

Zeitschrift:	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber:	Association suisse des électriciens
Band:	14 (1923)
Heft:	5
Artikel:	Vergleichende Kochverluste mit einem Kohlenherd und elektrisch geheizten Kocheinrichtungen in der Zürcher Heilstätte in Davos-Clavadel
Autor:	Rutishauser, J.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-1057583

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: 29.12.2025

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

- In den angegebenen Gleichungen bezeichnen
 B die Eisensättigung im Schenkel in Gauss,
 q den aktiven Eisenquerschnitt im Schenkel in cm^2 ,
 h die Höhe der Wicklung in Richtung der Streukraftlinien in cm,
 δ die sogenannte reduzierte Breite des Isolationskanals zwischen Ober- und Niederspannungswicklung in cm,
 λ_0 die mittlere Windungslänge in cm.

Unter Spule ist im Text stets der gesamte, durch zwei Isolationskanäle begrenzte Wicklungsteil verstanden.

Die vorstehend gegebenen Gleichungen setzen voraus, dass das den kurzgeschlossenen Transformator speisende Netz so ergiebig ist, dass der Transformator unter allen Umständen seine volle Klemmenspannung behält. Ist dies nicht der Fall, so sinkt die Kurzschlusskraft quadratisch mit der Spannung. Die angegebenen Gleichungen geben ferner Spitzenwerte der Kraftwirkungen des plötzlichen Kurzschlussstromes, für den folgender Verlauf angenommen wurde:

$$i = i \sqrt{2} (e^{-\beta t} - \cos \omega t).$$

Unter praktischen Verhältnissen ergibt sich der Spitzenwert des plötzlichen Kurzschlussstromes zu höchstens $i = i \sqrt{2} \cdot 1,8$ und somit dessen Quadrat zu $i^2 = 6,5 \cdot i^2$, wo i derjenige stationäre effektive Strom ist, der sich einstellt, wenn der kurzgeschlossene Transformator an seine normale Spannung gelegt wird. Nähere Untersuchungen zeigen, dass die Wicklung durchaus imstande ist, den zeitlichen Schwankungen der Kurzschlusskraft zu folgen und damit rechtfertigt sich die Einführung des Faktors 6,5 in die obigen Gleichungen. Es können im Gegenteil noch wesentlich höhere Beanspruchungen der Wicklung auftreten, wenn einzelne Teile derselben elastische Schwingungen ausführen können, deren Eigenfrequenz in der Nähe der einfachen oder doppelten elektrischen Frequenz liegt. Auf diesen Punkt ist daher bei der Konstruktion sorgfältig zu achten.

Vergleichende Kochversuche mit einem Kohlenherd und elektrisch geheizten Kocheinrichtungen in der Zürcher Heilstätte in Davos-Clavadel.

Von J. Rutishauser, Heizungstechniker der Gemeinde Davos.

Der Autor gibt Vergleichszahlen für den Energieverbrauch und die Kosten an, die während einer je siebentägigen Versuchsperiode in einer Grossküche bei reiner Kohlenfeuerung, bei gemischem Betrieb (Elektrische Energie und Kohle) und bei rein elektrisch betriebener Küche erhalten wurden. Er teilt ferner auch die entsprechenden Ergebnisse für den rein elektrischen Betrieb der Küche während eines ganzen Jahres mit.

L'auteur donne les chiffres comparatifs obtenus pendant une période d'essai de sept jours dans les cuisines de Clavadel fonctionnant soit uniquement à la houille, soit à l'électricité seulement, soit en combinant les deux moyens de chauffe. Il donne aussi les résultats de l'exploitation exclusivement électrique pendant une année entière.

Im Sanatorium Clavadel bei Davos sind früher schon Kochversuche gemacht worden, über die in den Bulletins des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Jahrgang 1921, berichtet wurde. Für die elektrischen Versuche stand damals lediglich eine Kippkesselanlage zur Verfügung, mit der man nur einfache Speisen zubereiten konnte. Mit den damaligen Versuchsergebnissen konnte man sich über die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Küche im Vergleich zum Kohlenbetrieb noch kein klares Bild machen. Der gemischte Betrieb, bei welchem der Kohlenherd doch gefeuert werden musste, befriedigte keineswegs und war auch nicht vorteilhaft. Die Sanatoriumsleitung entschloss sich deshalb, die elektrische Küche vorerst probeweise zu

ergänzen, und diese erweiterten Einrichtungen wurden erst nach Durchführung der Untersuchungen, über die im folgenden berichtet wird, fest übernommen. Es wurden im ganzen drei Versuche gemacht:

Versuch I: Reiner Kohlenbetrieb;

Versuch II: Gemischter Betrieb (Elektrisch und Kohlen);

Versuch III: Rein elektrischer Betrieb.

Diese Versuche wurden auf je sieben Tage ausgedehnt, wobei beständig für 180 Personen gekocht wurde; die vielen Ablesungen und Wägungen sind in zuverlässiger Weise gemacht worden. Seither ist während eines ganzen Jahres der Stromverbrauch weiter genau verfolgt worden. Es ergeben sich deshalb aus den Beobachtungen sichere Anhaltspunkte zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit dieser Grossküche. Der Verwaltung des Sanatoriums sei für die viele Mühe und für das Interesse an den Versuchen auch an dieser Stelle gedankt.

Gekocht wurde für alle Versuche in genau gleichen Quantitäten gemäss folgendem Speisezettel:

Frühstück: jeweils 80 Liter Milch und 40 Liter Wasser für Kaffee.

Mittagessen.

Montag: 80 Liter Suppe, 180 Bratwürste, 12 kg Hörnli, Salat.

Dienstag: 80 Liter Suppe, 32 kg Fische, 30 kg Kartoffeln, Salat.

Mittwoch: 80 Liter Suppe, 28 kg Siedfleisch, 30 kg Rübsli, 30 kg Kartoffeln, Pudding.

Donn'tag: 80 Liter Suppe, 27 kg Hackbraten, 10 kg Risotto, 30 kg Rübsli.

Freitag: 80 Liter Suppe, 220 Paar Frankfurterli, 30 kg Kartoffeln, 26 kg Sauerkraut.

Samstag: 80 Liter Suppe, 28 kg Siedfleisch, 30 kg Kartoffeln, 12 kg Linsen, Früchte.

Sonntag: 80 Liter Suppe, 30 kg Kalbsbraten, 30 kg Kartoffeln, zirka 50 kg Blumenkohl, Kuchen.

Vesperessen: jeweils 80 Liter Milch und 40 Liter Wasser für Kaffee.

Nachtessen: ¹⁾

Montag: 22 kg Gulasch, 12 kg Rösti, 12 kg Erbsli.
22 kg Gulasch, 8 kg Mais.

Dienstag: 80 Liter Milch } Kaffee, 8 Stück Wähen.
40 Liter Wasser } 25 kg Rösti.

Mittwoch: 10 kg Kalbsschnitzel, 15 kg Kartoffelstengeli, Salat.
12 kg Leber, 25 kg Pellkartoffeln.

Donnerstag: 10 kg Schweinskoteletten, 30 kg Kartoffeln, Salat.
12 kg Kutteln,

Freitag: 5 kg Makkaroni au gratin, Kompott.
30 Liter Kaffee gemischt, 16 Stück Wähen.

Samstag: 110 Spiegeleier, 15 kg Kartoffeln, 8 kg Spinat.
19 kg Haschee, 8 kg Nudeln.

Sonntag: 60 Liter Tee, Aufschnitt, Salat.
110 Stück Würste, Salat.

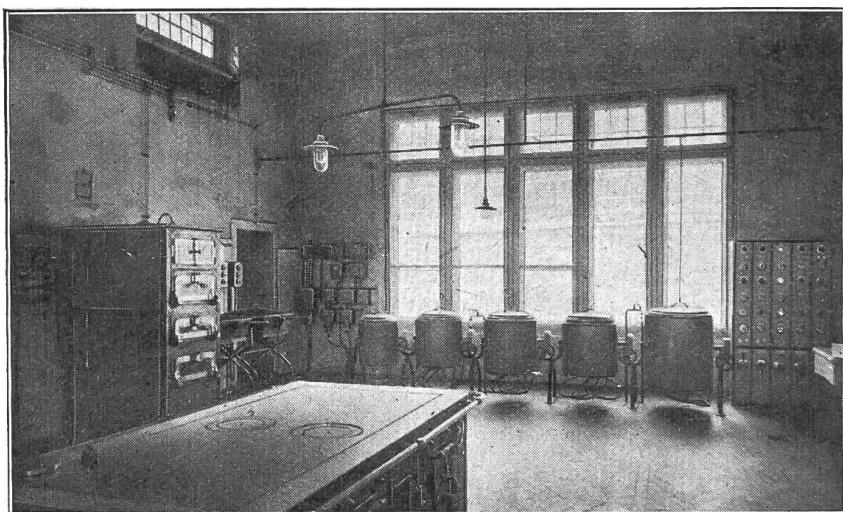
Brennstoff- und Strompreise franko Clavadel im Winter 1921/22:

Kohlen pro 100 kg	:	.	.	.	.	.	.	Fr. 19.30
Holz pro 100 kg	:	.	.	.	.	.	.	" 7.50
Kochstrom pro kWh	:	.	.	.	.	.	.	" -.12
Heizstrom pro kWh für die Warmwasserbereitung	:	.	.	.	.	.	.	" -.05

¹⁾ Nachtessen: Obere Linie: Privatabteilung 55 Personen.
Untere Linie: Allgemeine Abteilung 125 Personen.

Versuch I: Reiner Kohlenbetrieb.

Der Kohlenherd ist in obgenannten „Bulletins“ bereits beschrieben, und es sei hier nur kurz wiederholt, dass dieser eine nutzbare Herdplatte von 205×86 cm und eine Rostfläche von 830 cm^2 besitzt. Der Herd war für den grossen Betrieb etwas zu klein, die Herdplatte konnte immer gut ausgenützt werden. Ueber dem Roste sind Rohrschlangen eingebaut, die mit einem an der Küchenwand befindlichen kleinen Warmwasserboiler verbunden sind, der das warme Wasser für Kochzwecke liefert, währenddem das übrige Gebrauchswasser dem elektrischen Warmwasserspeicher der Zentralanlage entnommen wurde. Zwischen dem Herd und dem etwa 10 m entfernten Kamin ist ein Tellerwärmer eingebaut, der von den Rauchgasen geheizt wird.



Die Bedienung der Feuerung war gut; auch der Kaminschieber wurde immer richtig reguliert. Für das Frühstück wurde das warme Wasser jeweils einem elektrischen Warmwasserspeicher entnommen. Das während des siebentägigen Versuches in den Herdschlangen erwärmte Wasserquantum von total 1339 Liter und einer mittleren Temperatur von $84,7^\circ \text{C}$ reichte gerade aus als Kochwasser zum Mittag, Vesper und Nachtessen. Eine besondere Heizung der Küche war nicht notwendig, da diese durch den Kohlenherd gewärmt wurde.

Brennstoffverbrauch.

Holländische Kohlen Ia, Grube „Laura“, mit einem Heizwert von zirka 7600 Wärmeeinheiten pro kg.

97,5 77 81,5 84 100 94 86 total 620 kg

Ferner wurden 200 kg dürres Tannenholz verbraucht, was umgerechnet zirka 80 kg Kohlen entspricht.

Brennstoffkosten.

In 7 Tagen 700 kg holländische Kohlen	Fr. 135.10
in einem Tag 100 kg	Fr. 19.30

Versuch II: Gemischter Betrieb.

Zur Verfügung standen fünf elektrische Kippkessel von 50, 80, 100, 100 und 180 Liter Inhalt. Diese Kessel waren auf Grund früherer Versuche gegen Wärmeverluste gut isoliert, ebenso wurde nach Anlieferung die Bodenheizung noch weiter unterteilt, wodurch sich im Betrieb, besonders beim Fortkochen, wesentliche Ersparnisse erzielen lassen. Es sei hier auf die Fortkochversuche, Tabelle XII und XIII

der eingangs erwähnten Bulletins hingewiesen, aus welchen hervorgeht, wie durch vorgenommene Änderungen der Stromverbrauch beim Fortkochen auf einen Bruchteil verringert werden konnte.

Der Kohlenherd musste beim gemischten Betrieb täglich im Gebrauche gehalten werden. Er wurde aber morgens etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden später angefeuert, da das Frühstück in den Kippkesseln zubereitet wurde. Bei dem schwachen Feuer erwärmte sich das Wasser in der Herdschlange nur ganz wenig, so dass es weiter nicht verwendet wurde; auch der Kaminzug war zeitweise sehr mangelhaft.

Brennstoffkosten.

308 kg holländische Kohlen und 70 kg Tannenholz entsprechend total	
336 kg Kohlen	Fr. 64.85
480 kWh elektrischer Kochstrom	" 57.60
135 kWh für das vom elektrischen Wärmespeicher entnommene warme Kochwasser (siehe Versuch III)	" 6.75
Brennstoffkosten in sieben Tagen	Fr. 129.20
Brennstoffkosten in einem Tag	" 18.46

Versuch III: Rein elektrischer Betrieb.

Für diese Versuche, sowie für den seitherigen gesamten Betrieb, wurden die fünf Kippkessel mit 40,8 kW Anschlusswert, ein grosser Backofen mit drei Backräumen 12 kW, zwei Bratpfannen mit zusammen 15 kW und ein Glührost 3 kW mit zwei eingebauten kleineren Kochplatten von 2,4 kW Anschlusswert verwendet. Letztere waren aber während den Versuchen nicht im Betrieb.

Sperrzeiten für den Kochstrom bestehen in Davos nicht.

Zur Erwärmung des Tellerwärmers und der Küche mitten im Winter wurde im Kohlenherd während der Versuchswoche 49 kg Kohlen verfeuert; die Raumtemperatur war hierbei angenehm und der Tellerwärmer genügend warm. Bei diesem Versuche wurde das Warmwasser nicht nur für das Frühstück, sondern auch für das Mittag-, Vesper- und Nachtessen dem vorerwähnten elektrischen Warmwasserspeicher entnommen. Das in Berechnung zu ziehende und gemessene Quantum betrug rund 1350 Liter bei einer Entnahmetemperatur von 81°C und einer Kaltwassertemperatur von 6°C . Nach einem früher ermittelten Nutzeffekt des elektrischen Warmwasserspeichers von 87% entspricht dies einem Energieverbrauch von 135 kWh, wofür der Strompreis für Warmwasserspeicher einzusetzen ist. Diese Ausgabe, sowie die Kosten für die Heizung der Küche, sind beim Vergleich mit dem Kohlenherd mit einzuschliessen, da, wie bereits erwähnt, bei Versuch I mit dem Kohlenherd das tagsüber verwendete Kochwasser erwärmt, sowie Küche und Tellerwärmer geheizt werden konnten.

a) Brennstoffkosten für den Winterbetrieb mit Heizung der Küche:

764 kWh elektrische Energie	Fr. 91.68
49 kg Kohlen für die Heizung der Küche und des Tellerwärmers	" 9.45
135 kWh zu 5 Rp. für das dem elektrischen Wärmespeicher entnommene warme Kochwasser	" 6.75
Brennstoffkosten in sieben Tagen	Fr. 107.88
Brennstoffkosten in einem Tag	" 15.41

b) Brennstoffkosten für den Sommerbetrieb (ohne Heizung der Küche):

Hierfür wurde der sonst von den Abgasen umspülte Tellerwärmer ebenfalls mit direkter elektrischer Heizung versehen. Der Tellerwärmer ist täglich höchstens zwei Stunden im Betrieb; während der übrigen Zeit wird das Geschirr in der Regel in dem noch warmen Backofen erwärmt.

764 kWh für Kochstrom	Fr. 91.68
26 „ für den Tellerwärmer	„ 3.12
790 kWh in sieben Tagen	Fr. 94.80
135 „ für Warmwasser, wie oben	„ 6.75
925 kWh in sieben Tagen	Fr. 101.55
132,1 „ in einem Tag	„ 14.51

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Die Ausgaben für Brennstoffe pro Verpflegungstag, einschliesslich Personal und einschliesslich Kochwasser für Mittag-, Vesper- und Nachtessen, betragen:

	Pro Tag und Person	Pro Tag für 180 Personen
I. Beim reinen Kohlenbetrieb	10,7 Rp.	Fr. 19.30
II. Beim gemischten Betrieb	10,2 „	„ 18.46
III. Beim rein elektrischen Betrieb		
a) im Winter mit Heizung d. Küche mittels Kohlen	8,6 „	„ 15.41
b) im Sommer	8,0 „	„ 14.51

Das Warmwasser für das Frühstück, sowie sämtliches Putzwasser wurde bei allen Versuchen dem elektrisch geheizten Wärmespeicher der Zentralanlage entnommen.

Beim rein elektrischen Betrieb betrug der Stromverbrauch ohne Heizung der Küche und ohne Anrechnung des Warmwasserbezuges aus dem elektrischen Wärmespeicher: *0,627 kWh pro Verpflegungstag und 0,9 kWh pro Patient und Tag.*

Preisverhältnisse auf Grund der Energiepreise im Januar 1922.

	Ersparnisse pro Tag	pro Jahr
Der gemischte Betrieb ist billiger als der reine Kohlenbetrieb um	Fr. 0.84	Fr. 306.50
Der rein elektrische Betrieb ist billiger als der gemischte Betrieb um	„ 3.50 ²⁾	„ 1277.50 ²⁾
Der rein elektrische Betrieb ist billiger als der reine Kohlenbetrieb um	Fr. 4.34	Fr. 1584.—

Zu den genannten Zahlen sind nur die effektiven Auslagen für Brennstoffe und elektrischen Strom enthalten; sie berücksichtigen also Verzinsung, Amortisation und Unterhalt der elektrischen Einrichtungen nicht; andererseits sind aber auch ideelle Werte, wie Sauberkeit, Rauchlosigkeit nicht berücksichtigt.

Die Versuche ergeben, dass zur Ersetzung von 1 kg Kohle im Mittel 1,35 kWh notwendig war.

Praktische Jahresergebnisse.

Seit der Durchführung vorstehend beschriebener Versuche wurde während eines ganzen Jahres rein elektrisch gekocht und der Stromverbrauch genau notiert. Nennenswerte Störungen sind in dieser Zeit nicht vorgekommen. Da die Küche noch nicht mit Zentralheizung versehen ist, wurde im Winter der Kohlenherd als Heizung etwas in Betrieb genommen, wobei die Herdplatte zugleich als Tellerwärmer diente.

²⁾ Wobei das Mittel aus dem Winter- und Sommerbetrieb zugrunde gelegt ist.

Der Energiekonsum während dieser Zeit betrug im

Januar	3895 kWh
Februar	2985 "
März	3270 "
April	3270 "
Mai	3755 "
Juni	3810 "
Juli	4250 "
August	3920 "
September	3830 "
Oktober	4000 "
November	3800 "
Dezember	3850 "
Total	44635 kWh

Der Gesamtanschlusswert der Kocheinrichtungen betrug 75 kW; es entspricht dies einer Benützungsdauer von 595 Stunden im Jahr.

Bei 66 165 Verpflegungstagen, einschliesslich Personal, ergibt dies einen Stromverbrauch von 0,674 kWh, oder bei dem *jetzigen* Strompreise von 10 Rp. pro kWh, 6,74 Rp. pro Kopf und Tag; bei 44 997 Patiententagen macht dies 0,991 kWh, oder rund 10 Rp. pro Patient und Tag aus. Hierbei sind aber die Kosten für die Erwärmung der Küche und der

Verbrauch an Koch- und Putzwasser *nicht* eingeschlossen. Das gesamte in der Küche benötigte Warmwasser, also auch das Kochwasser für die Kippkessel, wird der elektrischen Warmwasserbereitungsanlage (Speicheranlage mit Nachtstrombetrieb) entnommen. Dies ist beim Kippkesselbetrieb allgemein üblich und auch wirtschaftlicher, als wenn das Wasser mit Kochstrom erwärmt wird. (Kochstrom 10 Rp., Nachtstrom für Warmwasserspeicher z. Z. 4 Rp.).

Diese durch Dauerkontrolle gewonnenen Zahlen stimmen mit den während den Versuchen ermittelten überein. Der etwas höhere Verbrauch im Jahresbetrieb (0,674 statt 0,627 kWh pro Verpflegungstag) röhrt davon her, dass im Sommer während längerer Zeit an eine grössere Anzahl Bauhandwerker das Mittagessen verabfolgt wurde, was in den obgenannten Verpflegungstagen nicht berücksichtigt ist. Auch das Einmachen von Früchten usw. erforderte einen grössern Stromverbrauch als während den Versuchswochen. Diese sehr günstigen Ergebnisse des elektrischen Betriebes der Küche wurden erreicht durch zweckmässige Wahl der elektrischen Apparate und durch richtige Unterteilung der Heizleistung und Isolierung der Kippkessel nach Vorschlägen des Verfassers dieser Arbeit.³⁾ Besonders hervorzuheben ist auch die tadellose Bedienung der elektrischen Einrichtung; die hier geschilderten Ergebnisse zeigen, wie viel Energie durch richtige Einteilung und durch nutzbringende Verwendung aller überschüssigen Wärme gespart werden kann.

Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit von Phasenkompen-sationseinrichtungen und Richtlinien zur Erzielung eines hohen Leistungsfaktors.

Von F. Wüthrich, Dipl.-Ing., Baden und Dr. Ing. E. Caspari, Mannheim.

Der Autor bespricht verschiedene Einrichtungen zur Erhöhung des Leistungsfaktors und leitet Formeln ab, an Hand welcher der Leistungsfaktor, auf welchen zweckmässigerweise reguliert werden soll, berechnet werden kann, wie auch die aus der Erhöhung des $\cos \varphi$ erzielbaren Ersparnisse. An Hand von Beispielen werden die abgeleiteten Rechnungsmethoden veranschaulicht. Endlich gibt er Richtlinien zur Verbesserung des Leistungsfaktors an.

A. Einleitung.

Bis vor einigen Jahren hat man das Auftreten eines von 1,0 verschiedenen $\cos \varphi$ in Wechselstromnetzen als unvermeidliche Erscheinung angesehen und sich damit abgefunden. Als dann aber mit der zunehmenden Anwendung der elektrischen

L'auteur discute divers moyens pour améliorer le facteur de puissance d'une installation et donne des formules permettant de calculer dans quelle mesure il est pratiquement utile de compenser le courant réactif et quelles sont les économies réalisables.

L'auteur applique ensuite sa méthode à quelques exemples et donne des directives pour le choix des dispositifs à adopter.

³⁾ Siehe auch Bulletin 1921, No. 12, Seite 389 u. ff.