

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 13 (1922)
Heft: 8

Artikel: Backofenheizung zum wahlweisen Betrieb mit elektrischer Energie, oder mit Brennstoffeuerung
Autor: Graf, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058308>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 17.05.2025

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

Elektrometerblättchen verbunden. Man erkennt noch die metallischen, unten zusammenführenden Ansätze der Seitenplättchen. Die Ablesung geschieht in primitiver Weise mittels einer auf die vordere Glasplatte aufgeklebten Skala und einer davor angebrachten kleinen Kreisblende, durch die visiert wird. Von der etwas stärkeren Radiumbelegung des Ionisierungsgefäßes rechts kann ein beliebiger Teil abgedeckt werden. Hierzu ist ein Metallsektor unterhalb der Belegung angebracht, der durch Drehen des Knopfes oben betätigt wird. Um den ganzen Messbereich auszunützen, wird die Nullstellung des Blättchens nicht in der Mitte der Skala gewählt, sondern für Ionisierungsmessungen z. B. am linken Ende. Man dreht den Regulierknopf oben, der die Radiumbelegung abdecken lässt, so, bis das Elektroskopblättchen auf den gewünschten Teilstrich einsteht. Mittels eines am Regulierknopf befestigten Zeigers und einer Teilung darunter lässt sich die Stellung ein für allemal notieren. Wenn nun an das Ionisierungsgefäß links ein radioaktives Präparat herangebracht wird, schlägt das Elektroskop nach rechts aus. Will man den Apparat als Staubbesser verwenden, so stellt man das Blättchen im Anfang auf das rechte Ende der Skala ein. Nimmt man nun den Stopfen heraus, so geht das Blättchen mehr oder weniger nach links. Der Staubeffekt lässt sich momentan demonstrieren, wenn man etwas Tabakrauch oder Magnesiumpulver in das Gefäß hineinbläst. In diesem Fall geht der Ausschlag des Elektroskops über die ganze Skala.

Es sei zum Schluss bemerkt, dass das hier beschriebene erste Modell noch nicht den Anspruch auf die günstigste Dimensionierung machen kann, zumal es bereits vor Durchführung der theoretischen Behandlung des Apparates hergestellt worden ist.

Backofenheizung zum wahlweisen Betrieb mit elektrischer Energie, oder mit Brennstoffeuerung.

Von F. Graf, Baden.

Der Autor beschreibt verschiedene Anordnungen zum Einbau einer elektrischen Heizung in bestehende Backöfen, wodurch der wahlweise Betrieb eines Ofens mit elektrischer Energie oder Brennstoffheizung ermöglicht wird. Durch diese Anordnung kann der Bäcker die elektrische Energie dann benützen, wenn sie am billigsten ist. Ausserdem kann der Umbau rascher und billiger vorgenommen werden, als bei Erstellung neuer nur für den elektrischen Betrieb bestimmter Backöfen.

Zum Schluss werden an Hand von Betriebsergebnissen Angaben über Anschlusswert und Energieverbrauch solcher Backöfen gemacht.

L'auteur décrit différentes manières pour disposer les corps de chauffe électriques dans les fours de boulanger ordinaires permettant l'exploitation avec combustible ou à l'électricité. Ce genre de four a l'avantage que le boulanger peut tout en n'ayant qu'un seul four, n'avoir recours à l'électricité qu'aux moments où il l'obtient à des prix avantageux. La première installation est en outre sensiblement plus réduite et n'exige que très peu de temps.

Enfin l'auteur donne quelques chiffres sur les kWh absorbés en exploitation courante.

Der Gedanke, die für Backzwecke nötige Wärme an Stelle der teuren Kohle durch Elektrizität zu erzeugen, ist so alt, wie die Verwendung der Elektrizität im allgemeinen für alle möglichen industriellen Zwecke.

Es sind denn auch im Laufe der Zeit zahlreiche Systeme von elektrisch beheizten Backöfen bekannt geworden, welche die Bäckerei von der Heizung mit besonderen Brennstoffen unabhängig machen. Um aber genügend billige elektrische Energie erhalten und so mit den stark gefallen Brennstoffpreisen konkurrieren zu können, ist es notwendig, dass der Backofen sowohl mit elektrischer Energie, wie auch mit gewöhnlichen Brennstoffen beheizt werden kann, um so im Falle von Energieknappheit den Elektrizitätswerken den Unterbruch der Stromlieferung zu gestatten. In diesem Falle aber werden die meisten Elektrizitätswerke bereit sein, ihre Energie zu sehr billigem Preise abzugeben.

Neben diesem einen Gesichtspunkte ist ferner zu berücksichtigen, dass der Uebergang von einem andern zum elektrischen Betrieb für den Bäcker den ausserordentlichen Nachteil hat, dass der alte Backofen meistens teilweise abgebrochen und durch den elektrischen Backofen ersetzt werden muss, was abgesehen von den hohen Kosten für die Neuanlage eine Betriebsunterbrechung von Monaten zur Folge hat. Dies ist auch ein Grund, weshalb sich die Bäcker zum Umbau ihrer Backofen bisher nur vereinzelt entschliessen konnten, obwohl bei Verwendung der wohlfeilen Ueberschussenergie der Elektrizitätswerke der Bäckereibetrieb mit elektrischer Energie billiger ist, als derjenige mit Brennstoffheizung.

Im Sommer 1917, als die Brennstoffpreise sehr hoch waren und gute Kohle überhaupt fast nicht erhältlich war, wurden vom Verfasser die ersten Versuche mit einem auf elektrischen Betrieb umgebauten Backofen gemacht¹⁾. Da es sich bei diesem darum handelte, die Umänderung ohne grosse Kosten und wenn immer möglich ohne Betriebsstörung vorzunehmen, so wurden die Heizelemente erstmals an den Längswänden direkt an den Backherden angeordnet (siehe Fig. 1).

Für kleinere Bäckereibetriebe, in welchen täglich nur ein oder zwei Schüsse gebacken werden, genügt diese Anordnung vollauf, bei grösseren Betrieben aber zeigt sich der Nachteil, dass in der Mitte der Backherde die Bodenhitze zu rasch nachlässt. Erwähnt sei aber, dass bei dieser einfachen Anordnung der Heizelemente gar kein Betriebsunterbruch entstand, indem die Leitungsanlage bis zu den Anschlussklemmen der Heizelemente und die Oeffnungen, durch welche diese geschoben wurden, während des normalen Betriebes erstellt werden konnten.

Die Heizelemente durch die Einschusstüren einzulegen und jeweils vor dem Backen wieder herauszunehmen, wurde auch erwogen, doch musste aus praktischen Gründen davon abgesehen werden, indem das Einschieben und besonders das Herausnehmen eines auf ca. 400° C erhitzten verhältnismässig grossen Körpers für das Bedienungspersonal als sehr unangenehm empfunden wird.

Eine naheliegende Lösung wäre gewesen, die Heizkörper direkt in den Feuerungsraum zu legen. Um aber im Backherd eine Temperatur bis zu ca. 280° C zu erreichen, wäre es notwendig, im Feuerungsraum selbst eine Temperatur von 800–1000° C herzustellen. Da auf diese Weise aber die elektrische Heizung keine rationelle wäre, weil ein für den Backprozess nicht direkt notwendiger Steinkoloss miterwärmt würde, ist diese Idee nach einem ersten Versuche wieder verlassen worden. Viel rationeller ist es, die Backherde direkt, oder nur deren nächst gelegene Partien zu heizen, womit ferner der grosse Vorteil verbunden ist, dass die Brennstoffheizung mitbenützt werden kann.

Um auf der ganzen Backherdfläche eine gleichmässige Bodenhitze zu erzeugen, ging man in der Folge dazu über, die Heizelemente teilweise unter den Backofen zu legen (Fig. 2 zeigt eine solche Anordnung im Einbau in einen Dampfbackofen). Dadurch wurde erreicht, dass die Seitenelemente in den Backherden in Grösse und Leistung bedeutend reduziert werden konnten und der Raumverlust durch die noch verbleibenden Elemente im Herde selbst nicht mehr wesentlich in Betracht fiel. Ein grosser Vorteil liegt bei dieser Anordnung darin, dass durch diese Herdelemente selbst die Backhitze, welche zum Hochziehen des Teiges notwendig ist, sofort nach dem Herausbacken wieder hergestellt werden kann.

Bei bestehenden massiven, aus Stein gebauten, sogenannten Kanalöfen wie auch bei direkt heizbaren Öfen, werden je nach Wunsch des Bäckers Bodenelemente auf die ganze Herdbreite verteilt in Kanälen unter die Backöfen so angeordnet, so dass möglichst dicke Böden mit Wärmespeicherung entstehen. Die Oberhitze wird dann durch Seitenelemente erzeugt (siehe Fig. 3), oder es werden diese weggelassen und die Oberhitze durch Elemente, welche in Kanälen über den Gewölben angeordnet sind, hervorgebracht (Fig. 4). Bei Kanalöfen können die Heizelemente auch direkt in die bestehenden Kanäle (Züge) eingesetzt werden (Fig. 5), wobei

¹⁾ Siehe Bulletin 1919, Seite 139 u. ff.

Fig. 1

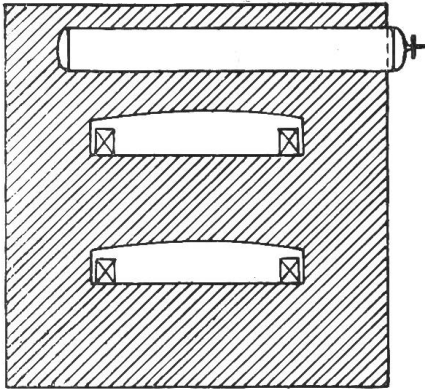


Fig. 2

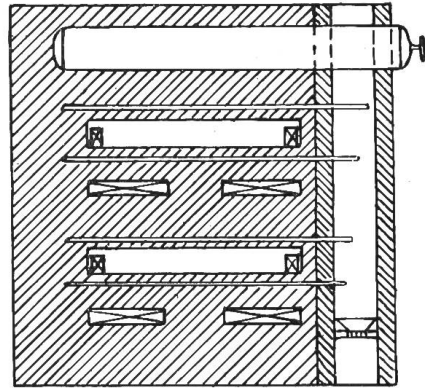


Fig. 3

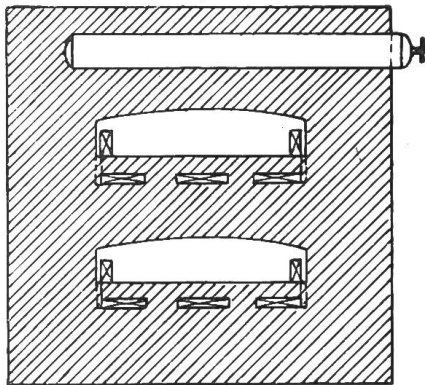


Fig. 4

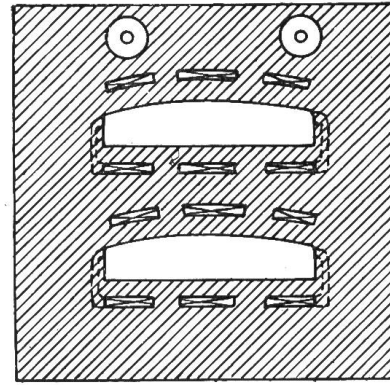


Fig. 5

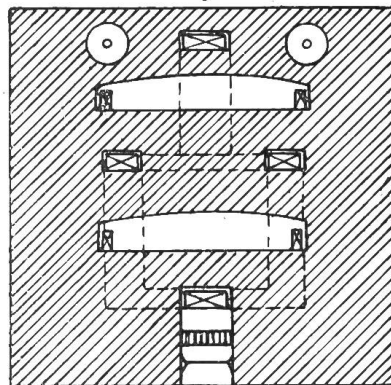


Fig. 6

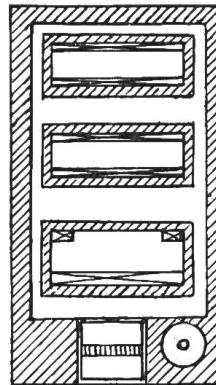
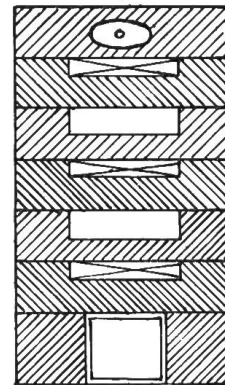


Fig. 7



begreiflicherweise der Nachteil eintritt, dass bei gleichzeitiger Benützung der Brennstoffheizung, die Heizgase mit den in den Zügen verlegten Heizelementen in Berührung kommen.

Bei Wärmespeicheröfen, besonders wenn keine Seitenelemente verwendet werden, sind die Bodenelemente durch Kanäle mit den entsprechenden Backherden verbunden, wodurch der Vorteil erreicht wird, dass von unten her die nötige Hitze immer nachströmt. Dieser natürliche Luftzug kann, wenn nötig, durch einen Schieber reguliert werden.

An Oefen, bei denen die Heizelemente über und unter den Backherden angeordnet sind, können diese auch während des Backprozesses eingeschaltet bleiben. Bei Verwendung von Seitenelementen zeigte sich anfänglich der Nachteil, dass die den Heizelementen entlang liegenden Brote geschwärzt wurden; heute ist diese Frage gelöst worden, indem einerseits das Gebäck durch Isoliermaterial vor der direkten Wärmeabstrahlung geschützt wird und andererseits durch die Kanäle, welche die Bodenelemente mit dem Herd verbinden, ein Luftzug nach oben erzeugt wird, durch welchen die warme Luft zuerst mit dem Gewölbe in Berührung kommt,

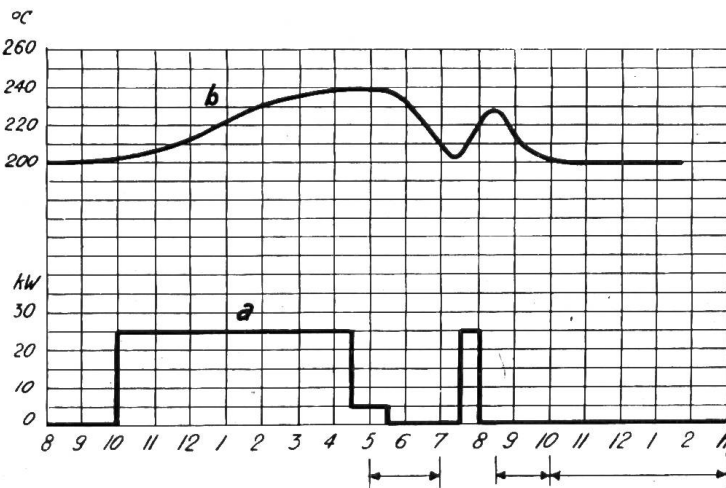


Fig. 8

Kurve a: Aufgenommene elektrische Leistung in kW.

Kurve b: Temperatur der Backherde (Mittelwert aus beiden Herden) in °C.

Backleistung: 5 ÷ 7 h, 1. Doppelschuss ca. 70 kg Brot,
ca. 450 Weggli,
8³⁰ ÷ 10 h, 2. Doppelschuss ca. 70 kg Brot,
Wähen, Kuchen.
10 h ÷ 3 h, diverse Konditorartikel.

Total gebacken:	140 kg Brot
	+ 20 kg Weggli,
	<u>160 kg</u>

Energieaufwand:	<u>170 kWh</u>
-----------------	----------------

Energieaufwand pro kg Backgut = ca. 1,1 kWh (ohne Berücksichtigung der Konditorartikel).

Backofen verfügen, eignet sich speziell ein Ofen nach Fig. 7. Dabei werden abwechselungsweise Platten, oder sogenannte „U-Steine“ in der Weise übereinander geschichtet, dass je nach Bedarf über- oder nebeneinander mehrröhrige Oefen rasch aufgebaut und wieder demontiert, wie auch an einem andern Ort wieder verwendet werden können. Die Hohlräume, welche durch die „U-Steine“ entstehen, dienen einerseits zur Aufnahme der Heizelemente und andererseits als Backherd. Das Material, aus welchem die verwendeten Formsteine her gestellt sind, kann aus einer wärmespeichernden Masse wie z. B. Speckstein usw. bestehen. Selbstverständlich kann auch bei diesen Oefen eine Brennstoffheizung mitverbunden werden.

Die Heizelemente bestehen aus Metallrahmen, in welche Heizdrähte von Chromnickeldraht gebettet sind. Die Heizdrähte werden so verlegt, dass die Wärme entweder auf der ganzen Länge gleichmässig, oder je nach Bedarf nur an bestimmten Stellen entsteht. Ausserdem können die Elemente als direkt wirkend, oder wenn in geeignetem Füllmaterial gebettet, als Wärmespeicher gebaut werden. Bei letzterer

wodurch eine gleichmässige Oberhitze entsteht. Auf diese Weise können aber auch Oefen mit Seitenelementen während des Backprozesses aufgeheizt werden, wodurch wesentliche Zeitersparnisse erzielt werden können.

Auch für Konditoreiofen kommen die beschriebenen Anordnungen mit Wärmespeicherung nach Fig. 2, 3, 4 und 5, oder ein System in Frage, bei welchem die Backröhren aus dünnen Blechgewölben bestehen, also keine wesentliche Wärmespeicherung aufweisen. Im letzteren Fall werden die Heizelemente vorteilhaft direkt in die Herde eingebaut (siehe Fig. 6) und zwar je nach der Art des Backgutes, das in Frage kommt, auf die ganze Boden- und Gewölbebreite, oder auch nur auf bestimmte Stellen im Herde verteilt. Die Elemente für solche Konditoröfen sind in verschiedenen Stufen schaltbar, so dass für jedes Backgut die gewünschte Ober- und Bodenhitze eingestellt werden kann.

Für Konditoren, welche nicht über einen eigentlichen

Anordnung werden die Kanäle, in welche die Heizelemente geschoben werden, beinahe ausgefüllt, so dass der Ofen wärmeaufspeichernd arbeitet. Da bei der beschriebenen Anordnung nur eine beschränkte Anzahl Elemente benötigt wird, ist die elektrische Installation eine äusserst einfache.

In der Regel werden die Elemente von der Frontseite des Ofens eingeschoben, diese können aber auch, wenn die Platzverhältnisse es verlangen, von einer Seitenwand her eingeführt werden, wodurch eine einfache Kontrolle der Elemente während

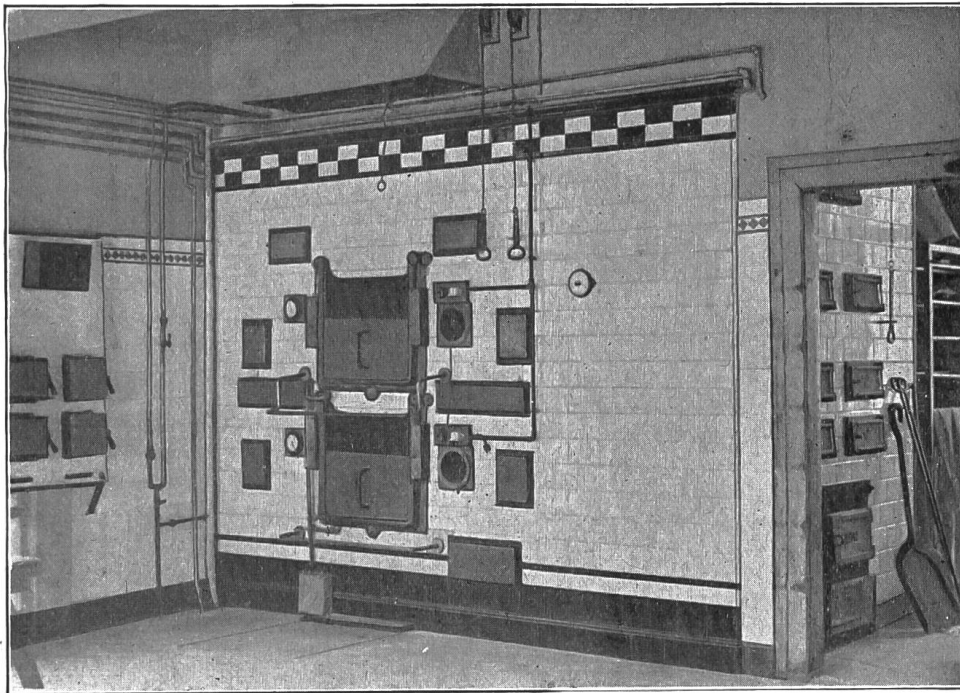


Fig. 9

Dampfbackofen für kombinierte Heizung. Der Ofen wurde s. Z. für Brennstoffheizung erstellt. Die Einrichtung der elektrischen Heizung wurde ohne Betriebsstörung durchgeführt.

des Betriebes durch das Bäckereipersonal möglich wird. Ganz speziell ist darauf zu sehen, dass als Isoliermaterial in den Heizelementen nur solche Stoffe verwendet werden wie Chamotte, reiner Quarz, etc., welche an das Backgut, sei es durch direkte Luftströmung, oder indirekt durch die Backöfen keine unangenehmen Gerüche (Karbon) abgeben.

Der oder die Warmwasserbehälter werden meistens über dem obersten Herd so angeordnet, dass das Wasser durch die abstrahlende Wärme des Ofenkörpers genügend erwärmt wird, was in der Regel für den Bäckereibetrieb genügt.

Die Anschlussleitung richtet sich im wesentlichen nach der Grösse der Backfläche und erst in zweiter Linie nach der täglichen Backgutmenge. So rechnet man:

für 1-etagige Oefen	pro m ² Backfläche	zirka	4,5 – 5	kW
„ 2- „	„ „ „	„	3,5 – 4,5	kW
„ 3- „	„ „ „	„	3 – 3,5	kW

Diese Zahlen gelten für massiv gebaute Bäckerei- und Konditoreiöfen, wie auch für Dampfbacköfen.

Bei Konditoreiöfen, die aus Gewölben von dünnem Eisenblech bestehen und nur einen schwachen aus Stein gebauten Mantel besitzen, rechnet man pro m² bei normalen Herdhöhen von zirka 25 cm mit 7 bis 8 kW Anschlussleistung.

Die Erfahrung zeigt, dass bei Wärmespeicheröfen während der Anheizperiode höchstens 20 kWh pro m² Backfläche aufgewendet werden dürfen, damit das Backgut nicht anbrennt. So dürfen beispielsweise einem zweistöckigen Backofen mit 12 m² Backfläche höchstens 240 kWh zugeführt werden. Mit dieser Energie ist es leicht möglich, eine halbe Stunde nach dem Abschalten der Leistung pro Backherd zwei Schüsse Grossbrot, d. h. total zirka 350–400 kg Brot, ohne weitere Stromzufuhr zu backen. Auch nach dem zweiten Schuss genügt die Wärme, um noch während einiger weiterer Stunden Konditoreiwaren und Kleingebäck herzustellen.

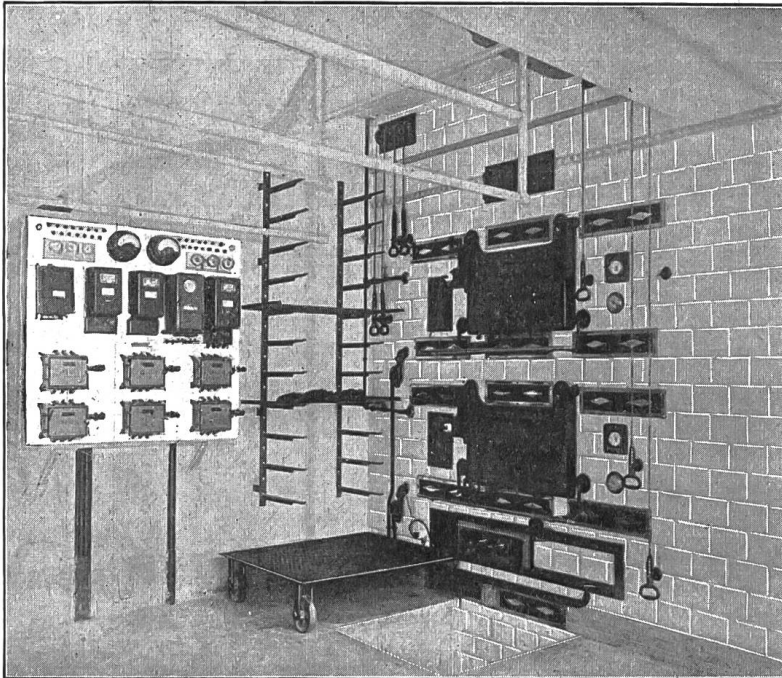


Fig. 10

Grosser Bäckereiofen, eingerichtet für elektrische und gewöhnliche Brennstoffheizung. In den beiden Hauptbackherden sind die Heizelemente am Boden und über den Gewölben angeordnet. Diese Elemente können nach Belieben in Gruppen eingeschaltet werden, so dass eine gute Temperaturregulierung ermöglicht wird. Der Konditoreiofen befindet sich zu unterst. Dieser Herd ist durchgehend und kann von der Vorder- wie von der Rückseite bedient werden. Der massive Aufbau dieses Ofens gewährleistet eine gute Wärmespeicherung und gestattet den ganzen Tag über mit der während der vorhergehenden Nacht aufgespeicherten Energie zu backen.

zung benutzt werden. Eine Reihe von Untersuchungen an in Betrieb stehenden Backöfen haben ergeben, dass für zweistöckige Öfen zu total zirka 12 m² Backfläche mit folgendem Energieverbrauch pro Kilogramm Brot zu rechnen ist:

bei	200 kg Brot	zirka	0,9–0,8 kWh	pro kg Brot
„	400	„	0,7	„
„	600	„	0,6	„
„	1000	„	0,5	„

wobei ohne weiteres Einschalten noch Konditoreiwaren gebacken werden können. Diese Zahlen sind als Mittelwerte, nach jahrelangem Betrieb erhalten worden.

In der Voraussetzung, dass pro m² Backfläche ebenso viele kW installiert sind wie bei Speicheröfen, ist bei Dampfbacköfen alter Konstruktion die Heizperiode bedeutend kürzer, weil die Backböden gewöhnlich nur einige cm dick sind. Dagegen muss bei solchen Öfen für jeden weitem Schuss wieder eingeschaltet werden. In Fig. 8 sind Betriebsergebnisse dargestellt, wie sie an einem umgeänderten zwei-

Sollen mit einem solchen zweistöckigen Ofen mehr als zirka 400 kg Brot gebacken werden, so ist für den dritten Doppelschuss der Ofen wieder einzuschalten. Rechnet man für das Einschiessen und Herausnehmen des Brotes pro Doppelschuss, d. h. für zirka 200 kg Grossbrot etwa 2 Stunden, so ist es möglich, mit dem billigen Nachtstrom zirka 600 kg Brot zu backen, wenn angenommen wird, dass mit zirka 50 kW während 5 Stunden von abends 8 Uhr bis morgens 1 Uhr angeheizt wird und der billige Nachtstarif bis morgens 6 Uhr in Anrechnung kommt. Für weitere Schüsse müsste nun Tagesstrom in Frage kommen; oder wenn kein solcher zur Verfügung steht, die Brennstoffhei-

stöckigen Dampfbackofen in normalem Betriebe aufgenommen wurden. Hierzu sei bemerkt, dass die Belastung pro m², weil als Erstaussführung zu betrachten, vorsichtigerweise etwas tief angenommen worden ist. Bei neu zu erstellenden Dampfbacköfen mit kombinierter Heizung wird sehr darauf gesehen, dass auch bei diesen Oefen eine genügende Wärmespeicherung vorhanden ist.

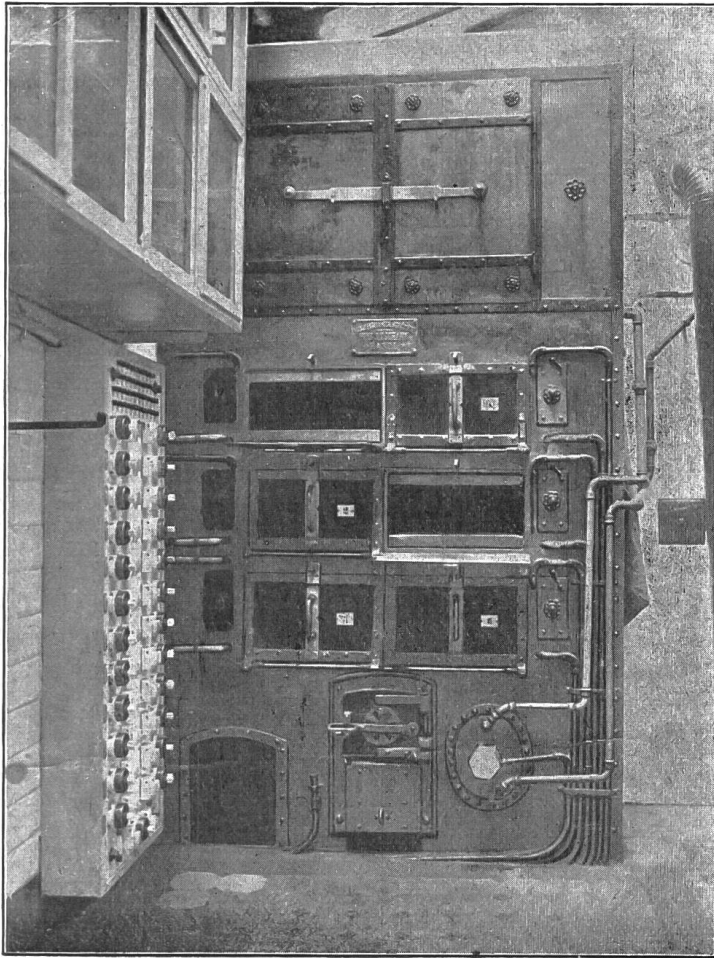


Fig. 11

Konditorofen, eingerichtet für elektrischen Betrieb und Brennstoffheizung, bestehend aus sechs 9 mm tiefen und 650 mm breiten Herden. Die beiden Wasserbehälter enthalten zusammen ca. 350 Liter Wasser. Der grössere derselben befindet sich über den obersten beiden Backherden und wird durch die Abwärme dieser letzteren genügend stark erwärmt. Der untere kleinere Behälter, welcher in der Figur sichtbar ist, ist mit einem Heizelement ausgerüstet. Die Heizelemente der einzelnen Backherde sind in verschiedenen Stufen schaltbar. Da der Ofen selbst nur aus einem dünnen Blechmantel besteht, also keine nennenswerte Wärmekapazität besitzt, sind die Heizelemente mit wärmespeicherndem Material gefüllt, so dass der Ofen doch eine gewisse Wärmespeichermöglichkeit erhält, und so der billige Nachttarif einigermaßen ausgenützt werden kann.

liche Wärmespeicherung der Tagesstrom mit höchstens 7 bis 8 Rp. bezahlt werden muss.

Sobald der Strom pro kWh zu niedrigeren als den angeführten Preisen abgegeben werden kann, hat der Stromabnehmer ausser den Vorteilen, wie Reinlichkeit, Bequemlichkeit, einfacher Bedienung gegenüber der Brennstoffheizung, auch ein direktes finanzielles Interesse.

Bei als Wärmespeicher konstruierten Konditoreiöfen ergeben sich Mittelwerte für den täglichen Energieverbrauch bei Betrieben, in welchen fünf bis sechs Konditoren beschäftigt sind, zirka 100 bis 120 kWh, welche ausschliesslich als Nachtstrom bezogen werden. Bei leicht gebauten Konditoreiöfen ohne nennenswerte Wärmespeicherung ist bei analogen Betrieben mit einem täglichen Energieverbrauch von zirka 70 bis 90 kWh zu rechnen, der als Tagesstrom bezogen werden muss.

Die angeführten Erfahrungswerte über Energieverbrauch, welche sich auf jahrelange Untersuchungen stützen, ergeben, dass der elektrische Betrieb von mittelgrossen Bäckereien sich im Preise schon besser stellt, als die Brennstoffheizung, wenn die Backkosten pro Kilogramm Brot nicht über 2,5 bis 3 Rp. zu stehen kommen, d. h., wenn der Nachtstrom pro kWh höchstens 3 bis 4 Rp. kostet und der Tagesstrom höchstens 6 bis 7 Rp.

Bei Konditoreien ist der elektrische Betrieb gegenüber Brennstoffheizung im Preise vorteilhafter, so lange bei Wärmespeicheröfen der Nachtstrom zu höchstens 4 bis 5 Rp. pro kWh verrechnet wird, und bei direkt heizbaren Oefen ohne wesent-