In jedem Empfangsapparat wird alsdann nur das eine Gespräch vernommen, auf dessen Träger der Apparat abgestimmt ist.

Bei der drahtlosen Telefonie werden die hochfrequenten Ströme aus dem Sender in Wellenform in den Aether hinausgestrahlt, wo sie sich nach allen Richtungen ausbreiten; nur ein sehr kleiner Teil der Wellenenergie wird vom Empfänger aufgesogen. Bei der Multiplex-Telephonie auf Leitungen gleiten die Wellen an den Drähten entlang, die gleichsam als Schienenweg wirken. Dadurch wird die bei der drahtlosen Telefonie unvermeidliche Zerstreuung und Vergeudung der Energie vermieden. Versuche nach dieser Richtung wurden bereits im Jahre 1909 von dem deutschen Physiker E. Ruhmer in Berlin und im Jahre 1911 von dem amerikanischen General Squier, dem die Arbeiten Ruhmers unbekannt geblieben waren, in Washington ausgeführt. Squier erzeugte die hochfrequenten Ströme durch eine Dynamomaschine, während Ruhmer dazu einen Lichtbogen verwendet hatte. Obgleich diese Versuche viel beachtet wurden, konnten sie nicht zu einer praktischen Einführung des Verfahrens führen, weil die zur Erzeu-

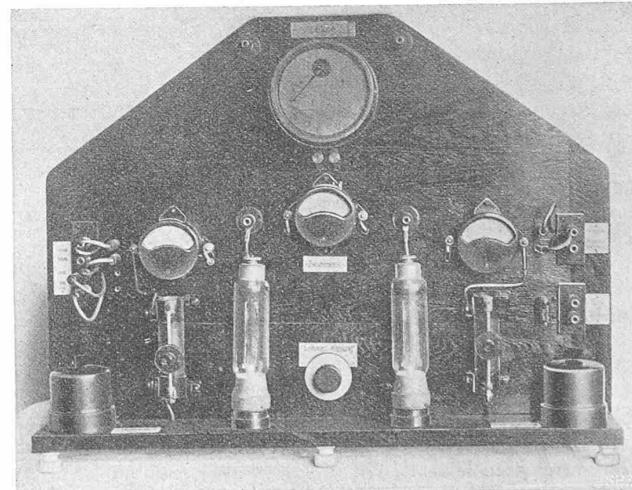


Abb. 1. Hochfrequenz-Sender für Mehrfach-Telegraphie u. Telephonie auf Leitungen.

gung und zum Empfang der hochfrequenten Ströme dienenden Einrichtungen umständlich und empfindlich und daher wenig zuverlässig und betriebsicher waren. Eine Wendung wurde hierin, wie auch auf andern Gebieten, durch die Elektronenröhre herbeigeführt. Diese war während des Krieges vor allem durch die Arbeiten der Telefunken-Gesellschaft¹⁾ in Berlin zu einem Hochfrequenzsender, Hochfrequenzempfänger und elektrischen Verstärker von einer vorher nicht erreichten und bis dahin für unerreichbar gehaltenen Einfachheit und Betriebsicherheit durchgebildet worden, nachdem das

¹⁾ Die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie System Telefunken ist entstanden aus den funktelegraphischen Abteilungen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft (System Slaby-Arco) und Siemens & Halske (System Prof. Braun und Siemens & Halske).