

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 4 (1913)
Heft: 6

Artikel: Ueber Wärmespeicherung
Autor: Brack, Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059114>

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>

Andererseits muss man sich im vorliegenden Falle unwillkürlich die Frage stellen, ob die Unterbringung sämtlicher Oelschalter der ganzen Anlage in einer einzigen, durch den Zelleneinbau wohl etwas unterteilten, aber nicht abgetrennten Halle in Störungsfällen nicht bedenklich erscheint. Die längst bekannte und bewährte Massnahme der Unterteilung einer grösseren Anlage in Gruppen, die z. B. Generator- und Transformer-Einheit und eine Fernleitung oder eine gleichartige kleine Anzahl von Verteilleitungen umfassen und die nicht nur elektrisch, sondern auch räumlich getrennt voneinander angeordnet sind, dürfte in Zukunft mehr Beachtung finden. Schon der Einbau momentan auslösender Automat-Schalter in die Sammelschienen, zum Zweck die auf den Kurzschluss arbeitende Generatorleistung zu begrenzen, kann in Anlagen, die ohne Rücksicht auf die Oelschalter vergrössert wurden, eine wesentliche Entlastung der eventl. bis an die Grenze der Sicherheit belasteten Schalter herbeiführen.

Die Plazierung der grossen Oelschalter insbesondere sollte in Kabinen geschehen, die möglichst ins Freie münden, analog der heute vielerorts gebräuchlichen Transformerkabinen. Für Schalter extra hoher Spannung mit ihren bedeutenden Oelmengen verdient die in den V. S. von Amerika teilweise geübte Aufstellung im Freien eventl. mit Schutzdach alle Beachtung. Eventuel dürfte sich für Anlagen mittlerer Hochspannung auch eine Disposition finden lassen, die mit ähnlichen Vorteilen gestattet, die Apparate in geschütztem Raume zu montieren, ohne dass dadurch die Gebäude teurer zu werden brauchen. Jedenfalls ist es bei Neuanlagen von imperativer Bedeutung, die Schaltanlagen auch nach dieser Seite einer eingehenden Kritik zu unterstellen; dass diese Kritik analog auf die mit viel grösseren Oelmengen arbeitenden Oeltransformer ausgedehnt werden muss, soll der Vollständigkeit halber auch noch erwähnt werden.

Ueber Wärmespeicherung.

Vortrag gehalten von Direktor *Ch. Brack*, Solothurn, an der Diskussions-Versammlung des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins am 4. Mai 1913 in Bern.

Ursprünglich war beabsichtigt, an der heutigen Versammlung über einen speziellen „Wärmespeicherungs-Apparat“, d. i. über die Neukonstruktion eines Kochofens mit Wärmespeicherung System „Feige“ vom Konstrukteur selber einen Vortrag halten, also Ihnen diesen Apparat in allen Details vorführen zu lassen und denselben namentlich theoretisch eingehend zu behandeln. Leider ist es nicht gelungen, den Konstrukteur für diesen Vortrag zu gewinnen. Die Frage der Wärmespeicherung ist aber, namentlich für die stromverteilenden Werke, von so grosser Wichtigkeit, dass es wünschenswert erschien, den Gegenstand doch unter die Vorträge der heutigen Diskussions-Versammlung aufzunehmen, und da mir wenigstens eine Abhandlung über den „Feige-Ofen“, sowie Mitteilungen über eine Diskussion im Schosse des Vereins deutscher Elektrotechniker über diesen Gegenstand in Aussicht gestellt wurden, und ja auch die Fachliteratur bereits einige Mitteilungen, die in dieses Gebiet einschlagen, enthält, so habe ich es übernommen, aus diesem Material ein Referat zusammenzustellen, mit dem ich nun heute vor Sie trete. Wenn also der heutige Vortrag über die Wärmespeicherung Ihnen vielleicht nicht dasjenige bietet, das Sie möglicherweise erwartet haben, so wollen Sie dies den besonderen Umständen zu gute halten. Damit gehe ich zum eigentlichen Vortragsthema über:

Zum vornherein muss ich bemerken, dass, wenn von elektrischer Wärmespeicherung die Rede ist, es sich dabei nicht etwa um einen besondern elektrischen Apparat handelt, der ähnlich wie die elektrischen Akkumulatoren imstande ist, durch eine besondere Kon-

struktion auf elektrischem oder chemischem Wege die elektrische Energie aufzuspeichern und dann in Form von Wärme abzugeben. Im Gegenteil weisen die sämtlichen Apparate, von denen wir heute sprechen werden, eine Kombination auf von irgend einem der seit langem bekannten Systeme eines elektrischen Heizkörpers als Wärmeerzeuger, mit einer Metallmasse, mit Wasser, oder einem Mineral als Rezipienten für die Wärme und einem schlechten Wärmeleiter, welcher den Rezipienten nach aussen abschliesst und imstande ist, die vom erstern aufgenommene Wärmemenge längere Zeit zurückzuhalten, als Isolator. Auf die Details der verschiedenen Anordnungen werden wir bei den einzelnen Apparaten zu sprechen kommen. Es handelt sich im grossen und ganzen um einfache Konstruktionen, die weniger von der konstruktiv technischen Seite aus, als vielmehr wegen ihrem wirtschaftlichen Ergebnis unser Interesse beanspruchen. Auf diesem Gebiete muss sich denn auch der heutige Vortrag in der Hauptsache bewegen. Das Anwendungsgebiet dieser Wärmespeicher ist vorzugsweise dasjenige der elektrischen Kochapparate, denn diesen Apparaten, seien sie welchen Systems sie wollen, haftete bis jetzt der Mangel an, dass sie relativ grosse Effekte für relativ kleine Benutzungszeiten in Anspruch nahmen. Die meisten der energieverteilenden Werke sind aber darauf angewiesen, *einen bestimmten Jahrespreis pro belastetes KW zu erzielen*, der den Gestehungskosten entspricht und der zu um so höheren Preisansätzen für die KW-Stunde führt, je geringer die Benutzungsdauer eines bestimmten Effektes pro Jahr ist. Dieser Umstand ist es, der die Werke im allgemeinen veranlasst, gegenüber dem Anschluss von Wärmeapparaten, d. i. Koch- und Heizapparaten zurückhaltend zu sein, d. h. deren Benutzung an gewisse einschränkende Bedingungen, namentlich in Bezug auf die Benutzungszeiten zu binden oder sie mit verhältnismässig hohen KW-Stunden-Preisen zu belasten. Diese Bedingungen sind, allgemein gesprochen, mit den Anforderungen, die der Konsument an die Benutzung dieser Apparate stellen muss, unvereinbar, die Forderungen des Strombezügers und des Stromlieferanten gehen auseinander, *deshalb ist heute die Verwendung der elektrischen Energie für Koch-, Heiz- und Wärmezwecke überhaupt sehr gering gegenüber dem Bedarf an Wärme im Haushalt*, Gewerbe und Industrie. Andererseits ist aber auch schon wiederholt gezeigt worden, dass die elektrische Küche die Konkurrenz sowohl mit Gas- als auch mit der Kohlen- oder Holzfeuerung wohl aushalten könnte, unter welchen Preisen werden wir später sehen. Diese Frage ist schon wiederholt der Gegenstand von Studien gewesen. Ich erinnere zunächst an die Abhandlung von Herrn Passavant (E. T. Z. Jahr 1911). Dieser zeigt zunächst, wie für Abnehmer mit *geringer Benutzungsdauer* die reinen Betriebskosten eines Werkbetriebes sehr wenig Einfluss auf den Durchschnittspreis der KW-Stunde ausüben. Dieser KW-Stundenpreis ist allein abhängig von dem festen Teil der Gesamtkosten. *Für Abnehmer mit hoher Benutzungsdauer* dagegen tritt der Einfluss des letzt genannten zurück, die Kosten der KW-Stunden stellen sich im Jahresdurchschnitt niedrig und nähern sich den reinen Betriebskosten des elektrischen Werkes. Er benutzt diese Erwägungen, um darauf die Besprechung eines Tarifes aufzubauen, der geeignet wäre, die Verwendung der elektrischen Energie für Kochzwecke mit den Apparaten ohne Wärmespeicherung zu ermöglichen. Den Grundsatz dieses Tarifes sucht er darin:

Die Elektrizität auf Grund der vom Abnehmer geforderten Leistung zu einem hohen Pauschalpreise (er schlägt 600 Mark für das KW und Jahr vor) zu liefern. Wird die vereinbarte Leistung überschritten, so ist der überzeigende Verbrauch zum Lichtpreise zu verrechnen. Im übrigen soll es dem Konsumenten überlassen werden, das abonnierte Quantum durch geeignete Schaltung der einzelnen Verbrauchskörper möglichst gut auszunutzen und so den KW-Stundenpreis herabzusetzen.

Er kommt dann zum Schlusse, wie alle hierauf zielenden Bestrebungen, rein technisch gesprochen, die Bedeutung haben müssen, dass der Elektrizität in gewisser Hinsicht mittelbar das Element gegeben werden müsste, das ihr bisher in ausreichendem Masse fehlte, *nämlich eine Art von Aufspeicherungsmöglichkeit*. Er bemerkt, dass der elektrische Akkumulator diejenigen Wünsche nicht voll erfüllt, die man ihm entgegenbringt, um so willkommener findet er es daher, wenn die Akkumulierung der Energie in einer andern ihrer Formen, nämlich als „Wärme“ gefordert wird, denn hiermit, sagt er, können die

Elektrischen Werke, zum Teil wenigstens, ein Aequivalent für den Gasometer gewinnen, der in der Wirtschaftlichkeit der Gaserzeugung eine so wichtige Rolle spielt, indem sie die Aufspeicherung der Energie, die in den Zentralen nicht in ausreichendem Mass möglich ist, auf die einzelnen Abnehmer übertragen.

Ich habe eingangs bemerkt, dass mein heutiger Vortrag naturgemäss eine hervorragend wirtschaftliche Seite haben wird. Es gehört deshalb auch dazu, dass wir uns noch kurz vergegenwärtigen, wie es mit der Wirtschaftlichkeit, d. h. der Konkurrenzfähigkeit der Verwendung der elektrischen Energie für Wärmezwecke steht. Ich verweise da speziell auf den Artikel von Wilkens, Berlin, in der Elektrotechnischen Zeitschrift, Heft 27 des Jahres 1910 über die Frage: „Ist das Kochen mit Elektrizität wirtschaftlich durchführbar“. Die Frage wird, wenn sie vom rein theoretischen Standpunkt aus behandelt wird, verneint, namentlich da wo die Elektrizität durch Umwandlung der in der Kohle enthaltenen Energie gewonnen wird. Denn „es lassen sich mit einer KW-Stunde günstigstenfalls 865 Kalorien erzeugen, während der Wärmeinhalt von 1 m³ Gas etwa 5000 Kalorien und der von einem kg. Kohle bis 7000 Kalorien beträgt. Zieht man nun noch die Preisverhältnisse in Betracht, so verschiebt sich die Beantwortung der Frage noch weiter zu Ungunsten der Elektrizität, wenn für eine KW-Stunde etwa 16 Pfg. gefordert werden, während man 1 m³ Kochgas schon für 13 Pfg. und 1 kg. Kohlen für 3 Pfg. haben kann. Unter Zugrundelegung dieser Zahlenwerte kosten 1000 Kalorien mit Kohle erzeugt 0,43 Pfg., mit Gas erzeugt 2,6 Pfg., und mit Elektrizität erzeugt 18,5 Pfg.

Durch die verschiedenen Nutzeffekte der drei verschiedenen Wärm'erzeugungsarten beim Kochen ergibt sich aber eine Verschiebung in diesen Zahlen. Bei der Kohlenfeuerung z. B. geht ein grosser Teil der Wärme mit den Verbrennungsgasen nutzlos verloren, ein anderer Teil wird zur Erwärmung des Herdes und der Luft im Raum verschwendet und schliesslich wird noch durch das häufige Anfeuern Zeit und Wärme vergeudet. Auch bei der Gasfeuerung geht noch ein bedeutender Teil der Wärme mit den Verbrennungsgasen nutzlos verloren, der den Wirkungsgrad nicht unwesentlich herabsetzt.

Der grösste Teil aller dieser Verluste wird bei Verwendung von Elektrizität vermieden, weil die Stromwärme auf grosser Heizfläche in unmittelbarer Nähe des zu erwärmenden Gutes unter Luftabschluss erzeugt werden kann. Ingenieur Ritter hat in der E. T. Z. 1909 umfangreiche Vergleichsversuche veröffentlicht, mit dem Ergebnis, dass im Jahresdurchschnitt 4100 kg. Kohlen, 800 m³ Kochgas und 600 KW-Stunden einander in der Kochleistung gleichwertig sind, vorausgesetzt, dass direkt geheizte elektrische Kochgeschirre Verwendung finden.

Setzen wir für obige Quantitäten die Einheitspreise von 3,25 Mark pro 100 kg. Kohle, von 13 Pfg. pro m³ Gas und von 16 Pfg. pro KW-Stunde ein, so würde ein Haushalt von 4 Personen im Jahr für die Küche etwa aufzuwenden haben:

Bei Verwendung von Kohle	Mk. 133.—
„ „ „ Gas	„ 104.—
„ „ „ Elektrizität	„ 96.—

Aus diesen Ziffern ergibt sich, dass die elektrische Küche die geringsten Betriebskosten aufweist.

Der Preis von 16 Pfg. pro KW-Stunde könnte nun noch erheblich reduziert werden, wenn es gelingen würde, die Inanspruchnahme der elektrischen Energie für Kochzwecke auf diejenigen Stunden zu beschränken, in denen im allgemeinen die Elektrischen Werke weniger belastet sind, also vor allem unter Ausschluss der Belastungsstunden für die Lichtspitzen. Unter dieser Voraussetzung könnte sogar eine ganz namhafte Preisreduktion von fast 50 % in Betracht kommen, sodass sich unter Zugrundelegung der vor aufgeführten Vergleichszahlen das elektrische Kochen noch erheblich günstiger gestaltet im Vergleich zu den Kohlen- oder Gaskosten. Andererseits wäre der so reduzierte Preis von ca. 10 Cts. pro KW-Stunde, wenn er für eine angemessene Jahresbenutzungsdauer in Anwendung käme, noch ein derart günstiger, dass jedes Elektrische Werk wohl bestrebt sein dürfte, möglichst viel Anschlüsse zu diesen Preisen und Bedingungen, d. i. bei eingeschränkter Benutzung, sich zu verschaffen.

Aus den bisherigen Ausführungen geht nun schon hervor, von welcher ausserordentlichen Wichtigkeit das Problem der Wärmespeicherung wird, wenn damit die vorbeschriebenen Bedingungen erreicht werden können, d. h. die Energieabgabe für Wärmezwecke zur Füllung der Belastungstäler zu benutzen, ohne den eigentlichen Wärmeverbrauch zeitlich einschränken oder sonst an erschwerende Bedingungen knüpfen zu müssen. Das Ideal der Wärmespeicherung würde darin bestehen, den Energieverbrauch, ich möchte sagen, die Ladezeit auf die Nachtstunden zu verlegen.

Ueber die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Kochens liegt auch eine Arbeit vor von unserem Schweizer Kollegen, Ingenieur Heinrich Frey, welcher im Bulletin Nr. 6, 1912, zu dem Schlusse kommt, dass, wenn die Vergleichswerte auch keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit erheben können, indem vieles von der zweckmässigen Gebrauchsweise im Haushalte abhängt, sich doch ergibt, dass die elektrische Küche bei Strompreisen von 8—12 Centimes pro KW-Stunde mit der Gasküche und den üblichen Gaspreisen von 16—20 Cts. hinsichtlich Wirtschaftlichkeit erfolgreich in Konkurrenz treten kann. Herr Frey, indem er so die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Kochens nachweist, sucht aber das Mittel der Vermehrung des elektrischen Kochens ebenfalls in einer Tarifgestaltung.

Demgegenüber handelt es sich nun heute für uns darum, zu untersuchen, wie weit das andere viel rationellere Mittel *der Wärmespeicherung* gediehen ist, welche Apparate sich bereits auf dem Markte befinden, welche Chancen sie haben, im praktischen Leben zur Anwendung kommen zu können und welche Vorteile sie den stromverteilenden Werken bieten. Das Material, das hier vorliegt, ist zwar noch nicht sehr reichhaltig. Es kann aber konstatiert werden, dass die Vorteile der Wärmespeicherung überall, wo elektrische Energie erzeugt und verteilt wird, gewürdigt werden und dass man sich intensiv wenigstens mit Versuchen abgibt, geeignete Apparate herzustellen. Ich habe mich bei unseren Nachbarn, dem Verein Deutscher Elektrotechniker, nach dem Stand der Frage erkundigt. Ich hoffte namentlich von dort her besonders umfangreiches Material für den heutigen Vortrag zu erhalten, weil von der Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung Mitte Februar dieses Jahres eine Diskussion über den Gegenstand veranstaltet worden war. Es wurde mir aber geschrieben, dass bedauerlicherweise diese Diskussion äusserst mager verlaufen sei. Selbst der von der Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung bekannt gegebene, auf einem amerikanischen Prinzip aufgebaute Kochofen sei nicht vorgeführt und ebensowenig besprochen worden. Das beweist, dass das Problem der Wärmespeicherung sich noch im Anfangsstadium befindet, d. h. im allgemeinen noch wenig bekannt ist und die bezüglichen Apparate praktisch noch wenig verwendet sind.

Ich komme zur Besprechung der auf dem uns interessierenden Gebiet vorhandenen Konstruktionen, die ich im einzelnen einer kritischen Betrachtung unterziehen will.

Dr. A. Ekström, Direktor in Stockholm, hielt am 14. Dezember 1912 einen Vortrag im Schwedischen Technologen-Verein in Stockholm, in welchem er die Resultate seiner Untersuchungen über elektrisches Kochen auseinandersetzte. Der hauptsächlichste Inhalt dieses Vortrages sei im Nachstehenden wieder gegeben:

Während einer im August und September 1912 vorgenommenen Studienreise in Amerika hat Dr. Ekström das Kochproblem eingehender studiert. Unter den vielen elektrischen Kochherden, welche er dort gesehen hatte, waren namentlich zwei Typen bemerkenswert:

1. Herde, welche den Strom während der gesamten 24 Stunden des Tages aufnehmen und somit *als Wärmeaccumulierende Herde* bezeichnet werden können. Sie haben den Vorteil, dass man den Maximalverbrauch des Herdes stark reduzieren kann. Ekström gibt an, dass für einen mittleren Haushalt man für das Kochen nur 1 KW verwendet, zum Backen müsse ein zweites KW dazu geschaltet werden. Diese Akkumulierungsherde hat jedoch Herr Ekström vorerst nur im Konstruktionsstadium und nicht im praktischen Gebrauch gesehen. Leider kann er auch keine näheren Angaben über deren innere Konstruktion machen. Er bringt dem System kein grosses Vertrauen entgegen, weil die praktische Verwendung anscheinend infolge der ausserordentlichen Grösse und

Unbeweglichkeit dieser Apparate hindernd ist, denn die Herde, so sagt Ekström, sind so gross wie kleine Dampfkessel.

Eine *zweite Type Herde*, welche nur dann Strom aufnehmen, wenn sie verwendet werden, hat Herr Ekström kennen gelernt und bezeichnet unter diesen als den besten denjenigen der *Copeman Electric Stove Company in Flint, Mich.* Diesen hat er umkonstruiert und mit neuen patentierten Anordnungen versehen.

Dieser *elektrische Herd von Dr. Ekström* ist eine Art elektrischer Kochkiste mit automatischen Anordnungen für die Regulierungen der Temperaturen und für das Ein- bzw. Ausschalten. Oben auf dem Herd befinden sich zwei Heizplatten, auf welchen in bekannter Weise gebraten wird. Diese bestehen aus 2—3 Teilen, einer gusseisernen Platte, einem Wärme-Element und einer Bodenplatte. Sollte ein Wärme-Element defekt werden, so kann es in sehr einfacher Weise gegen ein neues ausgewechselt werden und zwar ohne dass die Kosten höher werden als etwa 40 Cts.

Der eigentliche Kochofen besteht dann aus einem Aluminiumkasten, welcher in sehr sorgfältiger Weise isoliert ist, sodass er die einmal erreichte Temperatur, praktisch genommen, stundenlang gleichmässig beibehalten kann. In dem Ofen befindet sich eine Heizplatte ähnlich der oben auf dem Herde befindlichen. Diese *Isolierung* am Ekström'schen Ofen stellt den *Wärmespeicher* dar.

Ueber dem ganzen Herd befindet sich eine Schalttafel aus Marmor mit Schaltern für Regulierung des Stromes, und ein Thermometer, welches durch ein dünnes Rohr mit dem Kochofen in Verbindung steht. Hierdurch kann die Köchin die Temperatur dauernd kontrollieren. Das Thermometer hat einen verstellbaren Zeiger, durch welchen der Strom bei Erreichung einer bestimmten Temperatur in dem Ofen automatisch ausgeschaltet wird. Auf diese Weise wird eine grosse Bequemlichkeit und Sicherheit im Betrieb des Ofens erreicht. Die Köchin braucht nur den Zeiger auf 100° einzustellen und den Strom einzuschalten. Bei Erreichung von 100° wird der Strom automatisch ausgeschaltet. *Da der Ofen als Kochkiste* gebaut ist, sinkt die Temperatur nach ausgeschaltetem Strom sehr langsam.

Der Ekström'sche Ofen enthält neben dem eigentlichen Kochofen, also für den Dauerkochprozess noch einen Backofen mit zwei Heizplatten, einer oben und einer unten ausgerüstet, welche zusammen oder einzeln eingeschaltet werden können. Diese Platten sind mit Wärmeverteilern, Gittern, versehen, damit die stärkste Hitze nicht das Brot direkt trifft. Der Herd ist sodann mit einer Weckuhr versehen, durch welche der Strom in dem Koch- oder Backofen in bekannter Weise zu einer festgesetzten Zeit eingeschaltet und ausgeschaltet werden kann. Wenn man z. B. Haferbrei um 7 Uhr morgens fertig haben will, so setzt man den Brei abends in den Ofen hinein, stellt das Thermometer auf 100° und die Weckuhr auf 5 Uhr früh morgens. Um 5 Uhr früh wird dann die Wärmeplatte im Kochofen automatisch eingeschaltet und bei Erreichung einer Temperatur von 100° wieder ausgeschaltet. Der Ofen behält dann, wie der Selbstkocher, eine Temperatur von fast 100° bei, sodass der Kochprozess vom Ausschalten des Stromes ab in unserem Haferbrei seinen normalen Fortgang nimmt und die Köchin um 7 Uhr früh einen zwei Stunden lang gekochten fertigen Haferbrei abholen kann. In ähnlicher Weise kann man mit dem Backen verfahren. Für die Warmwasserherstellung ist ein Behälter mit Thermometer und automatischen Ein- und Ausschaltungsanordnungen, wie bei dem Kochofen, vorgesehen.

Mit der einfachen Wärmespeicher-Einrichtung des Ekström'schen Apparates ist es denkbar, die Energiezufuhr für Kochzwecke in der Zeit der Hauptbelastung des Werkes jeweils zu unterbrechen, ohne in der Durchführung des Kochprozesses auch nur im geringsten beeinträchtigt zu werden. Ueber den Energieverbrauch dieses Apparates habe ich keine Angaben erhalten können, auch nicht über die Phasenverschiebung zwischen der Energiezufuhr und der Wärmeentnahme.

Der elektrische Ofen, System „Feige“. Feige ging beim Bau seines Ofens von folgenden Ueberlegungen aus:

Die jetzt auf dem Markt befindlichen elektrischen Kochapparate werden direkt beheizt. Die von ihnen elektrisch erzeugte Wärme dient zum sofortigen Kochen und Braten. In-

folgedessen muss die diesen Apparaten zuzuführende elektrische Energie der Heizwärmemenge entsprechen, welche der Brat- bzw. Kochhergang jeweils benötigt. Diese Art elektrischer Ofen besitzen mithin vier grundsätzliche Mängel:

1. Es müssen besonders elektrisch geheizte Kochapparate für den einzelnen Koch- und Brathergang angeschafft werden, welche bei falscher Bedienung zu vielen Reparaturen Anlass geben und deren Beschaffung verhältnissmässig teuer ist.
2. Es müssen verhältnissmässig hohe Energiemengen für den einzelnen Kochvorgang zur Verfügung stehen, sodass, wenn diese Apparate in grossem Umfange eingeführt werden, sehr bald eine Ueberlastung der Leitungsnetze der elektrischen Werke und der Hausinstallationen eintreten würde.
3. Sie führen zu Erzeugung von Belastungsspitzen im stromliefernden Werk, gegenüber denen eine angemessene Einnahme ausgeschlossen ist, insofern der Preis für Kochenergie so niedrig gehalten wird, dass das elektrische Kochen überhaupt noch in Frage kommen kann.
4. Diese Apparate sind nicht imstande, das im Haushalt nötige Warmwasser zu Spülzwecken etc. unter angemessenen Bedingungen zu liefern.

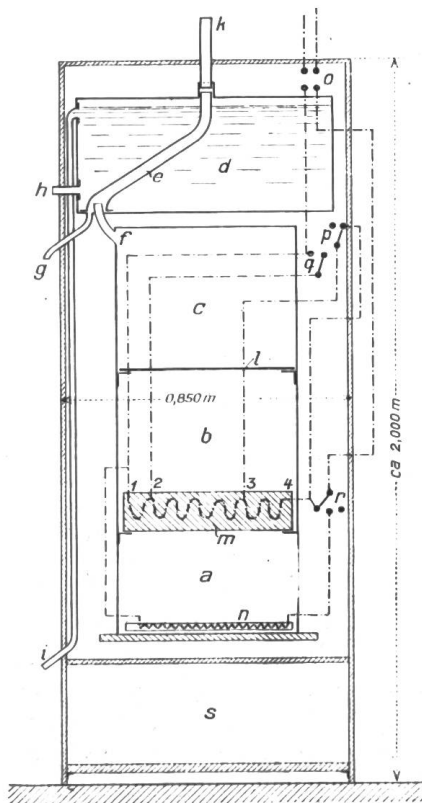


Fig. 1a.

Diese Mängel versuchte dann Feige in seinem neuen Kochherd zu vermeiden. Er konstruierte seinen Apparat so, dass keine besonderen Bedienungsrücksichten erforderlich sind, die Einschaltung des elektrischen Stromes an diesem Herd nie unterbrochen zu werden braucht und die elektrische Einrichtung des Ofens nicht überlastet werden kann, also eine falsche Behandlung unmöglich ist. Im übrigen kann dieser elektrische Küchenherd benutzt werden wie jeder gewöhnliche, indem in die Koch- und Bratröhren desselben die im gewöhnlichen Küchenbetrieb verwendeten Geschirre mit den zu kochenden oder zu bratenden Speisen eingeschoben werden. (Eine schematische Abbildung liegt bei, Fig. 1^a.) Er bietet gegenüber dem Kochen auf offenem

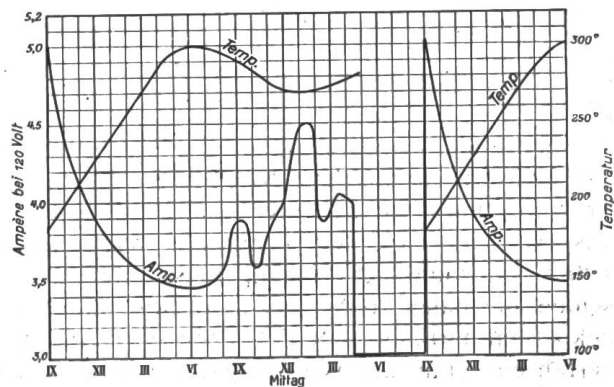


Fig. 1b.

Feuer insofern Vorteile, als übermässige plötzliche Erhitzungen vermieden und somit ein Ueberkochen und Anbrennen der Speisen ausgeschlossen ist und durch die gleichmässige von allen Seiten den Speisen zugeführte Hitze ein erheblich gleichmässigeres Durchkochen und Braten der Speisen ermöglicht wird. Für besonders scharfes Backen und Braten kann der Küchenherd noch mit einer besondern Bratplatte im Bratofen versehen werden. Der Verlauf der eingeführten Stromstärke und der entsprechenden Veränderung der Temperatur ergibt sich aus den vorliegenden Kurven (Fig. 1^b.) Die zum Kochen und Braten erforderliche Hitze wird im Feigeofen nicht direkt durch den elektrischen Strom erzeugt, sondern unter Vermittlung eines Wärmespeichers, welcher aus Metallmassen gebildet ist. *Die Metallmassen sind so berechnet, dass der Wärmeinhalt derselben dem Wärmebedarf einer Küche für Koch-, Brat- und*

Spülzwecke innerhalb 24 Stunden entspricht. Da der Ofen dauernd an das Netz des stromliefernden Werkes angeschlossen bleibt, bezw. nur während der Hauptbelastungszeit automatisch abgeschaltet wird, so ist die maximal zuzuführende elektrische Energie verhältnismässig niedrig, sie beträgt im Mittel nur 460 Watt und bewegt sich in den Grenzen von 600 Watt maximal beim Einschalten und 400 Watt minimal. Bei 19—20stündigem Betrieb, d. h. bei einer Ausschaltperiode von 4—5 Stunden pro Tag nimmt der Herd im Mittel 8,8 KW-Stunden auf oder rund 7600 kg Kalorien. Diese Wärmemenge wird einerseits aufgespeichert in dem sogenannten Wärmespeicher, dem beschriebenen Eisenkörper, andererseits in dem den Ofen umgebenden Wasserschiff, welches einen Inhalt von 100 Liter besitzt und Temperaturen von 60—80° annimmt. Der Wasserbehälter dient ausser den andern noch angewendeten Isoliermitteln als Isolator. Gleichzeitig ist dies ein Mittel, um das in einem Haushalt unentbehrliche Warmwasser als Nebenprodukt zu gewinnen. In den Abmessungen, wie sie aus dem hier beiliegenden Plane ersichtlich sind, in denen der gegenwärtig als Versuchsobjekt hergestellte elektrische Ofen, System Feige, gebaut ist, ist er für eine Familie von 7—10 Personen gedacht. Der Ofen hat drei Kochröhren, von denen die eigentliche Kochröhre die Röhre *b* ist. In ihr sollen alle Speisen bis zum Kochen gebracht werden. Auch die hohen Wecktöpfe für das Einkochen der Früchte können hier eingestellt werden. Die Kochplatte *m* dieser Röhre ist der Wärmespeicher des Ofens. Sie enthält den Heizwiderstand, von dem die Seile 1, 2 und 2, 3 durch die Ausschalter *p* und *q* kurz geschlossen werden können. Hierdurch wird es möglich, den Ofen auf vier verschiedene Temperaturen zu bringen und ihn allen Forderungen der Küche anzupassen. Die untere Röhre *a* für Brat- und Kochzwecke hat eine zweite Heizplatte *n*, die durch den Umschalter *r* eingeschaltet werden muss, wenn höhere Temperaturen gewünscht werden. Um den Anschlusswert hierbei nicht zu erhöhen, wird gleichzeitig die Platte *n* ausgeschaltet, die aber heiss bleibt, weil sie ein Wärmespeicher ist. Wird die hohe Temperatur nicht mehr gebraucht, so muss die Heizplatte *n* wieder ausgeschaltet und die Platte *m* eingeschaltet werden. Ueber den Röhren befindet sich der Wasserbehälter *d* aus stark verzinktem Eisenblech. Durch ihn ist das Dunstrohr *e* geleitet, um den Speisedunst und Wasserdampf aus dem Ofen durch das Dunstrohr *k* abzuführen, wobei zum grossen Teil die in Dampf und Dunst enthaltene Wärme an das Wasser abgegeben wird. Es ist also auf sorgfältigste Ausnutzung der Wärme Bedacht genommen.

Aus dieser Beschreibung des Feigeofens geht hervor, dass in demselben die Wärmespeicherung bewerkstelligt wird:

1. durch eine Metallmasse als Wärmerezipienten,
2. durch die Wasserschicht, welche als Isolierung und Rezipient zugleich dient und
3. durch die Isolation.

Es hängt nun in der Hauptsache von der Stärke dieser Isolation ab, wie lange sich die Temperatur des Rezipienten (abgesehen vom Wärmeverbrauch für das Kochen) konstant hält. Eine eingehende theoretische Untersuchung über den Verlauf der Temperaturkurve hat noch nicht stattfinden können. Zu der heutigen mehr allgemeinen Besprechung der Wärmespeicherung spielen diese Angaben auch keine hervorragende Rolle. Es genügt für unsere Betrachtungen, vorderhand zu wissen, dass, wie bereits gesagt, bei 19—20stündiger Wärmezufuhr, d. h. bei einer Ausschaltperiode von 4—5 Stunden pro Tag und bei einer durchschnittlichen Energie-Aufnahme von 460 Watt die Wärme-Entnahme für Kochzwecke zu jeder beliebigen Zeit des Tages gestattet und imstande ist, bei diesem Betrieb eine 7—10köpfige Familie mit der erforderlichen Wärme für Kochzwecke vollständig zu versorgen.

Eine weitere Konstruktion von Wärmespeichern ist diejenige, welche von Rittershausen auf der 20. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Leipzig (E. T. Z.) vorgeführt wurde. Rittershausen geht von der Idee aus, dass der überwiegende Teil der im Haushalt benötigten Wärme in der Form von heissem Wasser verwertet wird. Er baut die Konstruktion und Wirtschaftlichkeit seines Apparates auf Tarifüberlegungen,

die ihrer teilweisen Eigenartigkeit halber einiges Interesse bieten. Rittershausen meint, dass nach den bisherigen Erfahrungen das elektrische Kochen nur dann wirtschaftlich möglich sei, wenn heisses Wasser zur Verfügung steht, d. h. es könne nur $\frac{2}{5}$ der in unserem Haushalt benötigten Wärme (ausschliesslich der Raumheizung) elektrisch erzeugt werden, während die überwiegenden $\frac{3}{5}$ in anderer Weise beschafft werden müssen; deshalb verlegt er sich auf einen Apparat, der unter möglichst günstigen Bedingungen beständig warmes Wasser erzeugt.

Rittershausen hat dann auch noch eine Definition gegeben über das, was er von einem eigentlichen Wärmespeicher zu fordern sich berechtigt glaubt. Er sagt:

Die in einem Wärmespeicher aufgespeicherte Energie muss nach menschlichem Willen zu beliebigen Zeiten wieder verwendet werden können. Er betrachtet es als einen argen Missbrauch des Begriffes Akkumulator, wenn elektrische Heizkörper in Kachelöfen eingebaut werden, diese mit Strom tagsüber geheizt und abends vor dem Hauptbetrieb ausgeschaltet, während der Kachelofen über die etwa dreistündige Lichtbetriebszeit durch seine langsame Wärmeabgabe hinweghelfen soll. Er spricht dem Kachelofen die wesentlichen Merkmale eines Akkumulators gänzlich ab, weil er, einmal angewärmt und bei abgestelltem Strom seine Wärme nicht nach menschlichem Willen zu beliebigen Zeiten, sondern nach eigenem Ermessen sofort wieder hergibt und nichts akkumuliert. Ein Wärmespeicher muss nach Rittershausen deutlich getrennt enthalten:

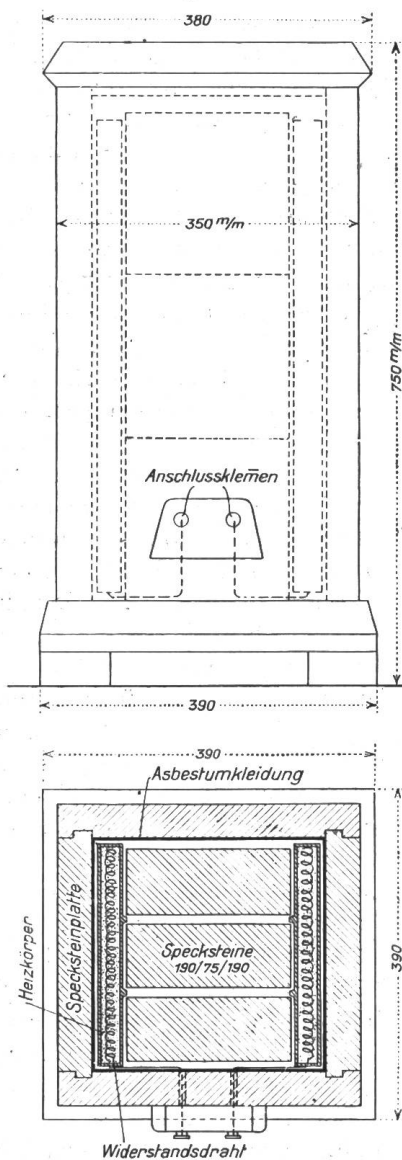
- a) das wärmetragende Medium und
- b) die dieses umgebende Isolierschicht, die der nicht beabsichtigten Abwanderung von Wärme aus ersterem vorbeugen soll.

Beim Ritterhaus'schen Wärmespeicher ist das Wasser als das wärmetragende Medium bezeichnet, das sich in einem aufrecht stehenden Gefäss befindet. (Abbildung.) Die Isolierschicht besteht aus einer 20 cm dicken, sehr losen Kieselgurschicht. Metallische Verbindungen zwischen Gefäss und äusserem Mantel sind gänzlich vermieden, um die Wärmeverluste von innen nach aussen aufs äusserste zurückzubringen. Der Zufluss befindet sich unten, der Abfluss oben. Da dieser Speicher zur Speisung von Warmwasserleitungen oder einzelner Heisswasserzapfstellen dient, so ist das Wasser hier nicht nur wärmetragendes Medium, sondern wird auch verbraucht, sodass beim Abzapfen von heissem Wasser unten kaltes Leitungswasser eintritt. Wenn der Zutritt des Wassers ohne die geringste Wirbelbewegung stattfindet, dann lagert sich ohne jegliche Vermengung das kalte Wasser unter das warme Wasser; um alle Wirbelbewegungen zu vermeiden, befindet sich über dem Zuflussrohr ein perforiertes Blech. Infolge der bekannten Erscheinung, nach welcher eine Abwanderung der Wärme in einem aufrecht stehenden Gefäss von oben nach unten annähernd gleich Null ist, bleibt die Trennung des kalten und warmen Wassers ausserordentlich lange bestehen.

Die zweite Bedingung, welcher nach Meinung des Herrn Rittershausen ein Akkumulator genügen muss, ist die folgende:

Die Energie muss im Speicher als sofort wieder verwertbares Fertigfabrikat akkumuliert werden. Wasser verwendet nun Rittershausen deswegen als Wärmespeicher, weil es nach seiner Angabe die grösste spezifische Wärme hat, also in ihm bei niedrigster Temperatur im kleinsten Raum das Maximum von Wärme aufgespeichert werden kann. Dem Eisen als wärmetragendes Medium (wie es z. B. der Feigeofen vorsieht) hängt nach ihm der Nachteil an, dass sehr hohe Temperaturen angewendet werden müssen, um keine übermässigen Dimensionen und Gewichte der Speicher zu bekommen, wobei Rittershausen allerdings nichts davon sagt, dass sein Apparat nicht zum Kochen dient und dass zum Kochen eben höhere Temperaturen notwendig sind, als er sie in seinem Wasserwärmespeicher erreichen kann. Der Ritterhaus'sche Wärmespeicher dokumentiert sich ausschliesslich als Apparat, der warmes Wasser für alle möglichen Zwecke, wie sie eben im Haushalt oder vielleicht auch in industriellen Betrieben vorkommen können, erzeugt, allerdings unter rationellster Verwendung der elektrischen Energie; sein Anwendungsgebiet ist also ein beschränktes. Das Urteil über die praktische Verwendbarkeit und die Nützlichkeit des Ritterhaus'schen Ofens geht übrigens über den Rahmen dieses Vortrages hinaus.

Fig. 2a.



In Bezug auf den Apparat als Wärmespeicher ist das zu wiederholen, das ich schon vorher sagte, dass auch hier auf die Konstruktion des eigentlichen Heizkörpers, also des Wärme-Erzeugers, keine besondern Einrichtungen verwendet wurden, die ihn zum Wärmespeicher stempeln, sondern erst seine Kombination mit der Wassermasse und der besondern Wärme-Isolation.

Praktische Versuche am Ritterhaus'schen Wärmespeicher, die allerdings nicht als abgeschlossen betrachtet werden können, haben folgendes Resultat ergeben:

Bei einer Ladeperiode von 8 Stunden (nachts 10 Uhr bis morgens 6 Uhr) und einem Lade-Energieeffekt von 2 KW werden 200 Liter Wasser auf 90° gebracht, von denen im darauf folgenden Tag, also innerhalb der gleichen 24 Stunden 150 Liter mit der genannten Temperatur von 90° abgezapft werden können, bei den letzten 50 Litern dagegen ist die Temperatur ziemlich rasch abfallend. Der Apparat in Bezug auf seine Isolation ist so konstruiert, dass er die Temperatur des Wassers ohne irgend welche weitere Energiezufuhr mindestens 10 Stunden konstant hält.

Herr Kollege Oppikofer vom Baseltädtischen Elektrizitätswerk hat mir in zuvorkommender Weise die bei ihm befindlichen Wärmespeicher-Apparate gezeigt und auch an denselben Versuche durchgeführt, über die ich nun im Nachstehenden kurz referiere. Zum vornherein Herrn Oppikofer den herzlichsten Dank für seine Mitarbeit.

Der eine dieser beiden Apparate ist ein elektrischer Ofen (Fig. 2^a und Fig. 2^b). Seine Konstruktion besteht in der besondern Anordnung von elektrischen Heizkörpern, kombiniert mit Würfeln von Speckstein als Wärmespeicher. Die vorliegende Abbildung zeigt in Aufriss und Grundriss die be-

Fig. 2b.

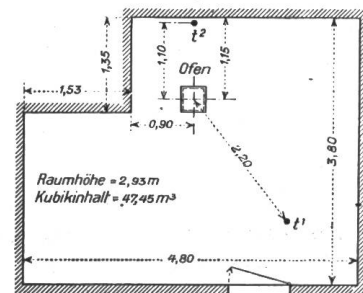
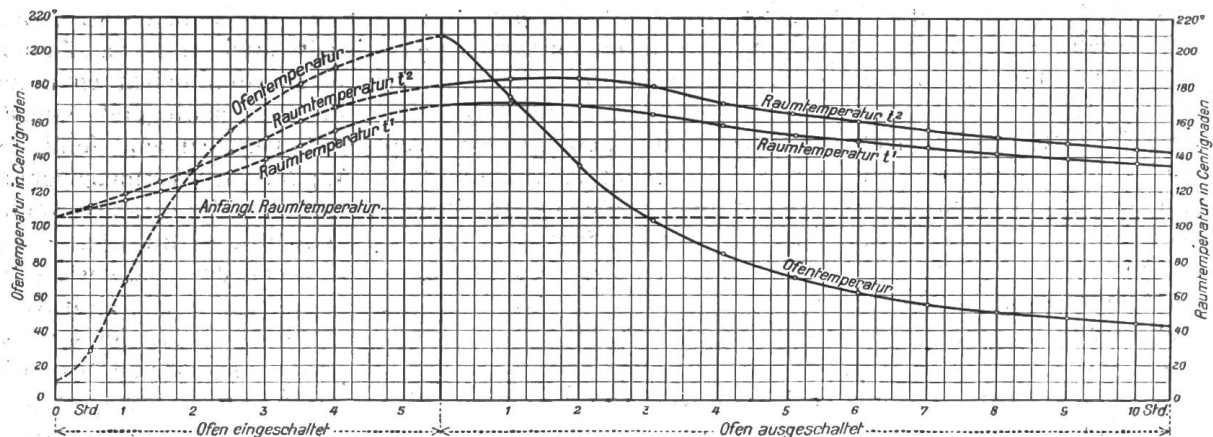


Fig. 2c.



zügliche Anordnung. Auf eine nähere Beschreibung des Apparates braucht deshalb hier nicht eingegangen zu werden. Der Innenteil des Ofens, also diese Kombination von elektrischem Heizkörper und Speckstein-Würfeln, ist dann nach aussen abgedeckt, also abgeschlossen mit einer wärmeisolierenden Schicht, ebenfalls aus Speckstein. Ob dieser Ofen nach der Definition Rittershausen eigentlich unter die Wärmespeicher gehört, könnte als zweifelhaft betrachtet werden, denn er ist so konstruiert, dass er die aufgenommene Wärme auch direkt nach aussen wieder abgibt, wie das eben bei einem Ofen der Fall ist. Wenn man die Ritterhaus'sche Definition für die Wärmespeicher als massgebend ansehen wollte, so müsste man sich für Wärmespeicher auf bestimmte Apparate beschränken, zu denen dann zum vornhinein die Heizöfen nicht zu zählen wären. Ich glaube trotz dieses Widerspruches berechtigt zu sein, unter den Wärmespeicher-Apparaten auch diesen Ofen aufzuführen. Die aufgenommenen Kurven, Fig. 2^c, zeigen nur den Verlauf der Temperaturen, und zwar auseinander gehalten die Temperaturen des Ofens und des zu beheizenden Raumes. Die Grösse des Raumes ist angegeben, die Grösse des Ofens ebenfalls. Die eingeführte Energie ist während der, wenn wir uns so ausdrücken können, Ladezeit, konstant; sie beträgt rund 3 KW. Die Ladezeit dauert, wie Sie sehen, 5 Stunden bis zur Erreichung der Maximaltemperatur des Ofens. Die Ladekurve wird offenbar beeinflusst dadurch, dass die Ausstrahlung, also die Wärmeabgabe, schon während des Ladens erfolgt, sodass offenbar die Höchsttemperatur des Ofens dadurch beeinflusst wird. Dies hat natürlich auch einen gewissen Einfluss auf den Verlauf derjenigen Kurve, welche die Raumtemperatur darstellt, T_1 und T_2 . Vom Ausschalten des Stromes ab findet ein rasches Sinken der Ofentemperatur statt, während die Raumtemperatur sich während 10 Stunden nahezu konstant erhält. Wenn man also nach der Definition Rittershausen auch darüber im Zweifel sein könnte, ob dieser Ofen ein Wärmespeicher ist, so ist jedenfalls sicher, dass er denjenigen Bedingungen entspricht, die uns die Wärmespeicherung so wertvoll machen, denn er ermöglicht es beispielsweise durch Einschalten eines Zeitautomaten, den Ofen während denjenigen Stunden anzuheizen, d. h. die Wärmeakkumulierung zu vollführen, in denen wir als stromlieferndes Werk imstande sind, die Energie billig abzugeben.

Zum Unterschied gegenüber dem direkten Heizen ohne Wärmespeicher sind Temperaturkurven des Heizkörpers und des Ofens in die von Herrn Oppikofer aufgenommene graphische Darstellung der Daten am Specksteinofen eingetragen. Die Ofentemperatur während der Ladeperiode verläuft ähnlich wie die Magnetisierungskurve. Nach Ausschalten des Stromes fällt sie sehr rasch ab. Der Verlauf der Temperaturkurve des Raumes nach dem Ausschalten des direkt beheizten Ofens verläuft mehr oder weniger parallel der Temperaturkurve des Ofens selbst, je nachdem der Raum, der beheizt wird, selbst einen guten oder schlechten Wärmespeicher darstellt, d. h. imstande ist, die einmal erreichte Temperatur zu halten oder nicht. Ich bin der Ansicht, dass der Specksteinofen ebenso wertvoll ist als Wärmespeicher wie die anderen Konstruktionen, die ich bis jetzt vorgeführt habe.

Ich komme zum letzten Apparat über den ich Ihnen zu berichten habe, zum „amerikanischen Kochherd“ mit Wärmespeicher. Ich kann mich hier kurz fassen, denn seine Konstruktion deckt sich fast ganz genau mit derselben des Ekström'schen Apparates, den ich bereits beschrieben habe. Er stellt einen äusserst praktisch gebauten, sehr handlichen Kochherd dar, in welchem 2, 3 oder mehr oder auch weniger Kochkisten neben einander gebaut sind. Das Hezelement sitzt unten drinn. Die Isolation ist vorwiegend Asbest. Der Ritterhaus'schen Definition wird hier nicht genügt, weil der Wärmerezipient fehlt, es ist nur die Isolation vorhanden. Uns genügt aber auch dieser Apparat als Wärmespeicher. Zugegeben wird, dass er gegenüber dem Feigeofen den Nachteil hat, dass für gewisse Kochprozesse es nicht möglich ist, die Energiezufuhr während den Hauptbeleuchtungsstunden zu unterbrechen, dies ist nur möglich für einen Dauerkochprozess, wenn derselbe vor dieser Hauptbelastungszeit begonnen werden kann. Es wird bei diesem Apparat mehr dem Konsumenten selbst überlassen werden müssen, die Wärmespeicherfähigkeit des Herdes so auszunutzen, dass die Energiezufuhr auf die dem stromliefernden Werk genehmen Stunden fällt. Die Tarifierung müsste vielleicht gegenüber derjenigen für den Feigeofen etwas modifiziert werden durch Anwendung eines Doppeltarifes. Es erscheint mir nicht ausgeschlossen, dass dem Apparat der eigentliche Wärmerezipient meinetwegen in Form einer Metallmasse

noch angefügt werden kann. Im übrigen ist der amerikanische Kochherd für den praktischen Gebrauch der weitaus beste, und es kann nur empfohlen werden, dass Neukonstruktionen auf diesem Gebiet dem amerikanischen Herd möglichst nahe kommen möchten. Die Zahlen über Betriebskosten dieses Ofens, die der Prospektus enthält, lassen aber auf eine fühlbare Reduktion der Dauer der Energiezufuhr infolge der Speichermöglichkeit schliessen und auf dementsprechende Kostenersparnis. Damit habe ich Ihnen auch noch den letzten Apparat vorgeführt, über den ich zu berichten weiss, und komme zu den Schlussfolgerungen.

Da ist zunächst die Frage zu beantworten, ob die Wärmespeicherung in einer der vorgeschriebenen Arten geeignet ist, unser Interesse zu wecken. Diese Frage ist ohne Weiteres zu bejahen, denn, da beispielsweise beim Feige-Ofen die Ladeperiode in der Zeit der Hauptbelastung des stromliefernden Werkes automatisch unterbrochen wird, so sind wir imstande, die einzuführende Energie billig, d. h. mit einem kleinen KW-Stunden-Preis abzugeben. Es ist denkbar, in Zeiten, wo der Ofen nicht für das Maximum seiner Leistungsfähigkeit beansprucht, also die eingeführte Wärme nur teilweise entnommen wird, die Ladeperiode ganz auf die Nachtstunden zu beschränken, in denen wir den Preis von beispielsweise 4 Cts. pro KW-Stunde, entsprechend einem Jahrespreis von ungefähr Fr. 176.— pro KW. für ca. 4000 Jahresbetriebsstunden sehr wohl gewähren können, stellt doch dieser Erlös einen *Zuschuss an Einnahmen für das Jahres KW dar, den wir ohne Vermehrung der Betriebsunkosten und ohne Verstärkung der Anlagen erzielen*. Der Stromkonsument bezahlt für die im Laufe eines Jahres von diesem Ofen konsumierte Energie (unter der Annahme, die Ladeperiode beschränke sich auf die Nachtstunden) $365 \times 12 \times 4 \times 0,46 = \text{Fr. } 80.$ — Bei täglicher Beanspruchung des Ofens auf seine Volleistung muss eine weitere Ladeperiode von sieben Stunden per Tag hinzugefügt werden. Dies ergibt bei einem angenommenen Preise von 8 Cts. für die KW-Stunde $365 \times 7 \times 8 \times 0,46 = \text{Fr. } 95.$ —, also bei Vollaussnutzung des Ofens Summa Betriebskosten Fr. 175.— per Jahr für eine bis zehnköpfige Familie. Diese Zahl entspricht einer mindestens 25 %igen Ersparnis gegenüber Holz-, Kohlen- oder Gaskosten.

Das stromliefernde Werk kann sich auch mit dem Preise von 8 Cts. pro KW-Stunde für die Tagesbeanspruchung, d. h. rund Fr. 200.— für den Jahres-KW-Preis recht wohl befreunden, weil die bezügliche Belastung ausserhalb der Lichtspitzenzeit im Werk fällt. *Sie fällt also auch in diejenige Zeit, in der sowohl die Anlagen in der Wohnung des Abonnenten, als auch die Stromverteilungsanlagen, Transformatoren, Sekundärnetze des stromliefernden Werkes zum grossen Teil entlastet sind.* Die vom Feigeofen beanspruchte Belastung übersteigt auch kaum dasjenige, was in einem mittleren Haushalt an Lichtbelastung installiert ist. Die Vorteile, die dem stromliefernden Werk sowohl, als dem Konsumenten hierdurch geboten sind, sind ganz ausserordentliche; sie stellen die Möglichkeit in Aussicht, die Verwendung der elektrischen Energie für Kochzwecke allgemein mit Nutzen für den Konsumenten und den Stromlieferanten durchzuführen. Es eröffnet für die elektrische Energie erzeugenden Werke ein ganz neues und fruchtbares Absatzgebiet.

Was vom Feigeofen gesagt ist, gilt von ähnlichen Konstruktionen im Allgemeinen.

Diese so rationelle Wärmeabgabe beschränkt sich nicht auf solche für Kochzwecke, denn wir haben bei Betrachtung des Speckstein-Ofens gesehen, dass derselbe bei einer fünfständigen Ladeperiode zehn Stunden lang die Temperatur des zu beheizenden Raumes konstant hält. Die Ladung entfällt hier naturgemäss ausschliesslich auf die Nachtstunden, sodass nur der Preis von 4 Cts. pro KW-Stunde in Anrechnung gebracht werden sollte. Unter der Annahme eines jährlich 100 Tage dauernden Heizbetriebes für diesen Ofen und einer Energiezufuhr von 3 KW ergibt sich ein Jahresverbrauch von 1500 KW-Stunden à 4 Cts. Heizkosten zur Beheizung eines Raumes von rund 50 m³ Fr. 60.— Dieser Preis ist nun gegenüber Holz- und Kohlenkosten hoch und zeigt, dass die Wärme-Ausnutzung für Heizzwecke diesen gegenüber offenbar auch mit der Wärmespeicherung zusammen noch nicht aufkommen kann. Es hängt dies vor allem aus mit dem besseren Nutzeffekt der Wärmeausbeutung bei Holz- und Kohlenfeuerung im Heizofen gegenüber derjenigen im Kochherd zusammen. Da aber die elektrische Heizung trotz des hohen Preises sich nach

und nach Eingang verschafft hat, so ist auch hier die Anwendung der Wärmespeicherung von sehr grosser Bedeutung, weil wir infolge der Verlegung der Ladeperiode auf die Nachtstunden den Preis gegenüber den bisherigen Ansätzen erheblich zu reduzieren imstande sind; vielleicht gelingt es auch mit der Zeit, Heizöfen auf den Markt zu bringen, die einen etwas besseren Nutzeffekt haben als der Speckstein-Ofen.

Eine zweite Frage, ob und wie weit die vorliegenden Konstruktionen zweckmässig oder wie weit sie noch verbesserungsbedürftig sind, ist nicht so leicht zu beantworten. Sicher ist, dass die beschriebenen Apparate nicht auf eine lange praktische Verwendungszeit zurückblicken können und der eine oder andere, z. B. der Feigeofen, der, wie gesagt, noch gross und unhandlich ist, wird durch konstruktive Modifikation gewinnen. Die Apparate sind aber ausnahmslos wirklich gebrauchsfähig. Die Konstrukteure dürften ihr Hauptaugenmerk darauf richten, den Nutzeffekt noch zu verbessern, die Ladeperiode noch zu verkürzen und die Phasenverschiebung zwischen Ladezeit und Wärme-Entnahme möglichst zu vergrössern. Die Nutzeffekte der vorhandenen Konstruktionen gegenüber dem theoretisch erreichbaren Maximum festzustellen, braucht eingehende Versuche, die bis jetzt nicht durchgeführt worden sind. Vielleicht bin ich in der Lage, später hierüber zu berichten und diese Frage noch etwas zu fördern. Ich betrachte es als einen Vorteil all dieser Apparate, dass es gelegentlich nur der geeigneten Ergänzung aller bekannten, bis jetzt auf dem Markt befindlichen Koch- und Heizapparate durch Metallmassen, Isolierungen etc. bedarf, um Wärmespeicher zu schaffen. Unsere sämtlichen Konstruktionsfirmen für elektrische Wärme-Apparate können sich also damit befassen und sollten es sich in ihrem eigenen Interesse sehr angelegen sein lassen, es zu tun. Dann wird der Verbrauch solcher elektrischen Wärme-Apparate sicher eine ganz ungeahnte Ausdehnung annehmen.

Ich habe eingangs das Bedauern ausgesprochen, Ihnen in meinem Vortrage vielleicht etwas anderes bieten zu müssen, als was Sie von dem Gegenstand zu erwarten berechtigt waren. Wenn es mir aber gelungen ist, durch meine Ausführungen Ihr Interesse für die Wärmespeicherung im allgemeinen zu wecken, bzw. Ihre Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand zu lenken und damit den Impuls zu geben, dass dem heutigen Anfangsstadium recht bald eine Abklärung und Vervollkommnung folge, so habe ich meinen Zweck erreicht und schliesse damit meine Ausführungen.

