

Zeitschrift:	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber:	Association suisse des électriciens
Band:	19 (1928)
Heft:	18
 Artikel:	Einfache Verfahren zur Prüfung elektrischer Speicherherde
Autor:	Opacki, Julius
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-1057043

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: 13.01.2026

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

et rédigée par des écrivains qui s'efforcent de se rendre intelligibles à tous les lecteurs, sans les fatiguer ni les ennuyer. Pour le moment il y a deux de ces revues, l'une, „Die Elektrizität“ tirée à env. 150 000 exemplaires, l'autre, „L'Energie Electrique“, tirée à env. 40 000 exemplaires par numéro. Toutes deux trimestrielles, elles sont revêtues d'une couverture élégante qui les distingue de la plupart des autres „imprimés“ et les centrales qui les patronnent ont la faculté de se réserver, dans chaque livraison, un certain espace pour leurs communications particulières au public. Une troisième revue, en langue italienne, paraîtra probablement l'année prochaine.

Le bref aperçu qui précède suffit pour donner une idée de l'étendue et de la diversité de la propagande faite dans les pays civilisés. Mais, précisément en raison de cette dissémination et de cette diversité, il était malaisé aux intéressés de se tenir au courant, ne fût-ce que superficiellement, de ce qui se fait, dans ce domaine, hors de leurs pays respectifs; en effet, il leur eût fallu feuilleter un grand nombre de publications, souvent difficilement accessibles et où des considérations concernant la propagande sont parfois égarées dans des articles d'une apparence technique. C'est pour venir en aide aux malheureux fourvoyés dans ces broussailles qu'a été fondée, sur l'initiative suisse, l'„Elektrizitäts-Verwertung“, revue mensuelle indépendante et internationale, qui en est à sa troisième année d'existence et dont le programme, libellé en français, dans le premier numéro de la troisième année, vise non seulement à documenter les lecteurs sur tout ce qui concerne la propagande en faveur des applications de l'électricité, mais à servir d'organe d'échange de vues et de résultats d'expériences entre tous les intéressés à la vente de l'énergie électrique. L'„Elektrizitäts-Verwertung“ a à sa tête un imposant comité international de patronage et dispose d'une trentaine de collaborateurs permanents.

Mr. Burri fait allusion à d'autres moyens de propagande utilisés en Suisse: fermes électriques; expositions ambulantes; remise d'appareils à l'essai; rabais importants sur le prix de certains appareils; subsides; fourniture gratuite de courant pendant un certain temps, pour l'alimentation d'appareils nouvellement installés, puis il résume l'enseignement qui se dégage de sa causerie et il insiste sur la nécessité d'une information objective et précise des autorités de tout rang sur tout ce qui concerne l'„économie électrique“ de la Suisse: on y pourvoira au moyen de „lettres“ ad hoc.

Einfaches Verfahren zur Prüfung elektrischer Speicherherde.

Von Julius Opacki, Ingenieur, Wien.

643.63

Der Autor berichtet über eine neue Methode zur Prüfung von Speicherherden, die darauf basiert, dass auf der Heizplatte des zu untersuchenden, aufgeladenen Herdes in einem Normalgefäß unmittelbar nacheinander genau gleich grosse, kleine Wasserquantitäten von gleicher Anfangstemperatur zum Verdampfen gebracht werden. Der Autor macht eingehende Mitteilungen über die praktische Durchführung der Methode und zeigt an Beispielen ihre vielseitige Anwendungsmöglichkeit.

L'auteur présente une nouvelle méthode pour l'examen des fourneaux-potagers à accumulation; elle consiste à faire évaporer successivement sur la plaque du fourneau chauffé, dans un récipient normal bien déterminé, de petites quantités d'eau, rigoureusement égales et à température initiale identique.

L'auteur donne des détails sur l'exécution pratique de sa méthode et montre, à l'aide d'exemples, les applications multiples auxquelles elle se prête.

Die zunehmende Verbreitung elektrischer Kochherde erfordert gewissenhafte Ueberprüfung neuer Erzeugnisse, um den Markt vor Fehlbauarten tunlichst zu schützen und der Hausfrau Geräte zu bieten, die sie nicht enttäuschen. Vom Standpunkte der Elektrizitätswerke ist vor allem zu fordern, dass die Elektrogeräte den höchst erreichbaren Wirkungsgrad aufweisen, denn es bedarf keines Beweises dafür, dass Wirkungsgrad und erzielbarer Strompreis im geraden Verhältnis zueinander stehen.

Die exakte, physikalisch-wissenschaftliche Ueberprüfung der Speicherherde setzt das Vorhandensein eines gut eingerichteten Laboratoriums voraus, sie ist also nicht überall und nicht immer durchführbar. Es stellte sich bald das Bedürfnis heraus, exakten physikalischen Ueberprüfungen ein einfaches Ermittlungsverfahren anzugegliedern, das einen raschen Ueberblick ermöglicht, bevor mit exakten Messungen begonnen wird, vor allem aber berufen erscheint, z. B. bei Reklamationen seitens der Konsumenten, an Ort und Stelle rasch und mit einfachsten Hilfsmitteln den Wärmezustand elektrischer Speicherherde nachzuprüfen.

Mit Hilfe des nachstehend beschriebenen Verfahrens ist es nicht nur leicht möglich, den Wirkungsgrad von Speicherherden einfach und praktisch genügend genau zu ermitteln; auch der jeweilige Wärmeinhalt des eisernen Speicherklotes kann jederzeit, z. B. nach Beendigung eines Kochabschnittes, rasch und zuverlässig gefunden werden. Die Beurteilung der thermischen Eigenschaften elektrischer Kochplatten (Kochherde) ist nach diesem Verfahren ebenfalls durchführbar; sie bleibt einer besonderen Abhandlung vorbehalten.

An zwei, bei den Städtischen Elektrizitätswerken der Gemeinde Wien zur Ueberprüfung eingereichten Speicherherden schwedischer Bauart wurde das neue Verfahren entwickelt und praktisch erprobt.

Die Bauart dieser Speicherherde ist grundsätzlich verschieden¹⁾. Der eine Speicherherd besitzt einen Gusseisenklotz von 30 kg Gewicht, in den zwei Heizelemente für einen Anschlusswert von 300 bis 550 Watt eingebaut werden können. Dieser Speicherklotz ist von einem etwa 4 cm starken, aus Schamotte bestehenden Mantel umgeben. Daran schliesst sich eine etwa 10 cm starke Kieselgurisolation. Hierauf folgt ein kupferner, ringförmiger Wasserbehälter von etwa 15 l Inhalt; die äussere Isolierung wird von einer weiteren Schicht Kieselgur und endlich von einer Schicht Seegras gebildet. (Seves-Herd).

Der zweite Speicherherd besitzt einen Speicherkörper von 45 kg Gewicht; die Isolation ist vollständig „trocken“, d. h. der Wassermantel fehlt. Im Speicherkörper ist nur ein Heizelement für 400–600 Watt eingebaut. (Nefvekvarns-Herd, kurz Nea-Herd genannt.)

Die Ausrüstung des Speicherkörpers mit nur einem Heizelement ist wohl einfacher und etwas billiger in der Herstellung, schränkt aber die Tarifgestaltung naturgemäß ein. Eine Aufheizungsart, die sich bei Herden mit zwei Heizkörpern wärmetechnisch und kochtechnisch durchaus bewährt hat, ist folgende: Der Klotz erhält zwei 500 Watt-Heizkörper. Einer davon bleibt von 20 Uhr abends bis 6 Uhr früh unter Strom, konsumiert also 5 kWh. Ueber Mittag, von 12 bis 13 Uhr 30 werden *beide* Heizkörper aufgeheizt; die Mittagsnachheizung erhöht somit die im Tagesverlauf aufgespeicherte Wärmemenge von 5 auf 6,5 kWh = 5590 Cal.

Die oberen wärmeabgebenden Flächen beider Herdtypen sind während des Speicherns und im unbenützten Zustande durch je einen wärmeisolierten Klappdeckel von ca. 10 cm Stärke vor Wärmeverlusten geschützt. Unterhalb der gusseisernen Speicherkörper ist bei jedem der beiden Herde eine Warmhalteröhre eingebaut, die beim Seves-Speicherherd ihre Wärme ausschliesslich vom Wassermantel erhält; es herrscht in ihr eine Temperatur von 85–95° C (wenn der Eisenklotz voll aufgeheizt ist); eine Steigerung über 95° C ist nicht möglich.

Der Nea-Herd wärmt seine Röhre mit Hilfe der vom Speicherkörper abstrahlenden Wärmemengen nur vor. Dementsprechend bleibt diese Röhre auch kühler, sie erreicht in der Regel nur 60–80° C. Eingebaute elektrische Heizkörper für Ober- und Unterhitze (zusammen 600 Watt Anschlusswert) ermöglichen es aber, Wärmegrade bis 360° C zu erreichen, so dass diese Röhre auch zum Braten und Backen verwendet werden kann.

¹⁾ Im Rahmen dieser Arbeit können die mannigfaltigen Ausführungen der Elektro-Speicherherdsysteme nicht beschrieben werden; es genüge der Hinweis auf den Artikel im Bulletin S.E.V. 1928, Heft No. 1.

Beide Herde haben nur je *eine* Kochstelle. Dies macht das Kochen etwas umständlich und schwerfällig, weshalb es sich empfiehlt, den Speicherherd durch eine Kochplatte (Tischherd) mit ein bis zwei Kochstellen und ein unabhängiges Back- und Bratrohr zu ergänzen. Der Tischherd dient auch als Reserve bei vorzeitiger Erschöpfung des Speicherherdes oder bei dessen Versagen.

Die Wärmeabgabe der Kochstellen der Speicherherde an das Kochgefäß ist regelbar; die Regelung geschieht meist durch Drehung eines Knopfes, der ein Hebelwerk betätigt, das den Kochtopf um 0–3 mm vom Speicherklotz abhebt. Dadurch kann die Wärmezufuhr sehr wirksam beeinflusst werden.

Als Kochmethode ist beiden Herdsystemen folgender Vorgang eigen: Die Speisen werden auf dem zu Beginn der Entladung 550–700° C heißen Speicherkörper in kürzester Zeit, $1\frac{1}{2}$ –10 Minuten, aufgekocht; dann werden sie rasch in die Warmhalteröhre gestellt, wo sie nach Art einer Kochkiste binnen 1–2 Stunden, ohne Aufsicht, garkochen.

Es galt nun, vor Beginn der physikalischen Prüfungen, durch technische Voruntersuchungen festzustellen, ob diese Herde zum Bereiten von Mahlzeiten nach der Wiener Küche überhaupt geeignet sind, ihr Wärmeinhalt zum Kochen aller Mahlzeiten von früh bis spät abends genügt und ihr Wirkungsgrad ein annehmbarer ist.

Der naheliegende Vorschlag, von vornherein mit praktischen Kochversuchen zu beginnen, ist nicht ausführbar. Die vor ein völlig neues Kochgerät gestellte Hausfrau wird mit Recht technische Aufklärungen verlangen, bevor sie mit dem Kochen überhaupt beginnt, da sie sich sonst kein Bild über die Handhabung machen kann. Auch die Versuchskosten wären sehr hoch, wollte man die Herde, die für eine 4–6 köpfige Familie gebaut sind, durch mehrere Wochen rein praktisch erproben. Endlich lässt der praktische Kochversuch die so wichtige Frage nach dem Wirkungsgrade unbeantwortet.

Für die Beurteilung der Güte eines Speicherherdes wurden folgende Prüfungen vorgenommen:

1. *Ermittlung der maximal verwertbaren Wärmemenge, wenn der Speicherklotz sofort nach dem Aufladen wieder entladen wird.*
2. *Ermittlung des annähernden Wirkungsgrades, dadurch bestimmt, dass die dem Kochgut zugeführten Wärmemengen durch die dem Herd zugeführten Wärmemengen dividiert werden.*

3. *Vorermittlung der praktischen Brauchbarkeit.* Diese besteht darin, dass dem Speicherherd in Intervallen, die dem praktischen Küchenbetriebe entsprechen, jeweils so viel Wärme entzogen wird, als zur Bereitung der einzelnen Mahlzeiten erforderlich ist. Hiebei wurden fünf Kochabschnitte ins Auge gefasst: Das Frühstück, das Gabelfrühstück, das Mittagsmahl, die Jause und das Nachtmahl. Gleichzeitig galt es bei der Ueberprüfung der Speicherherde festzustellen, ob bei Vollbetrieb für die Bereitung des Nachtmahles selbst dann noch genügend Wärme vorhanden ist, wenn dieses aus Speisefolgen besteht, die besonders viel Wärme benötigen und mit dem Nachtmahlkochen spät, erst um 19 Uhr begonnen wird.

Die für die fünf Kochabschnitte erforderlichen Wärmemengen der Elektro-Küche bei Verwendung anderer Kochgeräte sind dem Verfasser aus vorangegangenen, sehr genauen praktischen Erprobungen bereits bekannt. Die Tabellen II bis VIII geben darüber Aufschluss.

4. *Ermittlung der allenfalls nach Bereitung des Nachtmahles im Speicherklotz noch verbliebenen nutzbaren Wärmemenge.*

Ein für diese vier Feststellungen geeignetes Verfahren war nicht vorhanden. Die Siedezeitbestimmung nach altem Verfahren erwies sich von vornherein als unbrauchbar. Wohl ist auch bei dieser Prüfart die Wärmeentnahme in Calorien theoretisch konstant, die zwischen zwei Siedeversuchen verstrechende Zeit aber, bedingt durch die zuverlässige Abkühlung des schweren Kochgeschirres auf die Anfangstemperatur (Temperaturmessung am abgekühlten Geschirr!), dessen neuerliche Füllung mit

Wasser von genau einzuhaltender Anfangstemperatur usw. ist jedoch so zeitraubend und dabei veränderlich, dass ein zuverlässiges Werturteil kaum zu erwarten war. Bei Vorversuchen nach dieser Methode schwankte die Zeitspanne zwischen zwei Siedezeitversuchen bei Anwendung eines einzigen Gefässes zwischen 4 und 6 Minuten. Das waren unmögliche Voraussetzungen. Ausserdem hat der Siedezeitversuch bei Anwendung auf den Elektro-Speicherherd folgende Nachteile: Nach jedesmaligem Ankochen muss das Gefäss abgehoben und entleert, abgekühlt, gefüllt und wieder aufgesetzt werden. Dabei ist es ganz unmöglich, das Gefäss vom ersten bis zum letzten Versuch genau gleich aufzusetzen. Eine dünne Dunsthaut am äusseren Boden und ein fast unvermeidlicher Wasserschleier oder einige Wassertropfen an den Wandungen des frisch mit Wasser gefüllten Gefässes genügen, um die gewonnenen Werte stark zu beeinträchtigen. Auch etwa zwischen Plattenfläche und Topfboden sich ansetzende Staub- und Russkörnchen, die eine wärmeisolierende Luftsicht verursachen, können zu unbrauchbaren Ergebnissen führen. Eine, wenn auch noch so kleine Verwerfung des Gefäßbodens durch das ständige Aufheizen und Abschrecken mit kaltem Wasser kann ebenfalls eintreten.

Die abwechselnde Anwendung zweier genau gleicher Gefässer könnte zwar die Intervalle zwischen den Siedezeitversuchen wesentlich kürzen, aber alle anderen Fehlerquellen blieben auch dann bestehen, ja es kämen noch neue dazu. Es gibt z. B. nicht zwei ganz genau gleiche, homogene Gefässer; die Anschmiegeung der Böden an die Kochflächen des Speicherklotzes wird grundverschieden sein.

Der Verfasser sah sich deshalb veranlasst, ein Prüfungsverfahren auszuarbeiten, das einen raschen Ueberblick gestattet, den Wärmezustand des Speicherklotzes jederzeit leicht und rasch zu bestimmen ermöglicht und dem praktischen Kochen im Effekt, wenn auch nicht im Detail, möglichst nahe kommt.

Bei sämtlichen Versuchen wurde stets das gleiche starkwandige Aluminium-Prüfgefäß von 2 l Nenninhalt, 6 mm Boden- und ca. 2,5 mm Wandstärke und einem Gewicht von 1,00 kg verwendet. Es muss vermerkt werden, dass bei derartigen Prüfungen, gleichgültig ob es sich um Speicher-Kochplatten oder direkt heizende Tischherde handelt, nur mit starkwandigem Geschirr einwandfreie Ergebnisse erwartet werden können.

Die neue Methode bietet den grossen Vorteil, dass während der ganzen Dauer der Wärmeentnahme vom Speicherkörper das Kochgefäß überhaupt nicht berührt, geschweige denn von der Kochstelle entfernt zu werden braucht, was dadurch möglich wird, dass der Siedezeitversuch durch den Verdampfungsversuch ersetzt wird.

Auf die Heizfläche des Speicherkörpers wird das Prüfgefäß gesetzt, nachdem man sich davon überzeugt hat, dass sowohl Heizfläche als Gefäßboden von anhaftenden Sandkörnchen und dergl. vollständig befreit sind, das Gefäss vollkommen trocken ist und auf der Heizfläche vollkommen plan aufliegt. Ferner muss die Kochfläche mit der Wasserwaage genau wagrecht ausgerichtet werden. Sodann wird in das Prüfgefäß, unmittelbar aufeinanderfolgend, stets die gleiche Wassermenge eingefüllt, z. B. 70 cm³ oder 100 cm³. Das Wasser gerät in wenigen Sekunden zum Sieden und verdampft hierauf. Sofort nach Abdampfen des letzten Wassertropfens wird die gleiche Wassermenge von gleicher Anfangstemperatur rasch wieder in das Gefäss geschüttet, wieder die Verdampfung abgewartet usw., bis die Verdampfungszeit so lange geworden ist (10–18 Minuten, je nach den Anforderungen), dass daraus auf die praktische Erschöpfung des gespeicherten Wärmeinhaltes geschlossen werden kann. Die bei den einzelnen Verdampfungen sich ergebenden Verdampfungszeiten werden mit einer Stoppuhr genau gemessen und notiert. Das Nachschütten der neuen Wassermenge sofort nach Feststellung der vollständigen Verdampfung der vorhergehenden dauert erfahrungsgemäss nur 1–2 Sekunden.

Die praktische Erprobung ging von folgender Erwägung aus: Nach Angaben des Fabrikanten hat der Sevesherd einen Wirkungsgrad von etwa 60%, bei einem Heizkörper von 300 Watt und 18stündiger Speicherdauer (nur während der Spitzenbelastungszeiten setzt die Speicherheizung aus) und es soll nach Angaben des

Fabrikanten mit der daraus resultierenden Wärmemenge ($5,4 \text{ kWh} = 4640 \text{ Cal.}$) der Tagesbedarf an Kochwärme für 5 Personen gedeckt werden können. Eine Zusammenstellung des Wärmebedarfes für Kochzwecke für fünf Personen an Hand der Tabellen II bis VIII ergab indes, dass $5,4 \text{ kWh}$ für die Wiener Küche etwas knapp sind, demzufolge wurde die zu speichernde Energiemenge mit 20% Sicherheit von vornherein mit ca. $6,8 \text{ kWh} = 5848 \text{ Cal.}$ festgelegt.

Nach Einbau eines Heizkörpers entsprechender Energieaufnahme wurde sodann der Herd voll aufgespeichert und am folgenden Tage die aufgespeicherte Wärme ununterbrochen so lange entnommen, bis praktisch volle Entladung eingetreten war. Es wurde diesbezüglich festgesetzt, dass bei Sinken der Kochstellen-Temperatur auf 150° C der Speicherklotz als vollständig entladen zu gelten hat, weil dann schon, wie auch aus Zeile 54 der Tabelle I hervorgeht, die Siedezeit für 1 l Wasser so lange wird, dass die Hausfrau nicht mehr gerne auf der Kochstelle arbeiten wird.

Vor Besprechung der erzielten Ergebnisse sei noch auf die Eigenarten des Verdampfungs-Verfahrens hingewiesen, sowie einiges über Herdprüfungen im allgemeinen bemerkt.

Gegenüber der Siedezeitmethode hat die Verdampfungsmethode vor allem den grossen Vorteil, dass sie ein praktisch vollkommen ununterbrochenes Arbeiten ermöglicht. Das dauernde Verbleiben des Kochgefäßes auf der Kochstelle bewirkt, dass der Wärmetransport vom Speicherkörper zum Verdampfungsgefäß während der ganzen Versuchsdauer unverändert bleibt. Ein weiterer sehr grosser Vorteil besteht darin, dass der Verdampfungsversuch keine umständlichen Vorbereitungen erfordert. Man ist daher imstande, beim Konsumenten durch einfache Verdampfungsversuche in kürzester Zeit eine Ueberprüfung vorzunehmen; es genügt die Mitnahme einer Uhr, des Normalprüfgefäßes und einer Mensur. Als unerwünschte Nebenerscheinung beim Verdampfungsvorversuch tritt lediglich bei den ersten drei bis vier Verdampfungen, so lange der Speicherklotz noch sehr heiss ist, ein Herausschleudern kleiner Wassertröpfchen aus dem Gefäß auf, was jedoch belanglos ist. Die unvermeidliche Verzögerung der Verdampfung der allerletzten Wasserspuren auf einer örtlich beschränkten Wasserinsel des trockenen Gefäßbodens kann hingegen nicht als Nachteil bezeichnet werden. Wohl tritt dadurch eine lokale Ueberhitzung des Gefäßbodens an den bereits ausgetrockneten Stellen auf, sie kommt aber in Form einer Siedebeschleunigung dem nachfolgend eingeschütteten Wasserquantum fast restlos wieder zu gute.

Schliesslich bleibe nicht unerwähnt, dass bei allen Prüfungen elektrischer Kochgeräte empfohlen werden kann, thermische und physikalische Prüfungen auf das unerlässliche Mindestmass zu beschränken und jenen Prüfungen den Vorzug zu geben, die den praktischen Betriebsverhältnissen am nächsten kommen. Deshalb wurde bei den tieferstehenden beschriebenen Versuchen auch z. B. kein Wert darauf gelegt, die Wärmezahlen des Kochgefäßes, Strahlungsverluste etc. zu berechnen oder zu bestimmen. Die Nebenverluste betragen erfahrungsgemäss nur wenige Prozente; in der Praxis treten aber Schwankungen z. B. im effektiven Anschlusswert der Heizkörper, in der Netzspannung, in der Wärmeisolation, in der Kaltwasser-temperatur, in der Behandlung des Herdes, im Luftdruck, usw. auf, deren Einfluss auf das Resultat diejenigen der Nebenverluste um ein Vielfaches übersteigt.

In Tabelle I sind für einen Verdampfungsversuch an einem Seves-Speicherherd die ermittelte Verdampfungszeit und die abgegebene Wärmeleistung für Verdampfung von $0,07 \text{ l}$ Wasser von 9° C Anfangstemperatur mitgeteilt. Die pro $0,07 \text{ l}$ Wasser erforderliche Verdampfungsarbeit setzt sich wie folgt zusammen:

Anwärmung von $0,07 \text{ l}$ Wasser von 9° C auf 100° C	$6,37 \text{ Cal.}$
Verdampfungsarbeit für $0,07 \text{ l}$ Wasser bei $100^\circ \text{ C} = 0,07 \cdot 539$.	$37,73 \text{ Cal.}$
	Insgesamt $44,10 \text{ Cal.}$
	$= 51,16 \text{ Wh}$

Verdampfungsversuch mit je 0,07 l Wasser von 9° C Temperatur an einem Seves-Elektro-Speicherherd. Zugeführte Arbeitsmenge = 6,82 kWh.

Tabelle I.

No.	Zeit sec	Abgegebene Wärmeleistung kW	No.	Zeit sec	Abgegebene Wärmeleistung kW
1	55 ¹⁾	4,77	28	150	1,23
2	43	4,28	29	149	1,24
3	54	3,41	30	152	1,21
4	65	2,83	31	158	1,17
5	69	2,67	32	174	1,06
6	72	2,56	33	172	1,07
7	75	2,45	34	176	1,05
8	75	2,45	35	187	0,98
9	79	2,33	36	194	0,95
10	88	2,09	37	204	0,90
11	86	2,14	38	210	0,88
12	91	2,02	39	225	0,82
13	92	2,00	40	232	0,79
14	97	1,90	41	249	0,74
15	99	1,86	42	263	0,70
16	109	1,69	43	280	0,66
17	103	1,79	44	315	0,58
18	108	1,71	45	338	0,54
19	118	1,56	46	361	0,51
20	113	1,62	47	418	0,44
21	121	1,52	48	441	0,42
22	122	1,51	49	465	0,39
23	129	1,43	50	515	0,36
24	138	1,33	51	579	0,32
25	137	1,34	52	669	0,28
26	135	1,36	53	784	0,23
27	140	1,31	54	904	0,20

1) Einschliesslich erstmaliger Vorerwärmung des Gefäßes.

Da bei jedem Verdampfungsversuch genau gleich viel Wasser, 70 cm³, verdampft wurde, sind alle in den aufeinanderfolgenden Verdampfungsversuchen dem Speicherkörper entzogenen Wärmemengen einander gleich u. zw. 44,1 Cal. = 51,16 Wh.

Die graphische Uebertragung der nach Tabelle I jeweils gefundenen Werte nach Fig. 1 ergibt eine überaus einfache und zweckmässige Handhabe für die Beurteilung eines jeden Speicherherdes, wenn das verwendete Prüfgefäß und die zur Verdampfung benutzte Wassermenge entsprechend in Rechnung gesetzt werden.

Aus der Tabelle I entsteht das Diagramm Fig. 1 auf Grund folgender Ueberlegung: Die geleistete Verdampfungsarbeit A von je (im vorliegenden Fall) 44,1 Cal., die bei allen Verdampfungsversuchen konstant bleibt, lässt sich durch ein Rechteck darstellen. Zweckmässig wählt man als Grundlinie dieses Rechteckes die mit der Stoppuhr ermittelte Verdampfungsdauer t in Sekunden und erhält sodann rechnerisch als Rechteckhöhe die an Wasser und Dampf abgegebene Wärmeleistung in kW nach folgender Formel:

$$kW = 1,16 \frac{3600}{t} \frac{A}{1000} = 4,176 \frac{A}{t}. \quad (1)$$

Für $A = 44,1$ Cal., entsprechend der Verdampfung von 70 cm³ Wasser von 9° C Anfangstemperatur, wird

$$kW = 184,2 \frac{1}{t}. \quad (2)$$

Die so erhaltenen Rechtecke (Fig. 1) sind alle flächengleich. Eine Ausnahme bildet nur das erste, weil bei ihm nicht nur die Wasserverdampfungsarbeit, sondern auch die Aufwärmungsarbeit für das kalte Verdampfungsgefäß enthalten ist, worüber noch berichtet werden wird.

Es kann, besonders wenn es sich um grössere Speicherkörper handelt als diejenigen, welche im vorliegenden Fall zu prüfen waren (30–40 kg Eisengewicht), vorkommen, dass das Wasserquantum von 70 cm^3 pro Verdampfungsversuch zu klein ist. Deshalb seien nachstehend noch die Formeln für 100 cm^3 Wasser angeführt. Die Verdampfungsarbeit beträgt dann $A = 63 \text{ Cal}$. und die abgegebene Leistung wird:

$$\text{kW} = 263,1 \frac{1}{t}. \quad (3)$$

Die für das *erstmalige Aufwärmen* des Gefässes von 15°C aufzuwendende Arbeit ist jeweils auch zu berücksichtigen. Das bei den Versuchen verwendete Aluminium-Gefäss hatte ein Gewicht von 1,00 kg; die spezifische Wärme von Al ist 0,22. Somit erfordert die Gefässaufheizung von 15°C auf 100°C eine Wärmezu- fuhr von $1 \cdot 0,22 \cdot 85 = 18,7 \text{ Cal}$. Für Verdampfung von 70 cm^3 Wasser erhöht sich infolgedessen der Wert A in Formel (1) von 44,1 Cal. auf 62,8 Cal. und kW wird dann:

$$\text{kW} = 262,3 \frac{1}{t} \quad (4)$$

und für Verdampfung von 100 cm^3 Wasser von 9°C Anfangstemperatur + erstmaliges Aufwärmen des Gefässes ergibt sich kW wie folgt:

$$\text{kW} = 341,2 \frac{1}{t}. \quad (5)$$

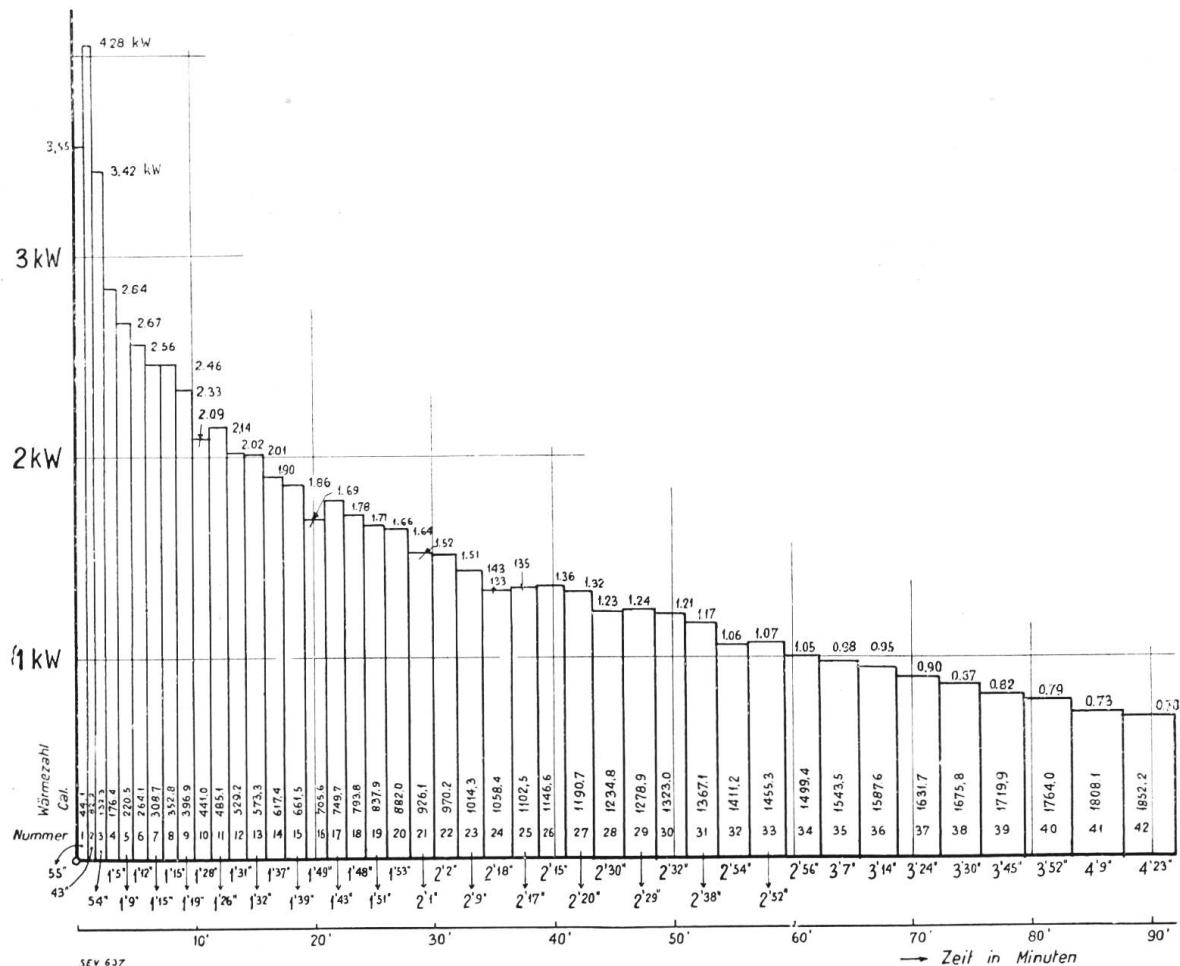


Fig. 1 (linke Seite).

Diagramm zur Ermittlung des Wärmeinhaltes eines elektrischen
Die Rechtecke stellen je die Verdampfungsarbeit für 70 cm^3 Wasser = 44,1 Cal. dar, die Summe
jedes Rechteck eingeschrieben.) Die Abszissen der Rechtecke bedeuten die Verdampfungszeit

Die Formel (4) bzw. (5) ist nur für die erste Verdampfung einzusetzen. Für die weiteren Verdampfungen gelten die Formeln (2) bzw. (3).

Hat man sich derart auf den Versuch vorbereitet, so wird nun der betriebsbereite Speicherherd unter Vorschaltung eines Zählers unter Strom gesetzt, der Isolierdeckel wird auf die Kochstelle geklappt und man überlässt den Herd sich selbst so lange, bis der Zähler den Verbrauch der im voraus festgelegten Arbeitsmenge anzeigt; in unserem Falle waren dies wie bereits erwähnt 6,8 kWh.

Hierauf beginnt man mit den Verdampfungsversuchen; vorher muss man sich klar sein, welche Wassermenge dabei die günstigste ist. Für 30 kg schwere Eisenkörper geben 70 cm^3 Wasser sehr günstige Werte. Das gilt bis zu etwa 45 kg, wenn die schweren Speicherkörper, was bei den vorgenommenen Versuchen der Fall war, eine wesentlich niedrigere Anfangstemperatur haben als die leichteren (ca. 400° C gegen ca. 700° C). Bei Gewichten von etwa 50 kg aufwärts und gleichzeitig bei Anfangstemperaturen über 500° C wird die zu verdampfende Wassermenge zweckmäßig mit je 100 cm^3 festzulegen sein, doch kann bei besonders schweren Speicherkörpern auch ohne weiteres jede andere Menge angewendet werden. Nach Formel (1) lassen sich die Umrechnungszahlen für die charakteristischen Verdampfungsziffern jeweils leicht ermitteln.

Man führt nun die Verdampfungsversuche durch und notiert lediglich die mit der Stoppuhr ermittelten Verdampfungszeiten in Sekunden. Der Speicherkörper kann als *für Kochzwecke* erschöpft betrachtet und der Versuch abgebrochen werden, wenn z. B. die Verdampfung von 70 cm^3 etwa 14 Minuten oder von 100 cm^3 etwa 17 Minuten dauert. Immerhin kann aber dann die Hausfrau noch weitere 200 Cal. und mehr durch Anwärmen von Wasser dem Speicherkörper entziehen.

Hieran schliesst sich die rechnerische Auswertung der Versuche. Die Berechnung der abgegebenen Leistung erfolgt für den ersten Verdampfungsversuch nach Formel (4), für alle folgenden nach Formel (2) wenn mit 70 cm^3 , nach Formel (5) bzw. (3) wenn mit 100 cm^3 gearbeitet worden war.

Hat man alle Anschlusswerte ermittelt, so wird das Diagramm Fig. 1 dadurch angelegt, dass man auf der Abszisse die ermittelten Verdampfungszeiten, links mit dem kleinsten Werte beginnend, nebeneinander aufträgt und zu jeder Verdampfungszeit das Rechteck konstruiert, indem man die zugehörigen kW der Tabelle I entnimmt und als Rechteckhöhe aufträgt.

Die Rechtecke werden, links beginnend, fortlaufend numeriert und zu jeder Ordinate wird die Summe der dem Speicherklotz von 0 bis zu dieser Ordinate entnommenen Calorien [= Zahl der Rechtecke bis zu dieser Ordinate \times (im vorliegenden Fall) 44,1 Cal.] geschrieben, was die Ermittlung der dem Speicherkörper mitgeteilten, der ihm bereits entnommenen oder der noch in ihm verbleibenden Wärmemengen ungemein erleichtert.

Bei der Prüfung von mehreren Speicherherden muss man für jeden einzelnen, selbst wenn sie gleiches Eisengewicht hätten, ein solches Diagramm entwickeln;

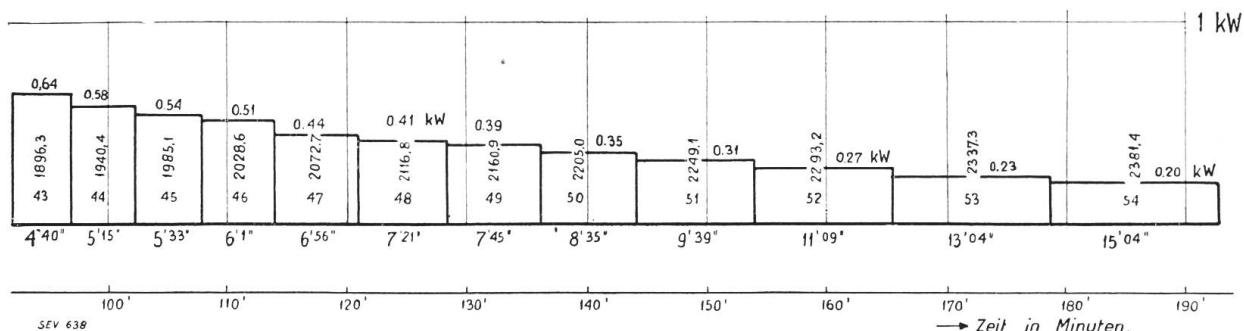


Fig. 1 (rechte Seite).

Speicherherdes, Eisengewicht 30 kg. Ladeenergie 6,8 kWh.
der n ersten Rechtecke also $n \times 44,1 \text{ Cal}$. (Diese Summe ist als Wärmemenge vertikal in Sekunden, die Ordinaten die während der Verdampfung abgegebene mittlere Leistung in kW.

denn jedes Diagramm gilt nur für einen bestimmten Herd. Hingegen ist das einmal ermittelte Diagramm ohne weiteres auch dann für einen und denselben Herd brauchbar, wenn der Herd mit verschiedenen Energiemengen aufgeladen wird; ja dann erkennt man besonders schön die charakteristischen Eigenschaften verschiedener Herdtypen. Hier kann nur angedeutet werden, dass z. B. die entnehmbare Wärmemenge ganz und gar nicht direkt proportional ist der zwecks Speicherung zugeführten Energiemenge. Es lässt sich eine optimale Ladeenergie verschiedener Herdkonstruktionen ermitteln.

Mit Hilfe eines solchen Diagrammes ist es dann sehr leicht und einfach, einen Speicherherd zu beurteilen, was folgendermassen geschieht:

1. Ermittlung des annähernden Wirkungsgrades.

Nach Tabelle I konnten beim Seves-Herd bis zur praktischen Erschöpfung des Wärmeinhaltes des Speicherkörpers 54 Verdampfungen von je 70 cm³ Wasser vorgenommen werden. Dies ergibt nach Diagramm (Fig. 1) eine abgenommene Wärmemenge von insgesamt 2381 Cal. Hinzuzurechnen sind 18,7 Cal. für die erstmalige Anwärmung des Aluminiumgefäßes, was zusammen 2400 effektiv entnommene Cal. gibt, entsprechend 2784 Wh. Die Energiezufuhr betrug bei diesem Versuche, am Zähler abgelesen, 6820 Wh, sonach ergibt sich der Wirkungsgrad für den Speicherherd allein zu

$$\eta = \frac{2784}{6820} = 40,9\%$$

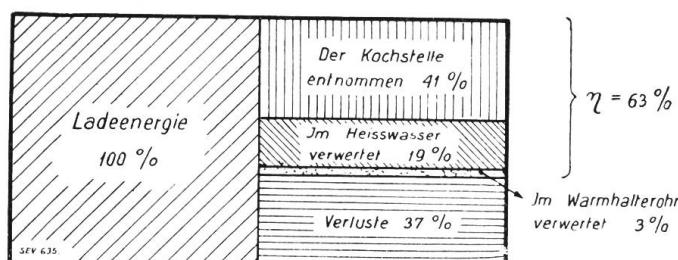


Fig. 2.
Wärmebilanz der Aufladung und Entladung eines Seves-Herdes.

Der Gesamtwirkungsgrad eines Speicherherdes ist — je nach Bauart — grösser, da die Wärmemengen, die zur Herstellung von Heisswasser und jene, die dem Warmhalterohr zugeführt worden sind, ebenfalls berücksichtigt werden müssen. So hat z. B. bei dem vorstehend angeführten Versuche an einem Seves-Herd sich folgende Wärmebilanz ergeben:

Zugeführte Energie 6820 Wh = 5865 Cal.

Der Kochstelle entnommene Wärmemenge	2400 Cal. = 40,9%
Als Heisswasser ausgenützte Wärmemenge	1120 Cal. = 19,1%
Im Warmhalterohr verwertete Wärmemenge (nach Versuchen geschätzt)	180 Cal. = 3,0%
	$\eta_{total} = 63,0\%$

Bei einem Nea-Herd ergaben sich folgende Resultate:

Zugeführte Energie 7200 Wh = 6192 Cal.

Der Kochstelle entnommene Wärmemenge	2930 Cal. = 40,7%
Im Warmhalterohr verwertete Wärmemenge	ca. 150 Cal. = 2,4%
	$\eta_{total} = 43,1\%$

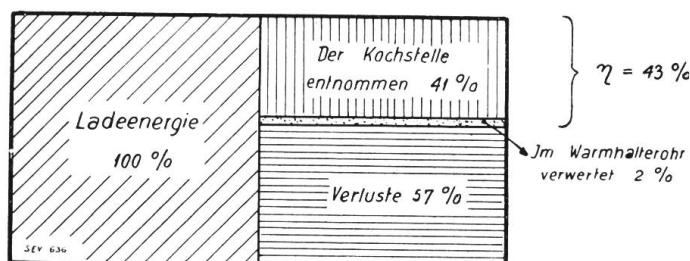


Fig. 3.
Wärmebilanz der Aufladung und Entladung eines Nea-Herdes.

Es würde zu weit führen, die Berechnung der Wärmeverluste des Topfes während der ganzen Versuchsdauer hier durchzuführen. Die Rechnungen und Untersuchungen des Verfassers haben ergeben, dass hiefür ca. 250 Cal. beim Seves-Herd, ca. 200 Cal. beim Nea-Herd verloren gehen.

2. Ermittlung des Ladungszustandes des eisernen Speicherkörpers.

Das Prüfgefäß wird mit 70 cm³ Wasser von 9° C gefüllt, auf die Kochstelle gesetzt und die Verdampfungszeit genau mit der Stoppuhr festgestellt. Sie betrage $t = 126$ sec. Gemäss Formel (4) ergibt sich daraus eine abgegebene Leistung von 2,08 kW. Sucht man nun im Diagramm unter den Rechtecken dasjenige mit der zunächst passenden Höhe, so findet man sie beim Rechteck No. 10 mit 2,09 kW. Dies besagt, dass der Speicherkörper des Herdes noch eine Wärmemenge enthalten hatte, die der Summe der Rechtecke von 9–54 entspricht. Der Kontrollversuch selbst entnahm dem Speicherkörper ungefähr die Wärmemenge des Rechteckes No. 10; folglich verbleiben ihm die Wärmemengen der Rechtecke 11 bis einschliesslich 54. Der Wärmeinhalt wird somit einfach dadurch ermittelt, dass von der Wärmeziffer bei No. 54, d. i. von 2381 Cal., die bei No. 10 stehende Wärmeziffer, d. i. 441 Cal., subtrahiert werden. Der Ladungszustand des Speicherkörpers gestattet somit im vorliegenden Beispiele noch die Entnahme von 2381 – 441 = 1940 Cal. = 2248 Wh.

Man kann auch zwei Verdampfungsversuche unmittelbar nacheinander anstellen. Den ersten vernachlässigt man, er dient nur zur Ueberführung des Prüfgefäßes in den Beharrungszustand; beim zweiten stoppt man genau die Verdampfungszeit ab und sucht auf der Abszisse des Diagrammes die nächstpassende Zeit. Die Wärmezahl des zugehörigen Rechteckes gibt ohne weiteres Rechnen die bereits verbrauchten Wärmemengen an. Diese Methode kann im allgemeinen nicht empfohlen werden, weil sie zwei Verdampfungsversuche erfordert, also dem Speicherkörper doppelt so viel Wärme entzieht, als unbedingt notwendig ist.

3. Ermittlung des Wärmebedarfes für Bereitung einer Mahlzeit.

Vor Beginn und nach Beendigung des Kochens wird je ein Verdampfungsversuch angestellt. Es habe beispielsweise die Verdampfung von 70 cm³ Wasser von 9° C Anfangstemperatur vor dem Kochen 60 sec gedauert, diejenige nach dem Kochen 180 sec. Nach Formel (4) entspricht einer Verdampfungsdauer von 60 sec eine abgegebene Leistung von 4,37 kW, einer Verdampfungsdauer von 180 sec eine solche von 1,46 kW. Die zu diesen Leistungen gehörenden Rechtecke im Diagramm Fig. 1 sind No. 2 und No. 23. Für das Kochen wurde somit die durch die 20 dazwischenliegenden Rechtecke No. 3 bis No. 22 dargestellte Wärmemenge verbraucht. Aus dem Diagramm entnimmt man, dass 20 Rechtecken 882 Cal. entsprechen.

Diese Wärmemenge reicht z. B. zur Bereitung eines kompletten, reichlichen Mittagessens für 3–5 Personen aus.

4. Ermittlung des nach beendetem Kochen noch im Speicherkörper verbliebenen Wärmeinhaltes.

Es wurde z. B. nach Fertigkochen des Nachtmahles konstatiert, dass 70 cm³ Wasser binnen 18 Minuten 30 Sekunden verdampfen. Daraus findet man gemäss Formel (4) die abgegebene Leistung zu 236 Watt. Dies entspricht im Diagramm dem Rechteck No. 53. Der Speicherkörper war demnach bei Vornahme des Kontrollversuches bereits fast vollständig entladen, die Entnahme weiterer Wärmemengen für Kochzwecke somit nicht mehr möglich.

5. Ermittlung des Gesamtwärmeverlustes innerhalb einer Speicherungsperiode.

Dem Speicherherd wird die für richtig erkannte Wärmemenge, z. B. 5,8 kWh zugeführt. Nach beendeter Speicherung lässt man den Herd unbenutzt, und ohne den Deckel vom Speicherklotz abzuheben, den ganzen Tag über stehen. Ein Kontrollverdampfungsversuch wird erst zu der Zeit angestellt, zu der nach dem praktischen Kochen im Haushalte die Bereitung des Nachtmahles vorüber ist, also z. B. um 20 Uhr. Er ergibt nach 4. die noch im Herd gespeicherte Wärmemenge; die Differenz zwischen dieser und der dem Herde zugeführten Wärmemenge stellt die während der Speicherperiode aufgetretenen Verluste dar. Diese betragen z. B. bei

einem mit 5,8 kWh aufgeladenen Herd 1,12 kWh entsprechend 19,5%. Eine andere Methode, den Gesamtwärmeverlust innerhalb einer Speicherungsperiode zu bestimmen, besteht darin, dass dem voll aufgeheizten Speicherkörper ständig jene Energiemenge zugeführt wird, die erforderlich ist, um ihn auf konstanter Temperatur zu erhalten. Benötigt der Heizkörper z. B. normal zum Aufheizen auf 650° C eine Energiezufuhr von 300 Watt durch 18 Stunden und ist anschliessend daran zum Konstanthalten der Temperatur von 650° C eine Energiezufuhr von z. B. 190 Watt erforderlich, so stellt letztere die Verluste durch Strahlung, Leitung und Konvektion bei voll aufgeladenem Speicher dar. Sie betragen z. B. im vorliegenden Falle $\frac{190}{300} = 0,63$ resp. 63% und der Wirkungsgrad der Isolation beträgt dann $100 - 63 = 37\%$. Die Bestimmung des Wirkungsgrades der Isolation nach diesem Verfahren setzt das Vorhandensein einer Temperaturmessvorrichtung für hohe Temperaturen, von Regelwiderständen, Messgeräten usw. voraus, während für die Verdampfungsversuche gar keine Apparatur notwendig ist. Diese Versuchsanordnung widerspricht insofern den praktischen Verhältnissen, als dabei die Herdtemperatur — und damit auch alle Verluste — künstlich *dauernd* auf dem Maximum gehalten werden.

6. Bestimmung des „Transmissions-Wirkungsgrades“ durch einen abgeänderten Verdampfungsversuch.

Unter dem Transmissions-Wirkungsgrad η_T wäre die Verhältniszahl zu verstehen zwischen der nutzbar am Kochgefäß abgenommenen und der gleichzeitig zugeführten Wärmemenge, wenn sich die Herdtemperaturen im Beharrungszustand befinden.

Wird ein Speicherkörper durch Verdampfungsversuche konstant entladen, während der Heizkörper unter Strom bleibt, so wird die Verdampfungszeit schliesslich konstant werden. Die zugeführte Wärmemenge hält dann der abgenommenen Wärmemenge, zuzüglich der Wärmeverluste, das Gleichgewicht. Bezeichnet W die zugeführte, A die am Kochgefäß abgenommene Wärmemenge und werden die Verluste mit P bezeichnet, so ist der Transmissions-Wirkungsgrad

$$\eta_T = 100 \frac{W}{A} \% \text{ und}$$

$$P = W - A.$$

An einem Studienzwecken dienenden Speicherkörper (Wiener Bauart) mit einem gusseisernen Klotz von 19 kg Gewicht, ausgerüstet mit einem Heizkörper von 300 Watt, wurde bei Dauereinschaltung des Heizkörpers eine konstante Verdampfungszeit für 70 cm³ Wasser von 9° C Anfangstemperatur von $t = 14$ Minuten 30 Sekunden gefunden. Somit war:

$$W = 0,86 \cdot 300 \cdot 0,24 = 62,3 \text{ Cal. und}$$

$$A = 44,1 \text{ Cal.}; \text{ daraus folgt}$$

$$\eta_T = \frac{A}{W} 100 = 70,75 \% \text{ und}$$

$$P = 62,3 - 44,1 = 18,2 \text{ Cal.}$$

Die *stündlich* verloren gehenden Calorien berechnen sich zu $\frac{60}{14,5} 18,2 = 75,4 \text{ Cal.}$

Es ist klar, dass die verschiedenen Herdkonstruktionen verschiedene Transmissions-Wirkungsgrade aufweisen, somit gibt auch der Transmissions-Wirkungsgrad einen wichtigen Vergleichswert. Auch bei der Prüfung von Kochplatten (Tischherden) gibt die Bestimmung des Transmissions-Wirkungsgrades neben jener der toten Wärmekapazität wichtige Vergleichswerte.

7. Ermittlung des jeweiligen Wärmezustandes des Speicherklotes während der Speicherung.

Zur Beurteilung verschiedener Konstruktionen kann es von Interesse sein, den Verlauf des Speichervorganges zu beobachten. Zu diesem Zwecke nimmt man z. B. alle Stunden einen Verdampfungsversuch vor, ermittelt nach Formel (4) die jewei-

ligen abgegebenen Leistungen und erhält so für die verschiedenen Herdkonstruktionen verschiedene ansteigende Kurven, welche den Vergleich der Herde ermöglichen. (Zu Beginn, bis etwa 250° C Kochplattentemperatur, genügen wohl auch einfache thermometrische Messungen.)

Die vorstehend beschriebenen Verdampfungsversuche ersetzen für die Ueberprüfung von Speicherherden das teuere Kochen von Mahlzeiten durch den Entzug der dem Kochen dieser Mahlzeiten entsprechenden Kalorien. Es ist im Effekt für den Speicherkörper gleichgültig, ob ihm z. B. 600 Cal. durch Kochen einer Mahlzeit oder durch Verdampfungsversuche entzogen werden. Hat man sich z. B. für Verdampfungsversuche mit 70 cm³ Wasser entschieden (entsprechend 44,1 Cal.) und weiss man anderseits, dass zur Bereitung einer Mahlzeit etwa 550 Cal. benötigt werden, so kann man diese 550 Cal. einfacher, rascher und billiger dem Speicherkörper entziehen, wenn man $\frac{550}{44,1} = 12,5$ = rund 13 Verdampfungsversuche vornimmt.

Es ist daher wichtig, den Wärmebedarf für Bereitung verschiedener Mahlzeiten zu kennen. Deshalb sind zur orientierenden Beurteilung des Wärmeverbrauches für Kochen verschiedener Speisenfolgen auf verschiedenen Geräten in den folgenden Tabellen II bis VIII praktische Erfahrungswerte niedergelegt, die als *Minimalwerte* bei raffinierter Ausnutzung aller erreichbaren Vorteile anzusehen sind.

Aus Tabelle VIII ergibt sich somit ein Verbrauch pro Tag:

für Kochen	1,87 kWh	für 3 Personen
für Heisswasser	1,08 kWh	für 3 Personen
Total <u>2,95 kWh</u> für 3 Personen		

Auf den Tagesverbrauch pro Person entfallen daher:

für Kochen	0,62 kWh
für Heisswasser	0,36 kWh ²⁾
Total <u>0,98 kWh</u>	

Stromverbrauch beim Einzelkochen (Wasser-Erwärmung).

Tabelle II.

Koch-Verrichtung	Aufgewendete Zeit	Stromverbrauch kWh	Verwendetes Gerät	
$\frac{3}{4}$ 1 Wasser 10° C zum Sieden bringen	9' 18'	0,15 0,123	2 1-Kochtopf, 999 Watt ¹⁾ 1 1-Kochtopf, 468 Watt	
1 1 Wasser 10° C zum Sieden bringen	10' 20'	0,163 0,157	2 1-Kochtopf, 999 Watt 1 1-Kochtopf, 468 Watt	
			Kochplatten mit Spezialgefäß	
			Platten Ø mm	Anschlusswert Watt
2 1 Wasser von 12° C auf 90° C erhitzen	20' 6''	0,282	A 180	841
	17' 20''	0,297	B 180	1031
	19' 48''	0,431	C 210	1306
	22' 48''	0,403	D 210	1060
	21' 41''	0,380	E 210	1051
	16' 23''	0,323	F 210	1187
	15' 58''	0,325	G 225	1221
	24' 24''	0,306	H 145	752
	33' 9'' ²⁾	0,433	I ²⁾ 210	784
	32' 55'' ²⁾	0,464	K ²⁾ 210	845
	21' 4''	0,368	L 180	1048
	27' 37'' ²⁾	0,508	M ²⁾ 210	1103
	21' 20''	0,450	N 220	1267
7 $\frac{1}{2}$ 1 Wasser 10° C auf 60° C erwärmen	70'	0,95	Kochplatte und Isolierhaube d. Elektro-Oekonom, 814 Watt	

¹⁾ Alle Anschlusswerte gelten für Messung im betriebswarmen Zustande.

²⁾ Diese Kochplatten enthalten für Sonderzwecke eingebaute Wärmekapazitäten (Kochautomaten).

²⁾ Der Heisswasserbedarf würde mit einem normalen Speicherhessel (von ca. 25 l Inhalt aufwärts) relativ einen geringeren Stromverbrauch ergeben.

Stromverbrauch beim Einzelkochen¹⁾.

Tabelle III.

Koch-Verrichtung	Aufge-wendete Zeit	Strom-verbrauch kWh	Verwendetes Gerät
$\frac{3}{4}$ 1 Kaffee 10° C auf 70° C aufwärmen	19'	0,076	250 Watt-Tauchsieder
$\frac{3}{4}$ 1 Kaffee kochen	15' 5'	0,116 0,048	Wiener Kaffeemaschine 580 Watt Wassertemperatur 9° bis 85° C
$1\frac{3}{8}$ 1 Kaffee bereiten	6'	0,075	Kochtopf 2 l, 999 Watt, Wassertemperatur 85° C
2 1 Kaffee bereiten	25'	0,371	Kochtopf 2 l, 999 Watt, Wassertemperatur 10° C
1 1 Milch von 15° C auf 50° C anwärmen	5'	0,085	Kochtopf 2 l, 999 Watt
1 1 Milch von 3° C auf 72° C anwärmen	8'	0,118	Kochtopf 2 l, 999 Watt
$1\frac{1}{2}$ 1 Milch abkochen	16'	0,370	Rapid-Kochplatte, 1564 Watt
2 1 Milch abkochen	19' 19'	0,3 0,384	2 1 Kochtopf, 999 Watt Rapid-Kochplatte, 1185 Watt
Eierspeise von 2 Eiern, 100 g Speck	12'	0,064 0,026 0,090	für das Speckzerlassen für die Eierspeise Kochtopf 1 l, 468 Watt
Eierspeise von 3 Eiern	10'	0,050	für die Eierspeise, Kochtopf 1 l, 460 Watt
Eierspeise von 7 Eiern	10' 8'	0,060 0,037	mehr Fett } Kochtopf 1 l, 468 Watt wenig Fett } Rapid-Kochplatte, 1200 Watt, 210 mm Ø
1 Knackwurst 230 g in 0,3 l Wasser erwärmen 2 Knackwürste 500 g in 0,3 l Wasser erwärmen	{ 8' { 10'	0,045 0,063	Kochtopf 1 l, 468 Watt
1 kg Schweinespeck auslassen	20'	0,305	Kochtopf 2 l, 999 Watt
Panierte Wiener Schnitzel 4 Stück à 100 g 6 Stück à 170 g	42' 53'	0,295 0,782 ²⁾	Kochtopf 1 l, 468 Watt Rapid-Kochplatte, 1200 Watt, 210 mm Ø
Panierte Koteletten ausbacken, 6 Stück à 115 g	23'	0,356 ³⁾	Kochtopf 1 l, 468 Watt Rapid-Kochplatte, 1200 Watt, 210 mm Ø
1 kg Rindfleisch in einem Stück, englisch braten	37'	0,458 ⁴⁾	Rapid-Kochplatte, 1200 Watt, 210 mm Ø
13 Palatschinken ausbacken	42' (7') ⁵⁾	0,518 (0,107) ⁵⁾	Rapid-Kochplatte, 1200 Watt, 210 mm Ø
65 Stück Schlosserbuben ausbacken	41' (16') ⁵⁾	0,556 (0,226) ⁵⁾	Rapid-Kochplatte, 1200 Watt, 210 mm Ø
Pudding von $\frac{1}{2}$ 1 Milch	10'	0,117	Elektro-Oekonom, auf betriebsheisser Platte, anschliessend an das Kochen

¹⁾ Zeit und Anschlusswert können nicht mit dem jeweils gefundenen Stromverbrauch übereinstimmen, weil beim Kochen die Stromzufuhr reguliert werden muss. Auch Spannungsschwankungen im Netz vermögen die Stromaufnahme wesentlich zu beeinflussen.

²⁾ Davon 0,17 kWh (9') für Versetzung der Kochplatte in den betriebswarmen Zustand.

³⁾ Je zwei Koteletten gleichzeitig. Vom Stromverbrauch wurden 0,195 kWh (12') für Erreichung des betriebswarmen Zustandes aufgewendet.

⁴⁾ Davon 0,143 kWh (10') für Erreichung des betriebswarmen Zustandes aufgewendet.

⁵⁾ Eingeklammerte Werte gelten für die Erreichung der Betriebswärme.

Stromverbrauch für Menü-Kochen im „Isotherm“-Elektro-Kochautomaten, 760 Watt.

Speisemenge für 4–5 Personen bemessen und zwar: $1\frac{3}{4}$ l Suppe mit 0,3 kg Rindfleisch; 1,5 kg Bratenfleisch, 1 kg Kartoffeln oder Gemüse oder $\frac{1}{2}$ kg Reis. Kochdauer $1\frac{1}{2}$ – $1\frac{3}{4}$ Stunden.

Tabelle IV.

	Speisenfolge	Stromverbrauch kWh		Speisenfolge	Stromverbrauch kWh
1	Karfiolsuppe Paprikaschnitzel mit Rahm Grüne Erbsen Kartoffel	0,58 ¹⁾	15	Karfiolsuppe Schweinsbraten Kartoffelsalat	0,94
2	Schwammerlsuppe Schweinskoteletten Kohlsprossen Reis	0,32 ¹⁾	16	Rindsuppe mit Leberknödel Kalbsbraten mit Reis	0,73
3	Rindsuppe mit Reis Rindfleisch mit grünen Fisolen Nusspudding	0,32 ¹⁾	17	Rindsuppe mit Nockerl Schweinsbraten Kartoffel	0,90
4	Griessuppe mit Ei Faschiertes Kochsalat mit grünen Erbsen Melkerpudding	0,68 ¹⁾	18	Schwammerlsuppe Kalbsgulasch mit Nockerl	0,82
5	Schwammerl Suppe Gedünstetes Rindfleisch Reis	0,32 ¹⁾	19	Rindsuppe mit Leberreis Wiener schnitzel Kartoffelsalat	0,93
6	Selchsuppe mit Nudeln Geselchtes Kraut und Knödeln	0,83	20	Gemüsesuppe Nierenbraten mit Reis	0,69
7	Kartoffelsuppe Schweinsbraten mit Kartoffeln Zelleriesalat	0,75	21	Selchsuppe mit gerösteten Semmeln Selchfleisch Kraut und Knödel	0,68
8	Griessuppe mit Ei Paprikaschnitzel mit Makkaroni	0,43	22	Juliennesuppe Kalbsnachtschnitzel mit Rahm Makkaroni Endiviensalat	0,69
9	Kartoffelsuppe Schweinsschlägel mit Sauerkraut u. Kartoffel	0,76	23	Karfiolsuppe Gulasch mit Nockerln	0,63
10	Schwammerlsuppe Wr. Schnitzel mit Kartoffelpüree Kompott	0,78	24	Geflügelsuppe Brathuhn und Kartoffelpüree Karfiol mit Butter, Apfelkompott	1,19
11	Rindsuppe mit Leberknödel Schweinskarree Kartoffelsalat	0,87	25	Apfelmus Kohl und Kartoffeln	0,94
12	Wurzelsuppe Krennfleisch mit Kartoffeln	0,73	26	Rindsbraten (3,4 kg)	0,47
13	Selchsuppe mit Selchkarree Kraut und Knödel	0,9	27	1,8 kg Kartoffeln kochen (Wasseranfangstemperatur 85 ⁰)	0,425
14	Griessuppe mit Ei Faschiertes Spinat Kartoffeln	0,9	28	1,9 kg Kartoffeln in $\frac{3}{8}$ l (70 C Anfangstemperatur) dämpfen	0,455

Durchschnittlicher Stromverbrauch aus den ersten 5 Menüs = 0,44 kWh, aus den 20 Menüs 6–25 = 0,80 kWh, pro Mahlzeit für 4–5 Personen.

¹⁾ Hier wurde 85⁰ C heißes Wasser aus einem Heisswasserspeicher zur Bereitung der Speisen verwendet, bei den übrigen Speisenfolgen Wasser von ca. 150 C.

Stromverbrauch für Mehlspeisen, bereitet aus 600 g Mehl oder dem Aequivalent anderer Zutaten, bereitet im Elektro-Kochautomaten „Isotherm“.

Tabelle V.

Speisenfolge		Stromverbrauch kWh	Speisenfolge		Stromverbrauch kWh
1	Pulverkuchen	0,38	6	Gugelhupf	0,36
2	Kirschenkuchen	0,32	7	Germkuchen	0,37
3	Mürber Kuchen mit Nussfülle	0,31	8	Biskuittorte	0,27
4	Haustorte	0,34	9	Sachertorte	0,31
5	Bischofsbrot	0,28	10	Nusstorte	0,29

Durchschnittlicher Stromverbrauch aus 10 Mehlspeisen = 0,323 kWh.

Stromverbrauch für in einem Brat- und Backrohr bereitete Fleischspeisen.

Tabelle VI.

Speisenfolge		Stromverbrauch kWh	Speisenfolge		Stromverbrauch kWh
1	Gans 1,6 kg	1,00	7	4½ kg Rostbeaf	1,64
2	Ente 1,8 kg	1,10	8	9 Rebhühner	1,25
3	2 kg Lungenbraten	1,10	9	4 kg Schweinskarree	1,86
4	1½ kg Faschierter	0,75	10	3 kg Rostbeaf	1,64
5	1½ kg Rehschlögl	1,20	11	3,2 kg Jung-Schweinskarree	1,38
6	2 kg Nierenbraten mit 1 kg Kartoffeln	1,90			

Stromverbrauch für in einem Back- und Bratrohr (700 Watt) bereitete Mehlspeisen.

Tabelle VII.

Speisenfolge		Stromverbrauch kWh	Speisenfolge		Stromverbrauch kWh
1	Nussbusserl von 140 g Nüssen	0,30			
2	Nussbusserl von 140 g Nüssen	1,00	11	Griesschmarren von ½ kg Griess Pignolikipferln von je 150 g Mandeln, Pignoli und Butter Haselnussbusserl von 140 g Nüssen	0,96
	Kokosbusserl von 210 g Nüssen				
3	Mildbrot von 1 kg Mehl	1,82	12	Mandelkipferl von 170 g Mandeln Zimmtschnitten von 230 g Mehl	0,78
	Kaiserschmarren von 260 g Mehl				
4	Torte von 400 g Mehl	0,68			
5	Nuss-Stangerln von 460 g Nüssen	0,75	13	Apfelstrudel von ¾ kg Äpfel und ¼ kg Mehl	0,86
6	Kirschenstrudel von ¼ kg Mehl	0,62			
7	Topfenstrudel von 1¾ kg Topfen und 300 g Mehl	0,97	14	Topfentorte von ¼ kg Topfen und 150 g Mehl	0,78
8	Brioche von 450 g Mehl	0,80			
9	Schinkenfleckerl von 1 kg Mehl	0,67	15	Milchbrot von 2 kg Mehl	1,52
10	Torte von 400 g Mehl	0,83	16	Apfelstrudel von ½ kg Mehl und 2 kg Äpfel	0,82
	Gugelhupf von ½ kg Mehl				
			17	Mohnstrudel von 1 kg Mehl und 400 g Mohn	0,77

Stromverbrauch in der voll elektrischen Küche.

Ausgerüstet mit: 1 Isotherm-Elektro-Kochautomaten für 3–5 Personen (750 Watt),
 1 Rapid-Elektro-Kochplatte 1200 W, 210 mm ø, 3fach regelbar,
 1 Klein-Heisswasserspeicher, 15 l Tagesleistung (85° C), 80 Watt, m. Temperaturregler.
 Gekocht wurde für 3 Personen:

Tabelle VIII.

Tag	Stromverbrauch für		Tag	Stromverbrauch für	
	Kochen kWh	Heisswasserspeicher kWh		Kochen kWh	Heisswasserspeicher kWh
1.	1,79 ¹⁾	0,92	Uebertrag	15,56	7,59
2.	1,58	1,03	9.	1,21	0,94
3.	1,20	0,79	10.	1,50	1,12
4.	2,66	0,79	11.	0,89	1,29
5.	1,71	1,22	12.	1,92	1,42
6.	1,93	0,91	13.	1,90	1,60
7.	1,95	0,90	14.	1,86	1,31
8.	2,74	1,03	15.	3,20 ²⁾	0,95
Uebertrag	15,56	7,59	Total für 15 Tage	28,04	16,22

¹⁾ Einschliesslich 1 Stunde lang bügeln.²⁾ Einschliesslich 3 Stunden lang bügeln.**Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.****Ueber die Schaltstationen der Berliner Stadt- und Ringbahn.** 621.312.64

Trotzdem die Schaltanlagen der Berliner Stadt- und Ringbahn teilweise unter den schwierigsten Raumverhältnissen auszuführen waren, ist doch eine sehr klare und symmetrische Anordnung gelungen. Im Stadtinnern dienen die Stadtbahnbögen zur Aufnahme der Schaltanlagen, während auf der Ringbahn besondere Gebäude erstellt sind, die den gleichen symmetrischen Aufbau zeigen wie die Bogenstationen. Jede Station ist mit zwei Gleichrichtern von je 1200 kW Leistung versehen. Bei den Bogenstationen wird die durch Kabel ankommende Spannung von 30 kV über Trennschalter zum Hochleistungsölschalter geleitet, der zur Vermeidung von Verqualmung der spannungsführenden Teile oberhalb des Schalters rauchsicher eingebaut ist. Von dort geht die Leitung zum Transformator von 1750 kVA, der die Spannung auf $2 \times 6 \times 794$ V transformiert und diese an den Gleichrichter mit 800 V Gleichstrom abgibt. Von hier erfolgt schliesslich die Zuführung zu den einzelnen Streckenkabeln

über die erwähnten Schnellschalter. Die Stationen der Ringbahn sind nach den gleichen Grundsätzen ausgeführt; sie haben aber in der Mitte einen turmartigen Aufbau, in dem ein Freileitungsanschluss für 30 kV eingebaut ist, damit man sie im Störungsfall an eine bewegliche Umformerstation, z. B. in Bahnwagen, anschliessen kann. Alle Schaltapparate werden von einer einzigen Zentralstation aus fern gesteuert. Zur Betätigung der Antriebsmotoren, Fahrtsignalanlagen, Beleuchtungskörper, Sicherheitseinrichtungen usw. dienen besondere Ringkabel, die den Strom von 3000 V Spannung je zwei Hilfstransformatoren, einem Haupt- und Reservetransformator von 3000/220/127 V zu führen. Ein Gleichrichter dient zur Speisung einer Gleichstrombatterie. Der Raum verbietet uns leider eine bildliche Darstellung der Schaltanlagen; dafür möchten wir aber auf die Druckschrift No. 106 der Firma Voigt & Haeffner A.-G. in Frankfurt a. M. hinweisen, welcher der Ausbau der 35 Stationen der Berliner Stadt- und Ringbahn übertragen worden war.

Ing. K. Trott.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.**Energieerzeugung der Schweiz. Bundesbahnen und Fortschritt der Elektrifikationsarbeiten im II. Quartal 1928.***1. Energieerzeugung.*

Der Gesamtverbrauch an elektrischer Energie erreichte im Berichtsquartal 93 856 000 kWh (97 019 000 kWh)¹⁾. Hiervon entfielen

91 496 000 kWh auf die elektrische Zugförderung der Bundesbahnen (93 068 000 kWh), während der Rest für andere Dienste und für den Betrieb anderer Bahnen verwendet wurde.

Von den oben angeführten 93 856 000 kWh (97 019 000 kWh) wurden 89 264 000 kWh = 95,11% (92 207 000 kWh) von den eigenen und 4 592 000 kWh = 4,89% (4 812 000 kWh) von bahnfremden Kraftwerken geliefert.

Die in bahneigenen Kraftwerken erzeugte Energie verteilt sich wie folgt:

¹⁾ Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das vorhergehende I. Quartal. Siehe Bulletin S. E. V. 1928, No. 12, S. 404.