

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 10 (1919)
Heft: 5

Artikel: Über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Backofenbetriebs
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057139>

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: 18.01.2025

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

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Erscheint monatlich mit den Jahres-Beilagen „Statistik der Starkstromanlagen der Schweiz“ sowie „Jahresheft“ und wird unter Mitwirkung einer vom Vorstand des S. E. V. ernannten Redaktionskommission herausgegeben.

Alle den Inhalt des „Bulletin“ betreffenden Zuschriften sind zu richten an das

Generalsekretariat

des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins,
Neumühlequai 12, Zürich 1 - Telephon: Hottingen 37.08

Alle Zuschriften betreffend Abonnement, Expedition und Inserate sind zu richten an den Verlag:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G.,
Hirschengraben 80/82 Zürich 1 Telephon Hottingen 36.40

Publié sous la direction d'une Commission de Rédaction nommée par le Comité de l'A. S. E.

Ce bulletin paraît mensuellement et comporte comme annexes annuelles la „Statistique des installations électriques à fort courant de la Suisse“, ainsi que l'„Annuaire“.

Prière d'adresser toutes les communications concernant la matière du „Bulletin“ au

Secrétariat général

de l'Association Suisse des Electriciens
Neumühlequai 12, Zurich 1 - Telephon: Hottingen 37.08

Toutes les correspondances concernant les abonnements, l'expédition et les annonces, doivent être adressées à l'éditeur:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei S. A.
Hirschengraben 80/82 Zurich 1 Téléphone Hottingen 36.40

Abonnementspreis
für Nichtmitglieder inklusive Jahresheft und Statistik:
Schweiz Fr. 15.—, Ausland Fr. 25.—.
Einzelne Nummern vom Verlage Fr. 1.50 plus Porto.

Prix de l'abonnement annuel (gratuit pour les membres de l'A. S. E.), y compris l'Annuaire et la Statistique, Fr. 15.— pour la Suisse, Fr. 25.— pour l'étranger.
L'éditeur fournit des numéros isolés à Fr. 1.50, port en plus.

X. Jahrgang
X^e Année

Bulletin No. 5

Mai 1919
Mai 1919

Ueber die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Backofenbetriebs.

Vom Generalsekretariat.

Es ist in diesen Blättern des öfters darauf aufmerksam gemacht worden, dass zu den wärmetechnischen Verwendungen der elektrischen Energie, welche den Produktionsbedingungen der Elektrizitätswerke verhältnismässig gut angepasst werden können und daher allgemein aussichtsreich sind, ohne Zweifel der elektrische Backofenbetrieb gehört.¹⁾ Hierüber heute einige nähere, aus Erfahrungen resultierende Zahlenangaben zu machen, soll der Hauptzweck dieses Aufsatzes sein.

Vorausgeschickt sei allgemein, dass im Gegensatz zu anderen Verwendungen dieser Art, wie z. B. der elektrischen Raumheizung, die nur während der Wintermonate, d. h. der Periode der kleinsten Disponibilitäten der Wasserwerke in Frage kommt, es sich hier, wie beim elektrischen Kochen, um *Ganzjahresbetrieb* und um äusserst gleichmässige, über die sieben Wochentage sich erstreckende Ausnützung der Energie handelt. Der Umstand, dass der Backofenbetrieb relativ grosse Anschlusswerte erfordert, dürfte im allgemeinen als günstiger Faktor betrachtet werden können, da dadurch die Sonderanlagekosten im Vergleich zu anderen wärmetechnischen Anwendungen für gleich grosse angeschlossene Leistungen eher kleiner ausfallen werden da es leichter sein wird, einen Transformator für einen Backofenbetrieb aufzustellen, als ausgedehnte Netzverstärkungen für den Anschluss einer Anzahl zerstreut liegender Wärmeverbraucher vorzunehmen.

Vom Standpunkte der Elektrizitätswerke aus müssen daher die elektrischen Backofenbetriebe, bei Vorhandensein von verfügbarer Nachtenergie, als sehr zweckmässige Stromverbraucher angesehen werden, deren Anschluss erstrebenswert ist. Wichtig ist dabei für Werk und Konsument in vielen Fällen die Schaffung der Möglichkeit, die Einrichtung der elektrischen Backöfen so zu treffen, dass der elektrische Betrieb mit Leichtigkeit jederzeit *vorübergehend durch die Kohlenfeuerung ersetzt werden kann*. Es lassen sich alsdann ohne Schwierigkeiten Vertragsbestimmungen durchführen, wonach das Werk im Falle von Energiemangel die Stromlieferung einzustellen berechtigt ist.

¹⁾ Siehe Bulletin 1917, Seite 100, 159 und 172.

In technischer Hinsicht kann, nachdem nun mehrjährige Betriebserfahrungen mit Ofensystemen verschiedener Firmen vorliegen gesagt werden, dass der elektrische Backofen den Anforderungen in bezug auf Konstruktion, Betriebssicherheit und Dauerhaftigkeit durchaus genügt und seinen Konkurrenten hierin mindestens ebenbürtig ist. Fortschritte sind auch auf diesem Gebiete noch zu erwarten, insbesondere in bezug auf Wärmespeichungsvermögen; es dürfte namentlich das Aufhören der bisher bestandenen Schwierigkeiten in der Rohmaterialbeschaffung hierzu den Impuls geben.

Unerlässliche Bedingung für eine allgemeine Einführung des elektrischen Backofenbetriebs ist aber die Möglichkeit der Ausnützung der billigen Nachtenergie.¹⁾ Leider ist zu befürchten, dass die sich in Vorbereitung befindenden gesetzgeberischen Bestimmungen über die Arbeitszeit im Gewerbe, diese für die schweizerische Volkswirtschaft wichtige Frage ungünstig beeinflussen könnten. Dies muss unbedingt vermieden werden. Die bevorstehenden, in manchen Gewerben bedeutenden Verkürzungen der Arbeitszeit dürften vielleicht dem Uebergang zum Mehrschichtenbetrieb rufen; damit wäre der Einführung der elektrischen Backöfen allenfalls eher, aber nur dann gedient, falls nicht etwa gleichzeitig Verbote der Nacharbeit erlassen werden. *Es ist immer wieder darauf aufmerksam zu machen, dass gesetzgeberische Bestimmungen die Möglichkeiten volkswirtschaftlicher Ausnützung der einheimischen Wasserkräfte (und zu diesen gehört in hohem Masse der elektrische Backofenbetrieb) in keiner Weise beeinträchtigen dürfen, sonst ist der so vielgerühmte „Vorteil einheimischer Wasserkräfte“ schon von vornherein preisgegeben.*

Im Nachstehenden sei nun auf das Zahlenmässige eingetreten.

1. Der Brennstoffbedarf der heutigen Bäckereibetriebe und die Bedeutung seiner Einschränkung.

Nach angenäherten Aufstellungen auf Grund der Angaben aus Fachkreisen sind heute in der Schweiz 5000–6000 Backöfen im Betrieb, davon mögen etwa 1200–1300, meistens kleinere, für Holzfeuerung vorgesehen sein.

In den letzten Kriegsjahren war die Brotproduktion pro Einwohner und Tag etwa 300 g.; daraus ergibt sich in unserem Lande eine totale Produktion von täglich 1,1–1,2 Millionen kg oder jährlich 400–440 Millionen kg Brot. Es kann angenommen werden, dass hiervon etwa 350–370 Millionen kg mit Kohlenfeuerung erzeugt werden. Zur Feststellung des Kohlenkonsums kann man auf Grund von Erfahrungswerten mit folgendem mittleren Kohlenbedarf rechnen:

für beste Dampfbacköfen der Grossbetriebe	16 kg pro 100 kg Brot
„ grosse Kohlenöfen mit guter Ausnützung	35 „ „ 100 „ „
„ Kohlenöfen mittlerer und kleinerer Verhältnisse	50 „ „ 100 „ „

Unter Berücksichtigung, dass ca. 50 % der Brotproduktion in Dampföfen, ca. 20 % in grossen und 30 % in kleinen Kohlenöfen gebacken werden, erhalten wir folgenden totalen Kohlenbedarf für 350–370 Millionen kg Brot im Jahre:

für 50 % = 180 Mill. kg mit besten Dampfbacköfen	ca. 30 Mill. kg Kohle
„ 20 % = 70 „ „ „ grossen Kohlenöfen	25 „ „ „
„ 30 % = 110 „ „ „ Oefen mittl. u. kleinerer Verhältnisse	55 „ „ „
<u>total für 360 Mill. kg Brot bedarf es</u>	<u>110 Mill. kg Kohle</u>

Nach diesen Aufstellungen, welche sich auf das reduzierte Brotquantum von 300 g pro Person und Tag stützen, dürften in den ungefähr 6000 Bäckereiöfen der Schweiz in normalen Zeiten jährlich etwa 4¹/₂–5 Millionen Kilozentner Brot gebacken werden, für welche mit einem *jährlichen Verbrauche von mindestens 1¹/₄ Millionen, wahrscheinlich aber 2 Millionen Kilozentner Kohle* zu rechnen ist, was ungefähr ²/₃ der durchschnittlichen monatlichen Zufuhr an Kohle in Vorkriegszeiten gleichkommt.

Die gesamte entsprechende Geldausfuhr ins Ausland, die vor dem Krieg jedenfalls zum mindesten 6–7 Millionen Franken betrug, kann heute auf mehr als 15–20 Millionen

¹⁾ Siehe auch Eingabe an den Bundesrat vom 22. Mai 1917, Bulletin 1917, Seite 159.

Franken im Jahre geschätzt werden und könnte dem Lande erspart werden, wenn alles Brotbacken mittels elektrischer Backöfen, unter Verwendung von Wasserkraft, durchgeführt würde. Wir haben schon in unserer Eingabe vom 22. Mai 1917¹⁾ an das schweizerische Volkswirtschaftsdepartement darauf hingewiesen und auf Grund einer überschlagsweisen Rechnung ausgeführt, dass dies bei der verhältnismässig sehr geringen Ausnützung der Wasserkräfte bei Nacht damals schon mit den bestehenden Werken zum grossen Teile ausführbar gewesen wäre. Aber selbst dann, wenn man zunächst nur für die Grossbäckereien die elektrischen Backöfen einführen würde, was in verhältnismässig kurzer Zeit möglich wäre, könnte wenigstens ein erheblicher Teil jener Ersparnisse verwirklicht werden.

Diese Angaben lassen die grosse volkswirtschaftliche Bedeutung der Einführung der elektrischen Backöfen für die Schweiz erkennen. Bis jetzt ist ihre Verwendung leider immer noch nicht sehr bedeutend, obwohl ihre Zahl während der letzten Jahre, besonders in den Städten, stetig zunahm. Die Bemühungen der Abteilung für industrielle Kriegswirtschaft scheinen vor deren Abbau nicht mehr zum gewünschten Erfolg, den man mit Bundeshilfe an die Installationskosten solcher Backöfen heben wollte, geführt zu haben.

2. Einrichtung, Leistung und Energiebedarf der elektrischen Backöfen.

Elektrisch geheizte Backöfen werden fast nur als gemauerte Oefen gebaut, um eine möglichst grosse Wärmekapazität zu erhalten. Backflächen bis etwa 6 m² können in *ein-stöckigen* Oefen eingebaut werden, grössere Backflächen erfordern zweistöckige Ausführung. Die grossen, normalen Modelle unserer Schweizer Firmen weisen bis etwa 12 m² Backfläche auf. Auf einem m² Backfläche können, je nach Geschicklichkeit des Bäckers, 16 ÷ 18 kg Brot eingeschoben werden. Grossbrot erfordert für Laibe von 0,5 ÷ 1 kg 1 ÷ 1,2 Stunden Betriebsdauer; für solche von 1,5 ÷ 2 kg 1,25 ÷ 1,5 Stunden. Die Wärmekapazität genannter Oefen ist verhältnismässig gross, sie erlaubt nach ausgeschaltetem Strom noch 1 ÷ 2 Schuss Brot auszubacken, was 3 ÷ 4 Stunden erfordert.

Der Anschlusswert eines elektrischen Backofens kann pro m² Backfläche für mittlere Ofengrössen zu 6 kW angenommen werden. Mit dieser Leistung wird der Ofen vom kalten Zustande aus angeheizt, was für einen 12 m²-Ofen etwa 1,5 Stunden dauert. Die mittlere Backleistung ist 50 ÷ 60 % hiervon, wobei der untere Wert für grössere Oefen gilt.

Der Energieverbrauch pro kg gebackenes Brot ist natürlich um so kleiner, je grösser die Betriebsperiode des Ofens gewählt wird, d. h. je länger der einmal angeheizte Ofen ununterbrochen im Betriebe steht.

Um einen 12 m²-Ofen anzuheizen, braucht es nach obigem in normalen Verhältnissen ca. $1,5 \cdot 12 \cdot 6 = 108$ kWh. Ein solcher Ofen kann erfahrungsgemäss $12 \cdot 17 = 200$ kg Brot pro Schuss aufnehmen. Ein Schuss braucht etwa 1,5 ÷ 2,0 Stunden Backzeit, woraus sich ein mittlerer Energieaufwand von $1,75 \cdot 12 \cdot \frac{2}{6} = 63$ kWh ergibt. Der Betrieb mit dem 12 m²-Ofen gestaltet sich daher wie folgt:

Betriebszustand	Totale Betriebsdauer h	Totale Backleistung kg	Elektr. Leistung kW	Energieaufwand	
				Total kWh	pro 1 kg Brot kWh
Anheizung	1,5	—	72	108	—
nach dem 1. Schuss	3,25	200	36	171	0,86
" " 2. " 	5,0	400	36	234	0,59
" " 3. " 	6,75	600	36	297	0,50
" " 4. " 	8,5	800	36	360	0,45
" " 5. " 	10,25	1000	36	423	0,42
" " 6. " 	12,0	1200	36	486	0,41

¹⁾ Bulletin 1917, Seite 159.

Diese Rechnungen decken sich ungefähr mit den Garantien, die unsere Schweizer Firmen über den Stromverbrauch abgeben; diese bewegen sich zwischen den Werten $0,45 \div 0,5$ kWh für 1 kg Brot für eine Betriebsdauer von wenigstens 4 Schüssen.

Die Anlagekosten elektrischer Backöfen.

Ueber diese sind genauere Angaben schwierig, da sie naturgemäss von einer Firma zur andern verschieden sind und überdies, infolge der veränderlichen Preise für die Rohmaterialien, zeitlich beständig schwanken. Vor ca. einem Jahre konnte mit einem Einheitspreise von Fr. 1500 und 1200 pro 1 m^2 Backfläche gerechnet werden, heute sind die Preise um $20 \div 25\%$ höher. Der niedrigere Einheitspreis gilt für Öfen von etwa $10 \div 12 \text{ m}^2$. Hierin sind alle erforderlichen Armaturen eingeschlossen.

Die Erstellungskosten des elektrischen Backofens dürften heute gegenüber denen moderner Dampfbacköfen nicht wesentlich verschieden sein.

3. Wirtschaftlicher Vergleich zwischen Kohlenfeuerung und elektrischem Betrieb.

Die Wirtschaftlichkeit eines elektrischen Backofens hängt in erster Linie, wie gezeigt, von der Grösse der Backfläche und der Quantität des täglich hergestellten Gebäcks ab. Es spielen nun aber auch die Grösse des Brotlaibs und die Art des Teigs (Wassergehalt) eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Die Gegenüberstellung von Verbrauchszahlen der verschiedenen Ofensysteme hat daher nur dann eine Berechtigung, wenn während der Versuchsdauer das gleiche Brotquantum und die gleiche Teigart und Brotgrösse verarbeitet werden.

Um allgemeine Verhältnisse berücksichtigen zu können, sind in der folgenden Zusammenstellung die jeweils in Frage kommenden Grenzwerte angegeben.

Vergleich des praktischen Wärmeaufwands für 1 kg Brot.

Ofensystem und Betrieb	Art des verwendeten Brennstoffs oder der elektrischen Heizung	ungef. Heizwert in Cal.	ungef. Bedarf für 1 kg Brot	
			ca. kg oder kWh	Brutto Calorien
Kleinere Betriebe mit etwa 2 Schuss	Braunkohlenbriketts	5000	$0,5 \div 0,4$ kg	$2500 \div 2000$
Grössere Betriebe mit etwa 4 Schuss	Braunkohlenbriketts	5000	$0,4 \div 0,3$ kg	$2000 \div 1500$
Dampfbacköfen für grössere Betriebe	Braunkohlenbriketts	5000	$0,2 \div 0,16$ kg	$1000 \div 800$
Elektr. Backöfen, kleinere Betriebe 3—4 Schuss	indirekte Heizung mit Akkumulierung	$840 \div 860$	$0,5 \div 0,45$ kWh	$420 \div 390$
Elektr. Backöfen, grössere Betriebe	do.	$840 \div 860$	$0,45 \div 0,35$ kWh	$390 \div 300$

Diese Zusammenstellung zeigt, in wie hohem Masse der Wirkungsgrad des elektrischen Backofens jenen der Systeme mit Kohlenfeuerung übersteigt.

Nachstehend geben wir eine Aufstellung über die angenäherten direkten Backkosten für 1 kg Brot bei verschiedenen Betrieben und Ofensystemen an und beschränken uns hierbei lediglich auf die Energiekosten; die Auslagen für Verzinsung, Tilgung, Reparaturen, Bedienung, und die Nebenauslagen wie Lagerspesen u. dgl. sind nicht berücksichtigt. Ebenso können die sonstigen mannigfaltigen Vorteile und Annehmlichkeiten, die der elektrische Backofenbetrieb mit sich bringt, wie z. B. Wegfall der Rauchplage, wesentlicher Platzgewinn durch Fortfall von Kohlen-, Holz- und Aschendepots, grössere Sauberkeit, bessere Wärmeregulierung etc. nicht in Zahlen ausgedrückt werden.

a) Backkosten bei Kohlenfeuerung.

Ofenbetrieb	Kosten in Rp. pro 1 kg Brot bei einem Kohlenpreis pro kg von			
	5 Rp.	10 Rp.	15 Rp.	20 Rp.
Kleinere Betriebe mit etwa 2 Schuss .	2,5 ÷ 2,0	5,0 ÷ 4,0	7,5 ÷ 6,0	10,0 ÷ 8,0
Grössere Betriebe mit etwa 4 Schuss .	2,0 ÷ 1,5	4,0 ÷ 3,0	6,0 ÷ 4,5	8,0 ÷ 6,0
Dampfbacköfen für grössere Betriebe .	1,0 ÷ 0,8	2,0 ÷ 1,6	3,0 ÷ 2,5	4,0 ÷ 3,5

b) Backkosten bei elektrischem Betrieb.

Ofenbetrieb	Kosten in Rp. pro 1 kg Brot bei einem Energiepreis pro kWh von				
	2 Rp.	3 Rp.	4 Rp.	5 Rp.	6 Rp.
Kleinere Betriebe, 3—4 Schuss	1,0 ÷ 0,8	1,5 ÷ 1,3	2,0 ÷ 1,6	2,5 ÷ 2,2	3,0 ÷ 2,7
Grössere Betriebe	0,8 ÷ 0,7	1,3 ÷ 1,0	1,6 ÷ 1,4	2,2 ÷ 1,7	2,7 ÷ 2,3

Aus diesen Zusammenstellungen geht hervor, dass bei den Vorkriegskohlenpreisen der elektrische Backofenbetrieb erst bei Energiepreisen von 2 ÷ 3 Rp./kWh gegenüber *grossen* modernen Dampfbacköfen konkurrenzfähig war, dass aber heute, d. h. z. B. bei Kohlenpreisen von Fr. 100. — pro t und mehr, diese Grenze bei 3 ÷ 5 Rp./kWh und für Kleinbetriebe bei 6 und mehr Rp./kWh. liegt. Dieses Ergebnis wird durch praktische Resultate durchaus bestätigt.

Die hier in Betracht fallenden Strompreise, bei welchen ein *wirtschaftlicher Vorteil des elektrischen Backofenbetriebs* bei heutigen und zukünftigen Kohlenpreisen besteht, sind freilich niedriger als die mittleren Gesteungskosten pro kWh und setzen daher die Verwendung elektrischer *Nachtenergie* voraus. Die Bäcker haben sich daher für fast ausschliesslichen Strombezug während der Nacht einzurichten. Würde allenfalls durch gesetzliche Bestimmungen die Arbeitszeit eingeschränkt und dadurch die Leistung und Ausnützung des elektrischen Backofens wesentlich vermindert, so verlöre er seinen Wert, und wir würden uns des Vorteils einer enormen Kohlenersparnis für das Land leichtsinnig begeben. Es braucht allerdings keineswegs in allen Fällen die *Arbeitszeit* der Bäcker mit der *Zeit der Strombenützung* der Oefen zusammenzufallen, da man Oefen auch für selbsttätiges Einschalten und mehrstündiges Vorwärmen ohne Bedienung baut, und eine stetige weitere Verbesserung der in diesem Sinne wirkenden Akkumulierfähigkeit der Oefen zu erwarten ist.

Einrichtung zum elektrischen Heizen von bestehenden Backöfen.

Von F. Graf, Baden.

Es sind zahlreiche Systeme von elektrisch beheizten Backöfen bekannt geworden, die den Zweck erreichen, die Bäckerei von der Heizung mit Brennstoffen unabhängig zu machen. Der Uebergang zum elektrischen Betrieb hat nun für den Bäcker gewöhnlich den ausserordentlichen Nachteil, dass der alte Backofen, wenigstens 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 der Grund, weshalb sich die Bäcker zum Umbau ihrer Backöfen bisher nur vereinzelt entschliessen konnten, obwohl bei Verwendung der wohlfeilen Ueberschussenergie der Elektrizitätswerke, der Bäckereibetrieb mit Elektrizität nachweislich bedeutend billiger ist als derjenige mit Brennstoffheizung.

Um diesen Uebelständen zu begegnen, wurden versuchsweise an einem bestehenden Ofen elektrische Heizelemente direkt in den Backraum eingelegt. Dadurch musste an der