

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 10 (1917-1918)

**Heft:** 3-4

**Artikel:** Betriebsergebnisse von Dampf- und elektrischen Backöfen

**Autor:** Hasler, O.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-920449>

### **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:** 23.08.2025

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

$V$  = Resultierende aus  $W$  und  $R$ .  
 $n$  = Höhe des Wasserspiegels über dem Schnitt  $S-S$ .

$b$  = Breite des Schnittes;  $a = \frac{b}{2}$

$d_1$   $d_2$  = Distanzen von  $C$  zu den Schnittpunkten von  $R$ ,  $V$  und  $P$  mit der Schnittebene  $S-S$ .

$d_0 = d + d_1$ .

$\operatorname{tg} \delta = \frac{n^2}{2R}$

Die Maximalspannungen am Fusse der Mauer ergaben: bei vollem Becken:

(Cote 541.0 resp. 81 m Wasserdruck)  
 wasserseitig: 8,13 kg/cm<sup>2</sup>  
 talseitig: 18,65 „

bei leerem Becken:

(Cote 500 resp. 40 m Wasserdruck)  
 wasserseitig: 17,55 kg/cm<sup>2</sup>  
 talseitig: 2,24 „

Die Berücksichtigung eines Auftriebes wurde nicht verlangt angesichts der äusserst gewissenhaften und gründlichen Sohlenbefestigung und des Hinuntertreibens eines starken Dorns sowohl an der Ferse wie an der Dammzehe (siehe Abbildung 7); dagegen war das spezifische Gewicht Gegenstand lebhafter Erörterungen zwischen Regierung und Baugesellschaft. Letztere war auf Grund ihrer Untersuchungen berechtigt, mit einem spezifischen Gewicht von 2,4—2,45 zu rechnen, während die Regierung nur 2,3 gestatten wollte. Man einigte sich schliesslich auf 2,375, an welchen drei Dezimalen man sofort den Kompromiss errät. Spätere genaue Untersuchungen im chemischen Laboratorium der Zementfabrik ergaben an 153 mm-Würfeln mit 229 kg Zement pro m<sup>3</sup> Beton folgende Zahlen:

	Druckfestigkeit	Spez. Gewicht
nach 7 Tagen	63,6 kg/cm <sup>2</sup>	2,425
„ 28 „	101,25 „	2,423
„ 56 „	152,5 „	2,421
„ 84 „	153,8 „	2,407
„ 6 Monaten	180,0 „	2,407

Die Annahme eines höhern spezifischen Gewichtes (2,4) wäre also durchaus berechtigt gewesen und hätten der Gesellschaft namhafte Summen erspart, umso mehr, als während des Baues bis zu 22% schwere Blöcke mit spezifischem Gewicht von 2,7—2,8 in den Beton eingebracht wurden.

Mit  $\gamma = 2,375$  ergibt sich als talseitige Böschung  $\operatorname{tg} a = \sqrt{\frac{1}{\gamma-1}} = 0,852$ ; bergseitig ist bis auf 32 m unter der Krone die Böschung 1 : 20, von dort abwärts verläuft die Brenzung lotrecht. Die Kronen-

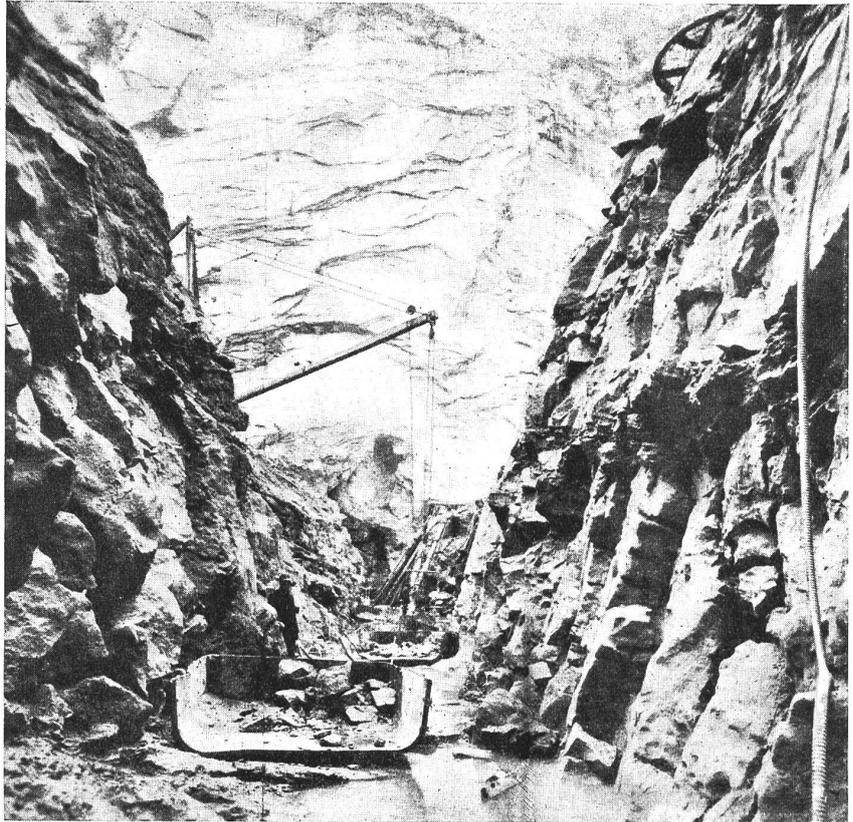


Abb. 7. Damm-Fundament; Dorn-Einschnitt am talseitigen Rand (Damm-Zehe).

breite beträgt 4 m, beidseitig mit Steingeländer abgeschlossen; im Grundriss ist die Mauer bogenförmig, wobei der innere wasserseitige Kronenrand ein Kreisbogen von 300 m Radius bildet. Die Basisbreite beträgt in 82 m Tiefe unter der Krone 69,66 m, die Breite der Talsohle ist in dieser Tiefe zirka 60 m, die Kronenlänge 203 m. 270,000 m<sup>3</sup> Beton, wozu 65,000 Tonnen Zement verarbeitet wurden, sind zum Bau dieser gewaltigen Sperre gebraucht worden.

(Schluss folgt.)



## Betriebsergebnisse von Dampf- und elektrischen Backöfen.

Von O. Hasler, Ingenieur, Zürich.

Über die Betriebsergebnisse von elektrischen Backöfen ist bis heute noch wenig veröffentlicht worden; dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass die praktischen Verbrauchszahlen in kWh. umgerechnet auf die Gewichtseinheit des fertigen Gebäckes (Brot, Kleimbrot, Konditoreiartikel etc.) in den verschiedenen Bäckereien von einander stark abweichende Resultate und deshalb kein genaues Bild über die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Ofensysteme ergeben. Die Wirtschaftlichkeit eines Backofens hängt in erster Linie von der Grösse der Backfläche und der Quantität des täglich hergestellten Gebäckes, das heisst vom „Beschickungsgrad“ ab. Ein Ofen von

10 m<sup>2</sup> Backfläche wird eine geringere Wirtschaftlichkeit aufweisen als ein kleinerer von 8 m<sup>2</sup>, wenn in beiden täglich die gleiche Quantität Gebäck hergestellt wird. Weiter wird das Betriebsresultat beim Brotbacken von der Grösse des Brotlaibes und vom prozentualen Wassergehalt des Teiges, welcher zum Beispiel beim sogenannten „Basler Brot“ etwa 5 bis 6% grösser ist, als bei den in Zürich üblichen festen Teigarten. Auch bei gleichen Teigarten ist der Gewichtsverlust bei 1 kg-Broten erfahrungsgemäss etwa 4 bis 5% grösser als bei 2 kg-Laiben, was auf die vermehrte Verdampfung von Wasser bei den 1 kg-Laiben zurückzuführen ist; diese vermehrte Verdampfung erfordert naturgemäss einen entsprechend höheren Wärmeaufwand. Die Zahlen über den Brennstoff- resp. Energieverbrauch von Dampf- und elektrischen Backöfen können also nur dann als richtige Vergleichswerte über die Wirtschaftlichkeit von Backofensystemen dienen, wenn während der Versuchsdauer nicht nur das herausgebackene Brotquantum dasselbe ist, sondern auch die Teigarten und Grösse der Laibe stets dieselben sind. Unter diesen gleichartigen Voraussetzungen sind nachfolgende Betriebsergebnisse von Dampf- und elektrischen Backöfen erzielt worden, indem in denselben während der Versuchszeit ausschliesslich 2 kg-Laibe von ein und derselben Teigart (fester Zürcher-Teig) gebacken wurden.

A. Dampfbackofen mit Auszugvorrichtung. (2-etagig.)

Versuchszeit 6 Tage.

Gewicht des hergestellten Gross-Brottes 8136 kg.

Gewicht des verbrauchten Brennmaterials (Union-Briquets) 1730 kg.

Durchschnittlicher Verbrauch pro 1 kg Brot = 0,212 kg Briquets.

Durchschnittlicher Wärmeaufwand pro 1 kg Brot bei einem Heizwert der Briquets von 5000 WE/kg = 1060 WE/1 kg. Brot.

B. Einschiess-Dampfbackofen (2-etagig.)

Versuchszeit 6 Tage.

Gewicht des hergestellten Grossbrottes 6770 kg.

Gewicht des verbrauchten Brennmaterials (Union-Briquets) 1293 kg.

Durchschnittlicher Verbrauch pro 1 kg Brot = 0,191 kg Briquets.

Wärmeaufwand von 1 kg Brot bei einem Heizwert von 5000 WE/kg = 955 WE/1 kg Brot.

C. Elektrischer Auszug-Backofen (2-etagig.) Heizkörper 90 kW. ohne Wärmespeicherung.

Versuchszeit 6 Tage.

Gewicht des hergestellten Grossbrottes 10,074 kg.

Stromverbrauch während sechs Tagen 3959 kWh.

Stromverbrauch pro 1 kg Brot im Durchschnitt =  $\frac{3959}{10074} = 0,393$  kWh.

Wärmeaufwand pro 1 kg Brot bei einer Wärmeleistung von 860 WE pro 1 kWh = 322 WE.

In obiger Verbrauchszahl ist das Aufheizen des Backofens in der Nacht von Sonntag auf den Montag inbegriffen. Bei obigem Versuch wurden während sechs Tagen je acht Schuss Grossbrot gebacken. Bei einer noch stärkeren Ausnutzung des Ofens wurden an einem Wochentage folgende Verbrauchsziffern festgestellt:

Versuchszeit 24 Stunden.

Zahl der Schüsse 10.

Gewicht des hergestellten Grossbrottes 2328 kg.

Stromverbrauch während 24 Stunden 813 kWh.

Stromverbrauch pro 1 kg Brot  $\frac{813}{2328} = 0,342$  kWh.

Wärmeaufwand pro 1 kg Brot = 860 . 0,342 = 294 WE.

D. Elektrischer Einschiess-Ofen. (2-etagig.) Heizkörper 50 kW mit Wärmespeicherung.

Bei diesem Versuch wurde die Aufgabe gestellt, die Leistungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit dieses mit einem relativ geringen Anschlusswert arbeitenden Einschiess-Ofen im Vergleich mit dem elektrischen Auszug-Ofens C festzustellen.

Es seien hier deshalb auch die Zeitangaben über das Anheizen und die Dauer jedes einzelnen Schuss Brottes ebenfalls angeführt:

Zeit	Temperatur des Ofens	Zählerstand	Stromverbrauch
12 Uhr	200° C. Beginn des Aufheizens	2750	100 kWh.
2.15	220° C. Beginn des Einschiessens	2850	
2.40	220° C. 1. Füllung beendet 186 kg		76 "
4.30	220° C. 2. " " 176 kg	3926	62 "
5.55	220° C. 3. " " 180 kg	3988	63 "
7.25	220° C. 4. " " 180 kg	4051	
8.30	212° C. Ausschiessen "	4051	
Total gebacken		722 kg Brot;	Stromverbr. 301 kWh.

Stromverbrauch pro 1 kg Brot =  $\frac{301}{722} = 0,417$  kWh.

Derselbe zerteilt sich wie folgt:

Stromverbrauch zum Aufheizen . . . . . 100 kWh.

Stromverbrauch zum Backen von 4 Schuss

Brot mit je 180 kg . . . . . 201 kWh.

Hätte man in diesem Ofen noch weitere 4 Schuss, also total 8 Schuss Brot hintereinander herausgebacken, wie das bei den Versuchen mit dem Ofen C der Fall war, so würde sich der Stromverbrauch wie folgt stellen:

Stromverbrauch zum Aufheizen . . . . . 100 kWh.

Stromverbrauch zum Backen von 4 Schuss

à 180 kg . . . . . 201 "

Stromverbrauch zum Backen von 4 Schuss

à 180 kg . . . . . 201 "

Total gebacken 1440 kg Brot; Stromverbrauch . . . . . 502 kWh.

Stromverbrauch pro 1 kg Brot =  $\frac{502}{1440} = 0,347$  kWh.  
 Wärmearbeit pro 1 kg Brot =  $860 \times 0,347 = 298$  WE.

Diese ermittelten Ergebnisse zeigen, dass der indirekt elektrisch geheizte Backofen mit Wärmeakkumulierung dem direkt geheizten System mit frei im Backraum liegendem Heizkörper ohne Akkumulierung wirtschaftlich nicht nachsteht. Der Stromverbrauch beträgt bei beiden Systemen bei bestmöglicher Ausnutzung der vorhandenen Backfläche im Mittel zirka 0,35 kWh. pro 1 kg fertig gebackenes Grossbrot entsprechend einem Wärmearbeit von rund 300 WE.

Beim Dampfbackofen mit Kohlenfeuerung sind 0,19 bis 0,21 kg Briquettes im Mittel also 0,20 kg Brennmaterial pro 1 kg Brot erforderlich. Bei einem Heizwert der Braunkohlenbriquets von 5000 WE/kg entspricht dies einem Wärmearbeit von  $5000 \times 0,2 = 1000$  WE für 1 kg fertig gebackenes Brot gegenüber 300 WE beim elektrisch geheizten Backofen. Dieses Zahlenverhältnis beweist, dass auch der moderne Dampfbackofen einen thermischen Wirkungsgrad von nur etwa 30% aufweist. Da die Dampfbacköfen von allen Systemen mit Kohlenfeuerung bekanntlich den geringsten Brennmaterialverbrauch aufweisen, so ist der Wirkungsgrad der älteren Backöfensysteme mit Kanalführung noch schlechter. Die Heizkraft der Kohle wird also bei allen Backöfensystemen sehr schlecht ausgenutzt, wenn man berücksichtigt, dass zum Beispiel die Zentralheizungskessel und Kachelöfen für die Zimmerheizung einen thermischen Wirkungsgrad von 70 bis 75% aufweisen. Die Backöfen mit Kohlenfeuerung gehören also insgesamt zu jener Kategorie von kohlenfressenden Kleinfeuerungsstellen, welche, wie die Kohlen-Kochherde, im Interesse unserer Volkswirtschaft durch andere rationellere Heizsysteme mit besserer Ausnutzung der Wärmeenergien ersetzt werden sollten.

Mit 100,000 Kilowattstunden in einem elektrisch geheizten Backofen pro Jahr aufgewendet, ersparen wir mehr als doppelt so viel Kohlen, als wenn wir diese Energiemengen für die elektrische Heizung von Wohnräumen an Stelle von Kachelöfen oder Zentralheizungskessel verwerten, denn im ersteren Fall ersparen wir zirka 57,000 kg, bei der Raumheizung höchstens 25,000 kg Braunkohle. Auch unter der Annahme, dass die Kohlenpreise gegenüber ihrem heutigen Stand wieder etwas zurückgehen werden, wird die elektrische Heizung von Backöfen bei einem Tarif von 4 Rp. pro kWh. sich billiger stellen als die Kohlenfeuerung. Einige Werke geben den Nachtstrom für Backofenheizung zum Preise von  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Rp./kWh. ab; diese niedrigen Nachtstrompreise sollten im Interesse der billigen Brotversorgung

der Bevölkerung wenn irgend möglich beibehalten werden.

Unsere gesetzgebenden Behörden sollten jedoch das ihrige dazu beitragen, damit den Bäckern nicht durch eine allzu grosse Einschränkung der Nachtarbeit in den neuen Gesetzen über die Arbeit in den Bäckereigewerben die Möglichkeit der Verwertung der billigen Nachtkraft genommen wird. Bis auf diesen Punkt sind die technischen und wirtschaftlichen Verhältnisse bei dem elektrischen Heizungssystem der Backöfen vollständig abgeklärt.

### Gas und Azetylen.

Ha. Die zunehmende Verringerung der Kohlenzufuhr wird auf die Gasfabrikation der schweizerischen Gaswerke einen weiteren ungünstigen Einfluss ausüben, und verschiedene Gaswerke sahen sich neuerdings in die unangenehme Lage versetzt, ihren Abonnenten weitere einschränkende Verordnungen aufzuerlegen; so hat z. B. das Gaswerk Basel die Benützung der Gasbadeöfen und das Gaswerk Chur den Gebrauch von Gaslampen gänzlich untersagt. Andern kleinen Gaswerken war es möglich ihre grösseren industriellen Gasabnehmer zu bewegen, die Elektrifizierung ihrer Gasheizungseinrichtungen durchzuführen, womit mit relativ einfachen und billigen elektrischen Heizeinrichtungen ganz bedeutende Gasmengen eingespart werden konnten. Da das Gewerbe und die Industrie für ihre Elektromotoren bereits schon über starke elektrische Kraftstromleitungen verfügen, so ist der Uebergang von der Gasfeuerung zur elektrischen Heizung der gewerblichen Einrichtungen viel leichter und mit wesentlich geringeren Kosten zu bewerkstelligen als der Uebergang von der Gasküche zur elektrischen Küche in den Haushaltungen, weil die letzteren meistens nur über die schwach bemessenen Lichtleitungen verfügen, an welche nur kleinere elektrische Apparate angeschlossen werden können. Die heutige Gasersparnis in den Haushaltungen wurde denn auch durch das Ausschalten der etwa noch vorhandenen Gaslampen in den Küchen, durch Verwendung von elektrischen Bügeleisen, Einführung von Kochkisten erzielt. Eine eventuell erforderliche weitere Einschränkung des Gaskonsums in den Haushaltungen ist begreiflicherweise viel schwieriger durchzuführen als die erste, und Ueberschreitungen des festgesetzten Gasverbrauchs würden dann sicherlich viel häufiger als bis anhin auftreten.

In Erkenntnis dieser Schwierigkeiten in der weiteren Reduktion der Kochgaszufuhr sind schon einige Gaswerke dazu übergegangen, Gas aus Torf und Holz herzustellen; diese Ersatzstoffe sind jedoch nur in ungenügenden Mengen aufzutreiben und ergeben zudem nur ein Gas von geringer Qualität und niederm Heizwert. Ueberdies werden Holz und Torf im nächsten Winter für die Raumheizung benötigt werden.

Glücklicherweise gibt es noch ein anderes Mittel, das Steinkohlengas zu strecken, das ist durch Beimischung von Azetylen, wie dies bereits in Nr. 201 der N. Z. Z. vom 3. Febr. 1917 angeregt wurde. Bis heute wurde leider zur Verwirklichung dieser Anregung wenig getan. Dass sie technisch durchführbar ist, beweisen die Versuche der Schweizerischen Bundesbahnen, welche in Rorschach die dort verkehrenden Eisenbahnwagen mit Gasbeleuchtung mit einer Mischung von Steinkohlengas und Azetylen versehen, um so das Steinkohlengas zu strecken. Hervorzuheben ist, dass durch die Beimischung von 10% Azetylen zu dem gewöhnlichen Gas der Heizwert desselben um nahezu 20% erhöht wird. Da das heute aus minderwertigen Kohlen hergestellte Gas einen geringeren Heizwert besitzt als das früher erhältliche Gas, ist die Erhöhung seiner Heizkraft durch die Beimischung von Azetylen besonders erstrebenswert.

Die Streckung des Steinkohlengases durch Azetylen ist nicht nur ein vorübergehender Notbehelf während der Kriegszeit, sondern diesem Problem kommt eine bleibende volkswirtschaftliche Bedeutung bei. Das Azetylen entsteht bekanntlich aus Kalziumkarbid, indem über das letztere Wasser geleitet wird. Kalziumkarbid wird im elektrischen Schmelz-