Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 18 (1927)

Heft: 11

Artikel: Vergleichende Untersuchungen an mittelst elektrischer Energie bezw. mittelst Brennstoffen beheizten Backöfen

Autor: Zangger, H.F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058647

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: 22.08.2025

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

obtenir une réduction exceptionnelle de la tranche d'énergie destinée normalement à l'exportation. Plus cette tranche est au total importante, plus il est facile d'en soustraire la quantité d'énergie dont nous pouvons avoir exceptionnellement besoin pour les consommateurs suisses. Les étrangers acheteurs réguliers de l'énergie exportée sont pour la plus grande partie des producteurs d'énergie qui disposent de puissances thermiques considérables. Ils sont installés de manière à pouvoir se passer de l'énergie achetée en Suisse; ils n'achètent cette énergie que pour autant qu'elle leur est offerte à un prix notablement inférieur à celui auquel ils pourraient la produire eux-mêmes. Les rapports de l'Office fédéral des eaux nous disent que le prix de vente moyen de l'énergie suisse exportée ne dépasse pas de beaucoup 2 cts. L'importateur français ou allemand fait un bénéfice d'environ 1 cts., parce que sans l'apport suisse le kWh à l'usine lui reviendrait à environ 3 cts. Dix millions de kWh achetés en Suisse lui permettent de faire une économie d'environ $10\,000\,000 \times 0{,}01 = 100\,000$ fr. Supposons maintenant que l'exportateur suisse dise à son client étranger: „Renonce à 10 millions de kWh que je devrais te livrer suivant nos conventions, je te donnerai en échange 150 000 fr." Le client gagnera au change et n'aura aucune raison pour ne pas accepter la proposition. L'exportateur suisse par contre pourra offrir son énergie, qu'il vendait normalement à raison de 2 à 3 cts., à 5 à 6 cts. en Suisse et réaliser par ce virement un bénéfice exceptionnel du même ordre que le bénéfice fait par son client étranger; le bénéfice sera pour lui une petite compensation pour tout ce qu'il n'a pas gagné en raison de la sécheresse. Les centrales distributrices suisses, recevant des exportateurs l'énergie qui leur manque pour 6 cts., pourront de leur côté s'estimer heureuses; elles s'en tireront à très bon compte et n'auront rien à débourser comme capital.

En résumé, tout le monde pourra être satisfait de l'opération sauf peut-être l'ami de l'immixtion de l'Etat qui verra échapper une occasion de se rapprocher de son idéal.

Après ces considérations assez simples, il n'est plus besoin, pour quelques années du moins, de se demander si nous devons ou non construire en Suisse une station thermique de réserve.

Vergleichende Untersuchungen an mittelst elektrischer Energie bezw. mittelst Brennstoffen beheizten Backöfen.

Vom *Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.*
(Ing. *H. F. Zangger*).

643.36

Der Autor berichtet über das Ergebnis einer Umfrage bei Besitzern elektrisch und mittelst Brennstoffen beheizten Backöfen, deren Grundlagen gemeinsam mit Vertretern von Bäckern aufgestellt wurden.

Aus der Umfrage kann unter anderem der Schluss gezogen werden, dass der Betrieb elektrischer Backöfen bei richtiger Ausnützung der Backflächen im Mittel ungefähr gleich teuer zu stehen kommt, wie der Betrieb von Dampfbacköfen, wenn die elektrische Energie (Nachtenergie) im Mittel zu ungefähr 3 Rp./kWh abgegeben wird. Daneben weist der elektrische Backofen den grossen Vorteil des sauberen und bequemen Betriebes auf.

L'auteur rend compte du résultat d'une enquête auprès de propriétaires de fours de boulanger, chauffés électriquement et au moyen de combustibles, enquête dont les grandes lignes furent arrêtées avec la collaboration de représentants des boulangers.

On peut, en particulier, tirer de l'enquête la conclusion suivante: c'est que, si l'on utilise rationnellement les surfaces chauffantes, l'exploitation de fours électriques coûte en moyenne à peu près aussi cher que celle de fours chauffés à la vapeur, si l'énergie électrique (de nuit) revient à 3 cts/kWh environ. Le four électrique présente en outre le grand avantage d'un service plus propre et plus commode.

Auf Anregung der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich führte das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. unter Mithilfe des Schweiz. Bäckermeistervereins und des Verbandes Schweiz. Konsumbäckereien eine Umfrage bei einer Reihe von Bäckereien mit

elektrischen Backöfen,
Dampfbacköfen,
direkt beheizten Kohlenöfen,
direkt beheizten Holzbacköfen

durch.

Das Programm zu dieser Umfrage wurde im Sommer 1924 durch je einen Vertreter des Schweiz. Bäckermeistervereins, des Verbandes Schweiz. Konsumvereine, der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (E. K. Z.) und des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins (S. E. V.) festgelegt.

Ende Juni 1924 wurde die Umfrage an je ca. 10 bis 15 Bäckereien im Kanton Zürich der weiter oben erwähnten 4 Backofenarten versandt. Antworten gingen teilweise erst nach mehrfachen Bemühungen bis Ende 1924 ein und wurden vom S. E. V. verarbeitet. Dabei zeigte es sich, dass eine Reihe von Bäckereien die Fragebogen nicht beantworten wollten, aus Furcht, dass ihnen dadurch gewisse Nachteile erwachsen würden (z. B. wegen der Steuern); andere wenige Antworten waren wegen ganz mangelhaften Angaben unbrauchbar, noch andere liessen sich durch Rückfragen ergänzen.

Diese erste Umfrage ergab kein homogenes Bild; so fielen vor allem gewisse Differenzen zwischen einzelnen Resultaten von Backöfen gleicher Beheizungsart auf, die nicht ohne weiteres erklärlich erschienen und den Wert der Umfrage wesentlich herabgesetzt hätten.

Es fand infolgedessen nach Besprechung dieser Ergebnisse im Sommer 1925 eine Besichtigung einer Reihe von Backöfen statt, auf Grund welcher beschlossen wurde, an diejenigen Bäckereien, welche die erste Umfrage in brauchbarer Weise beantwortet hatten eine zweite Umfrage ergehen zu lassen. In dieser sollte anstatt auf das erbackene Brotgewicht auf das zum Backen verwendete Mehl abgestellt werden, um aus diesen Angaben das Brotgewicht zu errechnen, das mit dem Mehlquantum hätte gebacken werden können. Auf diese Weise hoffte man, den teilweise recht beträchtlichen Einfluss, den das Backen von Patisseriewaren und „Wähen" auf die Ergebnisse der ersten Umfrage hatte, möglichst ausschalten zu können und vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Gleichzeitig sollte diese zweite Umfrage sowiet möglich an Hand der Rechnungsergebnisse pro 1924 beantwortet werden.

Auf diese zweite Umfrage antworteten ca. $^3/_4$ der Angefragten, aber auch hier waren noch bei ca. der Hälfte der Antwortenden Rückfragen notwendig. Die Ergebnisse dieser zweiten Umfrage, kombiniert mit einigen verwertbaren Zahlen der ersten Umfrage, liegen diesem Berichte zu Grunde.

1. Die Ergebnisse der Umfragen.

Die verwertbaren Ergebnisse beider Umfragen sind in Tabelle I enthalten. Wir bemerken hiezu, dass, obwohl offensichtlich falsche Antworten nicht in die Tabelle aufgenommen wurden, vermutlich trotzdem noch Fehler in derselben enthalten sein werden. Solche könnten mit einiger Sicherheit nur durch Untersuchungen an Ort und Stelle vermieden werden. Immerhin haben wir die Ueberzeugung gewonnen, dass das durch die Tabelle vermittelte Bild als ganzes genommen die tatsächlichen Verhältnisse richtig darstellt, nur darf den Einzelergebnissen keine allzu grosse Bedeutung zugemessen werden.

Bei der Bearbeitung der Ergebnisse haben wir uns bemüht, gewisse charakteristische Grössen herauszuschälen, mittelst welchen ein Vergleich zwischen den verschiedenen Backöfen einer Kategorie und auch zwischen solchen verschiedener Kategorien ermöglicht werden soll. Es sind dies:

a) die mittlere Beheizung p der Backfläche,
b) die mittlere Ausnützung q der Backfläche,
c) der spezifische Energieverbrauch w,
d) die spezifischen Backkosten k.

a) *Die mittlere Beheizung p der Backfläche* (in kW/m²) ist gleich der in einem Jahre zugeführten Energie W in kWh dividiert durch die 8760 Stunden eines Jahres und durch die Backfläche F des Ofens in m².

Auch für die mittelst Brennstoffen beheizten Oefen wurde dieser Ausdruck in kW/m² angegeben, wobei die zugeführte Energie W in kWh gleich dem unteren Heizwert des betreffenden Brennstoffes in Cal/kg multipliziert mit dem Gewicht in kg des in einem Jahre konsumierten Brennstoffes und dividiert durch $860 \frac{\text{Cal}}{\text{kWh}}$ angenommen wurde. In diesem Ausdruck sind also ausser der in das Backwerk gehenden Nutzwärme auch alle Wärmeverluste (z. B. durch die Backofenoberfläche, durch das Kamin, durch event. unvollständige Verbrennung) mitenthalten. Der untere Heizwert der Braunkohlenbriketts, wie sie bei Dampfbacköfen benützt werden, wurde durch die Eidg. Prüfungsanstalt für Brennstoffe zu 4920 Cal/kg bestimmt. Wir rechneten mit 5000 Cal/kg. Der Heizwert von Saarkohle, wie solche hauptsächlich bei Oefen mit direkter Feuerung Verwendung findet, wurde zu 7750 Cal/kg angenommen, der Heizwert von Tannenholz zu ca. 4000 Cal/kg. Da diese Werte, von Fall zu Fall, hauptsächlich beim Holz, innert ziemlich weiter Grenzen variieren können, sind diejenigen, die sich auf Brikets und Saarkohlen stützen, nur auf ca. $\pm$ 5 – 10 % genau. Beim Holz ist die Ungenauigkeit noch viel grösser, nicht nur, weil der Heizwert an sich grösseren Schwankungen unterworfen ist, sondern vor allem, weil auch das Holzgewicht nur ganz approximativ aus den verschiedenen Holzmassen errechnet werden konnte.

b) *Die mittlere Ausnützung q der Backfläche* $\left(\frac{\text{kg Brot}}{\text{Tag} \times \text{m}^2}\right)$ ist gleich der in einem Jahre gebackenen ideellen Brotmenge Q in kg dividiert durch die 312 Backtage des Jahres und durch die Backfläche F des Ofens in m².

Dabei wurde die ideelle Brotmenge Q aus dem erfragten Jahresmehlverbrauch in der Weise ermittelt, dass angenommen wurde, dass aus 100 kg Mehl 134 kg Grossbrot gebacken werden können. Diese ideelle Brotmenge Q wird dann mit der tatsächlich gebackenen übereinstimmen, wenn alles Mehl zu Grossbrot verbacken wird.

Diese Werte sind genauer bestimmbar als diejenigen für p.

c) *Der spezifische Energieverbrauch w* (in kWh/kg Brot) ist gleich der in einem Jahre zugeführten Energie W dividiert durch die in einem Jahre gebackene ideelle Brotmenge Q. Die zugeführte Energie W wurde wie bei a) auch bei den mit Brennstoffen beheizten Oefen in kWh errechnet; der spez. Energieverbrauch w ist daher mit denselben möglichen Fehlern behaftet, die bei a) näher angegeben sind.

d) *Die spezifischen Backkosten k* (in Rp./kg Brot) sind gleich den totalen Jahresausgaben K dividiert durch die ideelle Brotmenge Q eines Jahres.

Die totalen Jahresausgaben K setzen sich bei den elektrischen Oefen zusammen aus den Kosten für die Verzinsung, den Unterhalt und die Amortisation des Backofens und den Kosten für die elektrische Energie inkl. Zähler- und Sperrschaltermiete. Der erste Posten wurde zu 10 % der Erstellungskosten angenommen, der zweite ergab sich aus der Umfrage. Bei den mit Brennstoffen beheizten Oefen setzen sich die totalen Jahresausgaben K zusammen aus den Kosten für die Verzinsung, den Unterhalt und der Amortisation des Backofens, denjenigen für die Beschaffung des Brennmaterials inkl. Transportkosten für dasselbe, den Kosten für die Bedienung der Feuerung und den diversen Kosten zusammen, wie z. B. solche für die Schlackenabfuhr, für Heizwertverluste durch Lagerung, für Verzinsung des Brennmateriallagers, für die Miete der Brennmateriallagerräume und für den Kaminfeger. Diese Kosten wurden alle, soweit sie sich nicht aus den Angaben der Bäckereien ergaben, gemeinsam durch die vier am Anfang dieses Aufsatzes genannten Vertreter geschätzt.

Ergebnisse der Umfragen betr. Backöfen vom Juni 1924 und Juni 1925.

A. Angaben für elektrisch beheizte Backöfen.

No.	Erstellungsjahr	Backfläche	Anschlusswert P	1924 Verbackenes Mehl	1924 Entsprechendes Grossbrot Q	1924 Energieverbrauch W	Erstellungskosten	Jahresausgaben 1924 Verzinsung Amortisation Unterhaltung	Jahresausgaben 1924 Elektrische Energie inkl. Zähler und Sperrschalt.	Total K	Mittlerer Preis der elektrischen Energie	Jährliche Benützungsdauer	Mittlere Beheizung der Backfläche p	Mittlere Ausnützung der Backfl. q kg Brot / Tag m²	Spez. Energieverbrauch w kWh / kg Brot	Spez. Backkosten k Rp. / kg Brot
		m²	kW	kg	kg	kWh	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Rp./kWh	h	kW/m²			
1	1920	15	80	91 937	123 000	119 400	22 300	2230	3563	5 793	2,98	1494	0,91	26,3	0,97	4,71
2	1921	11,2	50	115 855	155 000	119 510	16 300	1630	4390	6 020	4,00	2390	1,22	44,4	0,77	3,88
3	1920	7,0	43	51 000	68 400	70 860	14 000	1400	2192	3 592	3,09	1647	1,15	31,4	1,04	5,25
4	1918	8,3	55	94 150	126 000	101 440	18 000	1800	4330	6 130	4,26	1850	1,40	48,7	0,805	4,86
5	1920	9,2	45	78 600	105 500	83 680	21 400	2140	3116	5 256	3,72	1860	1,04	36,8	0,795	4,98
6	1919	5,5	25	49 000	65 700	64 675	11 600	1160	2840	4 000	4,39	2590	1,34	38,3	0,985	6,09
7	1918	8,8	48	81 350	109 000	88 436	13 000	1300	3980	5 280	4,51	1860	1,15	39,8	0,810	4,84
8	1918	10,7	60	167 050	224 000	194 850	14 000	3050	7200	10 250	3,70	1340	0,87	27,9	0,870	4,58
9		15,0	85				16 500									
Summen bezw.		90,7	491	728 942	976 600	842 851	147 100	14 710	31 611	46 321	—	—	—	—	—	—
Mittelwerte		10,1	54,6	80 994	108 500	93 650	16 340	1 634	3 512	5 146	3,75	1717	1,06	34,5	0,865	4,75
Mittelwerte bei 0,6 kWh/kg Brot spez. Energieverbrauch u. 3,0 R/kWh						65 200	—	1 634	1 956	3 590	3,00	—	—	—	0,60	3,31

B. Angaben für Dampfbacköfen.

No.	Erstellungsjahr	Backfläche	1924 Verbackenes Mehl	1924 Entsprechendes Grossbrot Q	1924 Brennmaterial	Brennmaterialmenge	Erstellungskosten	Jahresausgaben 1924 für Verzinsung Amortisation Unterhaltung	Jahresausgaben 1924 für Brennmaterial	Jahresausgaben 1924 für Bedienung	Jahresausgaben 1924 für Div. Schlakkenabfuhr Lagerverlust	Jahresausgaben 1924 für Total K	Mittlerer Preis von 1 t Kohle	Mittlere Beheizung der Backfläche p	Mittlere Ausnützung der Backfl. q kg Brot / Tag m²	Spez. Energieverbrauch w kWh / kg Brot	Spez. Backkosten k Rp. / kg Brot
		m²	kg	kg		t	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr./t	kW/m²			
1	1907	13,6	314 255	421 000	Brikett	120	1200	2200	5980	300	520	9000	49.80	5,83	99,5	1,65	2,13
	1910	13,6					1000										
2	1918	13,2	169 896	228 000	Brikett	80	7000	1000	5260	200	400	6860	65.80	4,00	54,4	2,03	3,01
3	1906	6×8,4	6×105548	6×141500	Brikett	6×57,3	6×8665	6×900	6×4170	6×200	6×300	6×5570	73.—	4,51	54,1	2,35	3,94
4	1923	14,8	94 875	127 000	Brikett Holz[1])	35 (32)	7400	1000	3250	300	400	4950	93.—	1,43	40,7	1,46	3,90
5	1911	13,0	177 350	238 000	Brikett	60	7800	1000	3600	200	400	5200	60.—	3,06	58,7	1,46	2,18
6	1917	17,2	75 625	102 000	Rd. „	37	7400	1000	2590	200	400	4190	70.—	1,46	19,0	2,10	4,10
7	1904	7,1	31 931	42 800	Brikett	25	7500	1000	1850	200	400	3450	74.—	2,32	19,3	3,39	8,06
8	1923	7,5	57 000	77 000	Saarkohle	16 (24,8)	6000	1000	1550	200	400	3150	97.—	2,21	32,9	1,90	4,09
9	1911	5,8	90 000	121 000	Brikett	30	7500	1000	2100	200	400	3700	70.—	3,43	67,0	1,44	3,06
10	1911	9,5	72 800	97 600	Brikett	34,5	6000	1000	2520	200	400	4120	73.—	2,40	32,7	2,05	4,22
Summen bezw.		165,7	1 717 020	2 303 400	—	787,1	110 790	15 600	53 720	3200	5520	78 040	—	—	—	—	—
Mittelwerte		10,3	107 000	144 000	—	49,3	6 930	975	3 360	210	345	4 880	68.20	3,17	44,7	1,98	3,39

[1]) Verhältnis von Brikett : Holz = 8 : 3.

C. Angaben für direkt beheizte Kohlenöfen.

No.	Erstellungsjahr	Backfläche	1924 Verbackenes Mehl	1924 Entsprechendes Grossbrot Q	1924 Brennmaterial	Brennmaterialmenge	Erstellungskosten	Jahresausgaben 1924 für Verzinsung Amortisation Unterhaltung	Jahresausgaben 1924 für Brennmaterial	Jahresausgaben 1924 für Bedienung	Jahresausgaben 1924 für Div. Schlakkenabfuhr Lagerverlust	Jahresausgaben 1924 für Total K	Mittlerer Preis von 1 t Kohle	Mittlere Beheizung der Backfläche p	Mittlere Ausnützung der Backfl. q kg Brot / Tag m²	Spez. Energieverbrauch w kWh / kg Brot	Spez. Backkosten k Rp. / kg Brot
		m²	kg	kg		kg	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr./t	kW/m²			
1	1900	4,0	27 500	36 900	Würfelkohle	10 750	2500	400	1200	200	300	2100	112	2,76	29,6	2,62	5,70
2	1876	5,0	55 000	74 000	Würfelkohle	14 600	1500	400	1500	200	300	2400	103	3,00	47,5	1,78	3,24
3	1911	4,5	60 000	80 000	Saarkohle	17 500	4000	500	1930	220	300	2950	110	4,00	57,0	1,97	3,69
Summen bezw.		13,5	142 500	190 000	—	42 850	8000	1300	4630	620	900	7450	—	—	—	—	—
Mittelwerte		4,4	47 500	63 630	—	14 280	2700	430	1540	210	300	2480	108,50	3,33	46,4	2,02	3,90

D. Angaben für Holzbacköfen.

No.	Erstellungsjahr	Backfläche	1924 Verbackenes Mehl	1924 Entsprechendes Grossbrot Q	1924 Brennmaterial	Brennmaterialmenge	Erstellungskosten	Jahresausgaben 1924 für Verzinsung Amortisation Unterhaltung	Jahresausgaben 1924 für Brennmaterial	Jahresausgaben 1924 für Bedienung	Jahresausgaben 1924 für Div. Schlakkenabfuhr Lagerverlust	Jahresausgaben 1924 für Total K	Mittlerer Holzpreis von 1 kg	Mittlere Beheizung der Backfläche p	Mittlere Ausnützung der Backfl. q kg Brot / Tag m²	Spez. Energieverbrauch w kWh / kg Brot	Spez. Backkosten k Rp. / kg Brot
		m²	kg	kg		kg	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Rp./kg	kW/m²			
1	1904/05	5,2	32 850	44 000	Tannen	17 000	?	300	1300	200	200	2000	7,7	1,9	27,2	1,9	4,54
2	1891	2×6,8	2×124122	2×166000	Tannen	2×43000	4000	2×300	1×3850	2×250	2×200	2×4600	9,0	3,6	78,4	1,3	2,77
3	Ende 90er	2×6,3	2×82433	2×110000	Tannen	2×28000	?	2×300	2×2230	2×250	2×220	2×3000	8,0	2,5	56,0	1,3	2,73
4	1886	4,0	58 000	77 700	1/2 Tannen	32 200	1250	300	1300	200	200	2000	4,1	4,3	62,5	1,9	2,58
5	1908	5,5	105 000	141 000	1/2 Buchen	44 800	3000	300	3200	200	200	3900	7,1	4,3	82,3	1,5	2,77
6	1894	4,6	28 500	38 400	Tannen	27 000	2000	300	1356	244	200	2100	5,0	3,1	26,8	3,3	5,47
7	1884	5,4	34 500	46 200	Tannen	17 000	3000	300	1275	225	200	2000	7,5	1,7	27,5	1,7	4,33
Summen bezw.		50,9	671 960	899 300	—	280 000	—	2700	20 591	2069	1840	27 200	—	—	—	—	—
Mittelwerte		5,65	74 662	99 920	—	31 000	—	300	2 288	230	202	3 020	7,4	2,9	56,8	1,44	3,02

2. *Schlussfolgerungen.*

Aus der vorstehenden Tabelle können eine ganze Reihe von Schlussfolgerungen gezogen werden; wir erwähnen hier nur einige, die uns von besonderer Bedeutung erscheinen.

a) *Die mittlere Beheizung der Backfläche* ist bei den elektrischen Backöfen kleiner als bei den übrigen, da sie aber parallel geht mit einem kleineren spezifischen Energieverbrauch (infolge Wegfalles der Kaminverluste und Verluste durch unvollständige Verbrennung), so ist der massgebende Unterschied nicht so gross, wie man auf den ersten Blick glauben könnte. Immerhin ist die elektrische Heizung eine etwas schwächere als bei den übrigen Backöfen im Mittel, der elektrische Ofen ist weniger überlastungsfähig, backt aber dafür gleichmässiger.

b) *Die mittlere Ausnützung der Backfläche* war bei den untersuchten elektrischen Backöfen im allgemeinen eine kleine. Es werden selten mehr als zwei bis drei Schüsse pro Tag gemacht, währenddem vier bis fünf Schüsse wie bei einigen mit Brennstoff beheizten Oefen erreichbar wären. Allerdings setzt das Arbeitsbeginn um 3 Uhr morgens voraus, wenn nur Nachtstrom verwendet werden soll. Die Vermehrung der Anzahl Schüsse auf ca. vier hätte ein Sinken des spez. Energieverbrauches auf ca. 0,6 $\frac{\text{kWh}}{\text{kg Brot}}$ herab zur Folge. Es sollte daher bei Neuanlagen dahin tendiert werden, dass der Bäcker keinen zu grossen Backherd installiert, wie dies bei den untersuchten elektrischen Backöfen fast durchwegs der Fall ist. Es ist dies im gemeinsamen Interesse sowohl des Bäckers wie des Elektrizitätswerkes erwünscht. Im Interesse des Bäckers, weil er einen kleineren und daher billigeren Ofen installieren kann, der ferner einen geringeren spezifischen Energieverbrauch besitzen wird und daher auch kleinere Stromausgaben zur Folge hat; im Interesse der Elektrizitätswerke, weil eine höhere Benützungsdauer des Anschlusswertes erzielt wird und der elektrische Ofen infolge kleinerer Betriebskosten eher konkurrenzfähig wird. Eine Voraussetzung allerdings müsste vom Elektrizitätswerk erfüllt werden, wenn allgemein eine höhere Ausnützung der Backflächen erreicht werden soll, das ist die Zurverfügungstellung von Tagesstrom an Samstagen und Vortagen von Festtagen zu möglichst den gleichen Bedingungen wie für den Nachtstrom, damit den dann gesteigerten Anforderungen auch mit einem kleineren Ofen mit entsprechend mehr Schüssen Genüge geleistet werden kann. Wir glauben, dass heute eine ganze Anzahl von Oefen zum Teil wegen des Samstagsbetriebes zu gross gewählt wurden und daher in der übrigen Zeit schlecht ausgenützt sind.

c) *Der spezifische Energieverbrauch* ist, wie zu erwarten war, bei den elektrisch beheizten Backöfen am kleinsten. Es wird aber auffallen, dass der Unterschied nicht grösser ist. Das rührt einesteils davon her, dass die Bäcker gelernt haben, ihre mit Brennstoffen beheizten Oefen richtig zu betreiben und daher verhältnismässig wenig Brennstoffe pro kg Brot brauchen, andernteils daher, dass die Besitzer elektrischer Backöfen in der Regel zu grosse und daher wenig ausgenützte Backöfen besitzen.

Der spezifische Energieverbrauch könnte auch durch Anwendung besseren Wärmeisoliermaterials oder grösserer Schichten von solchem Material herabgesetzt werden. Inwiefern sich diese Mehrkosten lohnen würden, ist eine interessante Frage, zu deren Lösung aber besondere Versuche notwendig wären.

Jedenfalls kann aber der spezifische Energieverbrauch elektrischer Backöfen bei etwa vier Schüssen pro Tag, wie unsere Untersuchungen (siehe Bulletin 1919, No. 5, S. 135 u. ff.) und wie Versuche, die das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich gemeinsam mit der Brennstoffprüfungsanstalt der Eidg. Techn. Hochschule durchgeführt hat, gezeigt haben, bis unter 0,5 kWh/kg herabgesetzt werden.

Der Sicherheit halber rechnen wir aber im folgenden nur mit einem Mittelwert von 0,6 kWh/kg Brot, ein Wert, der gut erreichbar ist, wenn die Backflächen richtig ausgenützt werden.

d) Einen wichtigen Punkt der ganzen Untersuchung bilden natürlich die *spezifischen Backkosten.* Die Tabelle zeigt, dass diese für die elektrisch beheizten Backöfen etwas höher als bei den übrigen Backöfensystemen waren; dass aber, wenn der mittlere Strompreis von 3,8 auf 3 Rp./kWh noch heruntergesetzt werden kann und der spezifische Stromverbrauch durch die bereits früher erwähnten Mittel auf ca. 0,6 kWh/kg Brot (anstatt 0,87 kWh/kg bei den untersuchten, im allgemeinen viel zu grossen Oefen) erniedrigt wird, die spezifischen Backkosten ungefähr gleich hoch werden wie bei den Dampf- und Holzbacköfen und etwas niedriger als bei den direkt beheizten Kohlenöfen. Der Vollständigkeit halber erwähnen wir noch, dass die Brennstoffpreise, die wir unsern Berechnungen gemäss Angaben der Bäcker zu Grunde gelegt haben, auch heute noch gelten.

Bei diesem Kostenvergleich darf nicht ausser acht gelassen werden, dass der elektrische Betrieb eine ganze Reihe anderer Vorteile mit sich bringt (wie z. B. den saubereren und bequemeren Betrieb), die durch solche Zusammenstellungen nicht erfasst werden können.

Ueber den Einfluss der räumlichen Anordnung von nicht armierten, mit Drehstrom gespeisten Einleiter-Kabeln auf die Ausbildung von Bleimantelströmen.

Von der *Materialprüfanstalt und Eichstätte des S. E. V.*
(Ing. *P. Schmid,* Zürich).

621.319.34 (0068)

In der vorliegenden Arbeit wird der Einfluss der räumlichen Anordnung von nicht armierten, mit Drehstrom gespeisten Einleiter-Kabeln auf die Ausbildung von Bleimantelströmen untersucht. Von der Ueberlegung ausgehend, dass diese Ströme zu Energieverlusten und damit zu einer zusätzlichen Erwärmung der Kabel führen, beauftragten die Kraftwerke Oberhasli A.-G. die Materialprüfanstalt des S. E. V. mit der Durchführung entsprechender Messungen an drei Versuchskabeln. Die gewonnenen Ergebnisse gelangen bei der Anordnung der Kabel im Stollen Handeck-Guttannen zur Anwendung. Dieser Stollen ist 5 km lang, die zu transportierende Leistung ist ca. 100 000 kVA. Im folgenden wird über Art und Umfang der Versuche berichtet. Ferner werden an Hand von Kurventafeln die erhaltenen Resultate mitgeteilt und kurz besprochen.

Le présent article est consacré à examiner l'influence de la disposition mutuelle de câbles non armés, à un conducteur, pour courant triphasé, sur la production de courants induits dans le manteau de plomb. Ces courants parasites ayant pour conséquence des pertes d'énergie, d'où un échauffement supplémentaire des câbles, les Forces Motrices de l'Oberhasli, S. A. ont chargé la station d'essai des matériaux de l'A. S. E. de procéder à des mesures spéciales sur trois câbles d'essai. Les résultats obtenus sont appliqués à la disposition des câbles dans le tunnel Handeck-Guttannen, de 5 km de longueur, prévu pour le transport d'une puissance de 100 000 kVA environ. On trouvera ci-après un compte-rendu des essais, puis la discussion des résultats, reportés graphiquement dans des tableaux.

I. Einleitung.

Fliesst durch die Seele eines Einleiter-Kabels ein Wechselstrom, so induziert das ihn umgebende Magnetfeld im Bleimantel eine E. M. K., die, bei sonst gleichen Umständen, von der Stromstärke und der Länge des Kabels linear abhängig ist.

Betrachten wir nun drei Kabelstücke, die durch eine Drehstromquelle gespeist werden, so ist die E. M. K. zwischen Anfang und Ende jedes Bleimantels von allen drei Strömen abhängig. Deshalb tritt hier als weiterer Faktor, der auf die Grösse der induzierten E. M. K. von Einfluss ist, die *räumliche Anordnung der Kabel* in Erscheinung.

Im Kraftwerksbetrieb ist es notwendig, die Bleimäntel mindestens an beiden Enden zu erden, d. h. die nebeneinander liegenden Enden der Bleimäntel werden durch eine Verbindung von sehr geringem Widerstand an die Erdsammelschiene angeschlossen. Dadurch bilden sich in den Bleimänteln Ströme aus, deren Stärke ebenfalls von obgenannten Faktoren abhängig ist. Man wäre versucht, ein solches System mit einem eisenlosen, sekundär kurzgeschlossenen Transformator zu ver-