Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 20 (1929)

Heft: 14

Artikel: Untersuchungen an Elektro-Kochplatten

Autor: Opacki, Julius

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1060771

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: 09.08.2025

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

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet | Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XX. Jahrgang XXe Année | Bulletin No. 14 | Juli II Juillet II 1929

Untersuchungen an Elektro-Kochplatten.

Von Ingenieur *Julius Opacki*, Wien.

643.36

Es wird die Untersuchung von Kochplatten mittelst des Verdampfungsverfahrens beschrieben. Dieses Verfahren, welches der gleiche Autor bereits im Bulletin 1928, No. 18, S. 584, behandelte, gestattet, den Einfluss der Wärmekapazität der Platte, welche bei den Siedezeitversuchen in unvorteilhafter Weise in Erscheinung tritt, zu eliminieren und liefert auf einfache Weise praktisch genügend genaue, vergleichbare Resultate.

An Hand einer Reihe von Versuchen an verschiedenen Platten weist der Autor auf die wesentlichen Eigenschaften einer guten Kochplatte hin und erörtert Möglichkeiten zu deren Verbesserung.

L'auteur décrit l'examen de plaques de cuisson par le procédé d'évaporation qu'il a présenté déjà dans le Bulletin A. S. E. 1928, No. 18, p. 584, et qui permet d'éliminer l'influence de la capacité calorifique de la plaque, intervenant dans un sens défavorable pendant les essais ordinaires relatifs au temps d'ébullition. Ce procédé fournit en outre d'une manière simple des résultats suffisamment exacts dans la pratique et comparables entre eux.

En se basant sur une série d'essais portant sur différentes plaques, l'auteur signale les propriétés essentielles d'une bonne plaque de cuisson et les moyens de l'améliorer encore.

Man räumt den Kochtöpfen ohne weiteres Wirkungsgrade von 85 % und mehr ein, Tauchsiedern solche von 90 % und darüber, während man bei Kochplatten Werte von 80% als obere Grenze zu betrachten gewohnt ist.

Wohl gibt es noch nicht viel Kochplatten mit Wirkungsgraden von 85 % und darüber und besonders die mit Glühkörpern ausgerüsteten Strahlungsplatten lassen in dieser Hinsicht noch zu wünschen übrig; aber die Steigerung des Wirkungsgrades elektrischer Kochplatten auf 90 % und darüber hält der Verfasser als im Bereiche der Möglichkeit liegend, und es ist Zweck dieser Zeilen, durch Angabe eines einfachen und leicht durchführbaren Prüfverfahrens, das einwandfreie, *vergleichbare* Resultate liefert, die Erkenntnis der Betriebszustände bei Elektro-Kochplatten zu vertiefen und dem Konstrukteur Wege zu weisen, die zur weiteren Vervollkommnung der Kochplatten führen können.

Ueber den Wirkungsgrad elektrischer Kochplatten gibt es bisher keine einheitliche Auffassung. Mit den meist üblichen Siedezeit-Versuchen lässt er sich kaum eindeutig umschreiben.

Prüft man nach den für *Kochgefässe* gemäss § 8 Punkt 4 der österreichischen Vorschriften für elektrische Heizgeräte niedergelegten Normen den Anheizungs-Wirkungsgrad bei Elektro-Kochplatten, so ergeben sich Werte von 45 bis 65 %.

Nach diesen Vorschriften bleibt die Wärmekapazität unberücksichtigt. Bei Kochgefässen ist der Einfluss der Wärmekapazität klein, entsprechend der kleinen Wärmekapazität solcher Gefässe; er wird aber bei der Prüfung elektrischer Koch-

platten so gross, dass einwandfreie Werte unmöglich erreicht werden können, so lange es nicht gelingt, aus den Versuchen die Wärmekapazität zu eliminieren.

An der einwandfreien Festlegung genauer Wirkungsgradziffern elektrischer Kochplatten haben die Fabrikationsfirmen ebensoviel Interesse als die Elektrizitätswerke.

Falls Elektro-Kochplatten tatsächlich nur Wirkungsgrade von 45 bis 65 % hätten, müsste die Industrie die grössten Anstrengungen machen, um weit höhere Werte zu erreichen; die Elektrizitätswerke ihrerseits müssten der Propagierung elektrischer Tischherde reserviert gegenüberstehen, weil die Anwendung von Geräten mit so schlechtem Wirkungsgrade volkswirtschaftlich nicht zu rechtfertigen wäre und die Tarifpolitik überaus niedrige Strompreise für das elektrische Kochen verlangen müsste.

Der elektrische Ankoch-Wirkungsgrad wird mit Recht von den österreichischen Prüfungsvorschriften bei Kochplatten nicht verlangt. Er ist eine Funktion der Ankochdauer bei kalter Platte und daher weniger für den Techniker als vielmehr für die praktische Hausfrau von Interesse.

Wird der Wirkungsgrad nach den folgenden Angaben definiert und ermittelt, so erreicht er bei modernen elektrischen Kochplatten den Betrag von 85 %, bei nicht gedecktem Gefäss.

Dem Konstrukteur elektrischer Tischherde darf man nicht die Aufgabe stellen, Kochplatten mit hohem Ankoch-Wirkungsgrad (kurzer Ankochzeit) zu bauen. Das hiesse ein Teilresultat betonen, die massgebenden Komponenten aber verschweigen. Es ist, vom technischen Standpunkt aus betrachtet, beim Bau elektrischer Kochplatten vielmehr wichtig, dass sie eine *möglichst kleine* Eigenkapazität und bei allen Regelstufen einen *möglichst hohen* Transmissions-Wirkungsgrad aufweisen; in der Regel wird dann auch eine kurze Ankochzeit und ein günstiger Ankoch-Wirkungsgrad erzielt werden.

Die Eigenkapazität in Kalorien lässt sich nach dem folgenden Verfahren experimentell sehr genau bestimmen; es sei vorweg gesagt, dass sie bei der aus einer langen Versuchsreihe als beste ermittelten Kochplatte (Schweizer Fabrikat) mit rund 70 Wh gefunden wurde, während ein auch sonst minderwertiges Fabrikat mit massivem Tonklotz-Heizkörper 240 Wh Eigenkapazität aufwies. (Vergl. Tabelle II.) Vom Standpunkte der Wirtschaftlichkeit aus spielt die Eigenkapazität eine wichtige Rolle. Noch wichtiger ist aber der Transmissions-Wirkungsgrad. Während erstere nur beim Anheizen aus dem kalten Zustand (hemmend) in Erscheinung tritt, sind die Transmissions-Verluste während des ganzen Kochverlaufes eine Verlustquelle.

Den Untersuchungen sei folgende *Definition* zu Grunde gelegt:

Der Transmissions-Wirkungsgrad einer Kochplatte mit Kochgefäss ist der Quotient aus der nutzbar am Kochgefäss abgenommenen und der gleichzeitig der Kochplatte zugeführten Energiemenge, wenn sich die Herdtemperaturen im Beharrungszustande befinden.

Bezeichnet W die zugeführte, A die am Kochgefäss nutzbar abgenommene Wärmemenge und werden die Verluste mit P bezeichnet, so ist der Transmissions-Wirkungsgrad:

$$\eta_T = \frac{A}{W} \cdot 100\,\% \text{ und } P = W - A$$

Wird z. B. durch Verdampfungsversuche[1]) die der Kochplatte konstant zufliessende Energie am Kochgefäss ebenso konstant abgenommen, so wird die Verdampfungszeit schliesslich auch konstant. Die zugeführte Wärmemenge hält dann der abgenommenen Wärmemenge plus den Wärmeverlusten das Gleichgewicht.

Die Ermittlung des Transmissions-Wirkungsgrades kann mittels der vom Verfasser beschriebenen Verdampfungsmethode geschehen. Das Prinzip dieser Methode besteht in folgendem: In einem auf die Kochstelle gestellten Prüfgefäss werden

[1]) Siehe Bulletin S. E. V. 1928, No. 18, S. 584.

unmittelbar aufeinanderfolgend gleich kleine Wassermengen, z. B. je 0,07 oder 0,10 l, von bekannter Anfangstemperatur, zum Verdampfen gebracht. Der Energie-Verbrauch für die Erwärmung und Verdampfung von beispielsweise 0,07 l Wasser von 9° C Anfangstemperatur beträgt theoretisch 0,05116 kWh, für 0,10 l Wasser gleicher Anfangstemperatur 0,07308 kWh. Diese Energie wird der während des Versuches nutzbar vom Kochgeschirr abgenommenen Wärme gleichgesetzt. Dividiert man diese theoretisch bestimmte Wärmemenge durch den beim Verdampfungsversuch am Zähler abgelesenen Energieverbrauch, so ergibt sich der Transmissions-Wirkungsgrad. Die Wärmekapazität der Kochplatte hat im Transmissions-Wirkungsgrad keine Funktion, denn die Temperaturen sind im Beharrungszustand; sie lässt sich jedoch aus Verdampfungsversuchen während des Anheizens einfach und so genau ermitteln, dass darnach z. B. die Ankochzeit für 1 l Wasser bei kalter oder betriebswarmer Platte bis auf ± 15 Sekunden genau im voraus berechnet werden kann.

Eine Gegenüberstellung des Siedezeitversuches und des Verdampfungsversuches ergibt folgendes: Wird ein Liter Wasser zum Sieden gebracht, so erreicht er erst nach 10 bis 25 Minuten die Endtemperatur von 100° C, bei welcher sich erst die Verluste auf einen konstanten Wert einstellen. Werden jedoch 0,07 l Wasser zum Verdampfen gebracht, so sieden diese erfahrungsgemäss schon nach 10 bis 30 Sekunden (je nach Anschlusswert und Wirkungsgrad der Kochplatte); es bleibt daher beim Verdampfungsversuch die Temperatur der Kochplatte und des Gefässes unverändert auf 100° C bestehen; die Eigenkapazität der Kochplatte kommt daher nicht ins Spiel, während sie beim Ankochversuch störend in Erscheinung tritt.

Der Verdampfungsversuch hat ferner den praktisch wertvollen Vorteil, dass er kein teures Instrumentarium erfordert und so leicht durchführbar ist, dass man sich kaum irren kann; ferner genügt zu dessen Ausführung eine Person.

Anderen Prüfmethoden ist er besonders auch dadurch überlegen, dass nach einiger Uebung die Prüfung einer Kochplatte nur eine Zeit von 15 bis 25 Minuten erfordert. Die Zeit der drei ersten Versuche nach Tabelle I beträgt z. B. 15 Minuten; für ein einfaches Resultat hätten diese drei Versuche vollständig genügt und der Prüfende hätte daraus den Transmissions-Wirkungsgrad, die Eigenkapazität, die Stundenverluste usw. bestimmen können. Dabei betrug der Stromverbrauch nur 0,33 kWh.

Bei der Ermittlung des Transmissions-Wirkungsgrades mittels Verdampfungsversuchen ist folgendes zu beachten: Wasserinseln auf dem trockenen Gefässboden zu Ende eines jeden Verdampfungsversuches sind zu vermeiden. Wesentlich gefördert wird die gleichmässige Verdampfung der letzten Wasserspuren ausser durch genaues Ausrichten mittels Wasserwaage und geschicktes Unterlegen von beispielsweise Papier unter die Füsse der Kochplatte, wenn nötig während des Versuches, durch Zusatz von etwa $^1/_2$ g gewöhnlicher Kernseife zum ersten Verdampfungswasser. Auch rauhe Oberfläche des innern Gefässbodens fördert das gleichmässige Verdampfen; z. B. kann der Gefässboden mit ca. $^1/_3$ mm tiefen Rillen mit ▽-Querschnitt versehen werden. Kesselstein, der sich auf dem Gefässboden bildet, wird durch verdünnte Salzsäure entfernt.

Erleichtert würde das Ablesen des Zählers durch einen „Stoppzähler", der zwei alternativ arbeitende Zählwerke A und B hätte. Durch Druck auf einen Taster im Moment des Verdampfens des Wasserrestes im Prüfgefäss, müsste Zählwerk A stehen bleiben und gleichzeitig Zählwerk B, das vorher auf 000,000 sprang, zu registrieren beginnen und beim nächsten Versuche umgekehrt. Da das Drehmoment moderner Zähler jenes einer Stoppuhr mindestens erreicht und ein Registrierbereich innerhalb 0 bis 999 Wattstunden mehr als ausreichend ist, ist die Schaffung des Stoppzählers für Laboratoriumszwecke der Zählerindustrie kaum unmöglich.

Die graphische Charakteristik der Kochplatten gestattet den Vergleich verschiedener Fabrikate. Jede Verdampfung lässt sich durch ein Rechteck darstellen,

dessen eine Seite gleich der Leistungsaufnahme der Platte und dessen andere Seite gleich der Verdampfungszeit ist. Reiht man die Rechtecke der einzelnen Verdampfungen einer Serie aneinander, so ergibt sich eine Charakteristik. Fig. 1 ist die Charakteristik der gemäss Tabelle I untersuchten Kochplatte.

Beispiel der Untersuchung einer Kochplatte von 1200 W, Plattendurchmesser 180 mm.
Der Versuch ergab folgendes:

Tabelle I.

Verdampfungs-versuch No.	Zeit Min.	Zeit Sek.	Am Zähler abgelesener Energieverbrauch kWh	Anmerkung
0	0	0	0	Das Gefäss ist nicht gedeckt.
1	8	55	0,1966	Die Platte ist nach dem ersten Verdampfungsversuch schon im Beharrungszustand.
2	3	03	0,0706	*Ermittlung des Transmissions-Wirkungsgrades:*
3	2	53	0,0652	Prüfquantum 0,07 l von 9° C. Zu dessen Verdampfung notwendige Wärme 51,16 Wh.
4	2	59	0,0655	Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Verdampfung, nachdem sich die Platte im Beharrungszustand befindet 64,76 Wh.
5	2	54	0,0649	Daraus folgt
6	2	50	0,0640	$\eta_T = \frac{51,16}{64,76} \cdot 100 = 79\,\%$.
7	2	44	0,0632	Transmissionsverluste pro Verdampfung 64,76 – 51,16 = 13,6 Wh.
8	2	49	0,0638	*Stundenverluste:*
9	2	40	0,0627	Stunden-Energieaufnahme 1,2 kWh.
10	2	47	0,0630	Stunden-Verluste 0,21 · 1,2 = 0,25 kWh.

In die Rechtecke können die Verluste eingetragen werden. Beim ersten Rechteck erscheinen die Kapazitäten des Kochtopfes und der Kochplatte, indem sie die Verdampfungszeit vergrössern. Der Transmissionsverlust hat zu Beginn der Kochplatten-Aufheizung seinen konstanten Wert noch nicht erreicht. Diesbezügliche Untersuchungen haben ergeben, dass beim Aufheizen einer kalten Kochplatte der Transmissionsverlust innerhalb der Aufheizperiode nur 50 % bis 80 % des Konstantwertes ausmacht, im Mittel können 75 % angenommen werden. Im vorliegenden Beispiel beträgt der Anheiz-Transmissionsverlust 50 % des Transmissionsverlustes der Platte im Beharrungszustand.

Die Kapazität des Kochtopfes ist in Fig. 1 punktiert angedeutet, jene der Kochplatte schwarz. Das kleine schwarze Dreieck beim ersten Rechteck stellt einen Teil der Kapazität dar, da es andere Absorptionsquellen als Kapazität, nutzbare Arbeit und Transmissionsverluste bei einer elektrischen Kochplatte nicht geben kann.

Aus der Differenz der einzelnen Arbeitsflächen kann die *Eigenkapazität* ermittelt werden; für das Versuchsbeispiel ergibt sich dafür folgendes:

Während der 10 Verdampfungsversuche zugeführte Energie		0,78 kWh
Hiervon sind abzuziehen:		
die theoretische Verdampfungsarbeit 10 · 0,051 = ...	0,51 kWh	
die Kapazität des Aluminium-Kochtopfes, 1 kg, 10 bis 100° C, rund	0,02 kWh	
die Transmissionsverluste:		
für den ersten Versuch 0,5 · 0,0136	0,01 kWh	
für Versuch 2 bis 10 9 · 0,0136	0,12 kWh	0,66 kWh
Somit beträgt die Eigenkapazität der Kochplatte		0,12 kWh

Kennt man Eigenkapazität und Transmissionsverluste, so kann die *Siedezeit*, ausgehend von der kalten Platte, vorausberechnet werden. Für die untersuchte Platte ergibt sich beim Erwärmen von 1 l Wasser von 10 auf 100° C:

Eigenkapazität der Platte bei 100° C im Kochgefäss	0,12 kWh
Eigenkapazität des Kochtopfes bei 100° C im Kochgefäss	0,02 „
Wärmebedarf zur Erwärmung von 1 l Wasser von 10 auf 100° C = 90 Cal =	0,10 „
Transmissionsverluste 6,8 × 13,6 Wh = ...	0,02 „
	0,26 kWh

Daraus bestimmt sich die Siedezeit zu $\frac{0{,}26}{1{,}2}$ = 0,2196 Stunden = 13 Min. 5 Sek.

Aehnlich lässt sich die Ankochzeit bei betriebswarmer Platte vorausberechnen.

In vorstehender Aufstellung sind die Transmissionsverluste mit 0,02 kWh eingeführt worden, was der näheren Erläuterung bedarf: Ein Verdampfungsversuch mit 0,07 l Wasser von 9° C erfordert rund 44 Cal, also zwei Versuche 88 Cal, was ziemlich genau der Energiezufuhr zum Erwärmen von 1 l Wasser von 10 auf 98° C entspricht. In erster Annäherung kann man deshalb die Transmissionsverluste, welche beim Erwärmen eines Liters Wasser von 10 auf 100° C auftreten, den Transmissionsverlusten zweier Verdampfungsversuche mit je 0,07 l Wasser von 9° C gleichsetzen, woraus hervorgeht, dass 0,07 l ein besonders günstiges Prüfquantum ist, zumal für approximative Bestimmung der Ankochzeit für 1 l Wasser bei kalter Platte, bei einem Prüfquantum von 0,07 l die Summe der beiden ersten Verdampfungszeiten die angenäherte Ankochzeit für 1 l ergibt, je zwei weitere Verdampfungszeiten diejenige für jeden weiteren Liter. Nach Fig. 1 ist die geprüfte Kochplatte schon nach dem ersten Verdampfungsversuch im Beharrungszustande. Vom eingetretenen Beharrungszustande an müssen Transmissionsverluste mit 100 %, vorher aber, in der Aufheizperiode, nur mit 50 bis 80 %, in unserem Beispiel 50 %, je nach Qualität der Platte, in Rechnung gestellt werden. Somit war im Beispiel für die Transmissionsverluste für die erste Verdampfung 0,5 · 13,6 = 6,8 Wh, für die zweite Verdampfung 13,6 Wh, also insgesamt rund 0,02 kWh einzusetzen.

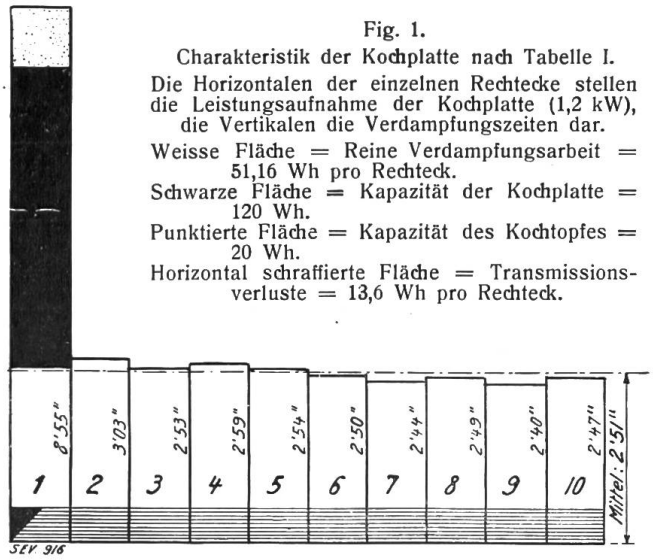

Fig. 1.
Charakteristik der Kochplatte nach Tabelle I.
Die Horizontalen der einzelnen Rechtecke stellen die Leistungsaufnahme der Kochplatte (1,2 kW), die Vertikalen die Verdampfungszeiten dar.
Weisse Fläche = Reine Verdampfungsarbeit = 51,16 Wh pro Rechteck.
Schwarze Fläche = Kapazität der Kochplatte = 120 Wh.
Punktierte Fläche = Kapazität des Kochtopfes = 20 Wh.
Horizontal schraffierte Fläche = Transmissionsverluste = 13,6 Wh pro Rechteck.

Wären z. B. auf einer Kochplatte mit der Charakteristik No. 5 (Fig. 2) vier Liter Wasser von 10° C zum Sieden zu bringen, so würde man die Transmissionsverluste durch die Verluste von acht Verdampfungen von 0,07 l, 9° C, zu ersetzen haben. Nach No. 5 (Fig. 2) ist die Kochplatte erst nach der vierten Verdampfung im

Beharrungszustande. Von den acht Transmissionsverlusten sind somit vier mit 75 % (denn es handelt sich um eine besonders schlechte) plus vier mit 100 % in Rechnung zu stellen.

Die Vorausberechnung und experimentelle Nachprüfung der Siedezeit ist insofern wichtig, als sie eine gute Kontrolle des Verdampfungsversuches ist.

Fig. 2 zeigt die Charakteristiken verschiedener Kochplatten-Konstruktionen. Eine relative Bewertungsziffer der Kochplatten kann etwa dadurch aufgestellt werden, dass man bei jeder Kochplatte den in % ausgedrückten Transmissions-Wirkungsgrad durch die in Wh ausgedrückte Eigenkapazität dividiert. Um zu runden Ziffern zu gelangen, kann man diese Quotienten mit 100 multiplizieren und durch die Bewertungsziffer der besten Platte, d. i. in unserem Falle durch 118,8 dividieren, wodurch die beste Platte 100 Wertungspunkte erhält und die anderen Platten entsprechend weniger. Tabelle II gibt eine Zusammenstellung der für die 8 untersuchten Platten gefundenen Werte.

Tabelle II.

Fabrikat No.	Platten ⌀ mm	Spannung V	Eff. Anschlusswert W	η_T %	Eigen-Kapazität Wh	Wertungs-Punkte *P*	Konstruktive Angaben
1	180	220	1010	82	69	100	Heizkörper in keramische Masse gepresst. Heizfläche plan geschliffen.
2	180	220	1018	83	78	90	Heizkörper in keramische Masse gepresst. Heizfläche mit rauher Gusshaut, nicht bearbeitet.
3	180	220	1010	77	86	75	Platte identisch mit No. 1. Heizfläche jedoch mit rauher Gusshaut, nicht bearbeitet.
4	220	220	1500	80	140	48	Heizkörper in keramische Masse gepresst, Heizfläche nicht bearbeitet.
5	220	220	930	58	128	38	Heizdrähte in Spiralen gewikkelt, durch dünne Quarzrohre geschützt. Strahlungsplatte.
6	233	220	790	64	185	29	Glimmerheizkörper angepresst, sehr rauhe, unebene Kochfläche.
7	220	220	1028	66	232	24	Keramischer Scheibenheizkörper, an die Kochplatte durch Verschraubung angepresst.
8	210	220	1040	65	240	23	Tonheizkörper in Scheibenform, an die Kochfläche keramisch gekittet.

Ordnet man die in Fig. 2 dargestellten Prüfresultate abfallend nach Wertungspunkten so erhält man Fig. 3.

Fabrikat 5 ist die einzige Strahlungs-Kochplatte der Versuchsreihe. Sie besitzt wohl den schlechtesten Wirkungsgrad, dafür aber eine verhältnismässig kleine Kapazität, was auch aus Fig. 2 entnommen werden kann.

Die Eigenkapazität steckt oft nicht nur in der Kochplatte selbst, sondern kann bei ungünstiger Konstruktion der Befestigungselemente eine starke Wärmeaufladung auch im Kochplattengestell verursachen. Es muss daher Wert auf kleine Wärmeleitfähigkeit zwischen der eigentlichen Kochplatte und den inaktiven Teilen gelegt werden. Auch wächst die Kapazität unter sonst gleichen Umständen mit dem Kochplatten-Durchmesser, weshalb dieser so klein als es die praktischen Verhältnisse gestatten, gehalten werden sollte, zumal sich im allgemeinen bei kleinerem Durchmesser der grössere Transmissions-Wirkungsgrad ergibt.

Nun seien Fragen behandelt, die sich aus der Praxis der Verdampfungsversuche ergeben und von allgemeinem Interesse sind. Sie gelten sinngemäss auch für Prüfung von Speicherherden.

Ein *Deckel* auf dem Prüfgefäss erhöht den Wirkungsgrad bei ungedecktem Gefäss im Mittel um 8 %, ein Wert, der mit den aus der Fachliteratur bekannten schweizerischen und deutschen Versuchsergebnissen übereinstimmt.

Einfluss der Höhe des Verdampfungsgefässes. Es wurde der Transmissionswirkungsgrad einer Kochplatte mit Gefässen verschiedener Höhe, von 1 bis 7 l Inhalt, ermittelt. Mit zunehmender Gefässhöhe sinkt der Transmissionswirkungsgrad. Es wurden ermittelt:

Topfdurchmesser 220 mm,
Plattendurchmesser 220 mm.

Topfhöhe	100 mm	180 mm	260 mm	340 mm
η_T	87,3 %	83,1 %	79,3 %	73,8 %.

Einfluss der Abweichung des Topfdurchmessers vom Kochplattendurchmesser. Hier waren grosse Differenzen im Transmissionswirkungsgrad nicht wahrnehmbar. Dieses Ergebnis deckt sich mit sehr genauen Siedezeitversuchen, die in dieser Richtung vom Autor früher angestellt wurden.

Verdampfungsversuche ergaben:

Topfdurchmesser 180 mm, Plattendurchmesser 180 mm } $\eta_T = 84{,}3$ %
Topfdurchmesser 120 mm, Plattendurchmesser 180 mm } $\eta_T = 83{,}1$ %
Topfdurchmesser 220 mm, Plattendurchmesser 180 mm } $\eta_T = 83{,}9$ %

Ist der Topfdurchmesser grösser als der Plattendurchmesser, so wird die durch Wärmestrahlung und Konvektion von den Seitenteilen der Kochplatte an die Umgebungsluft und die Konstruktionsteile abgegebene Wärme von dem grösseren Kochtopfe zum Teil absorbiert. Anderseits besitzt das grössere Gefäss eine grössere wärmeabgebende Oberfläche und es wächst auch die Oberfläche des Wasserspiegels. Ist hingegen der Topfdurchmesser kleiner als der Plattendurchmesser, so spricht alles gegen eine wesentliche Verschlechterung des Wirkungsgrades. Topf- und Wasseroberfläche und damit deren Strahlungs- und Konvektionsverluste sind kleiner, als wenn Topf- und Plattendurchmesser gleich sind. Der vom zu kleinen Kochtopf freigelassene konzentrische Kochplattenring am Rande der Platte ist nicht als voller Verlust zu werten. Wohl treten bei manchen Bauarten infolge erleichterter Luftzirkulation zwischen Kochplattenrand und dem Kochplattenkonstruktionsgestell Luftströmungen und damit Konvektionsverluste auf, aber anderseits umgibt die vom freigebliebenen Kochplattenrande aufsteigende Heissluft das Kochgefäss mit einem Heissluftmantel, der es vor Abkühlung schützt. Schliesslich ist, nach des Autors Ueberzeugung, bei der Variante: kleineres Kochgefäss, grössere Kochplatte, die innere Wärmeströmung in der Kochplatte gemäss Figur 4 nicht ungünstiger, der Wärmetransport verschlechtert sich nicht; es wird lediglich der Wärmefluss pro Flächeneinheit dichter als wenn Topf- und Plattendurchmesser gleich sind.

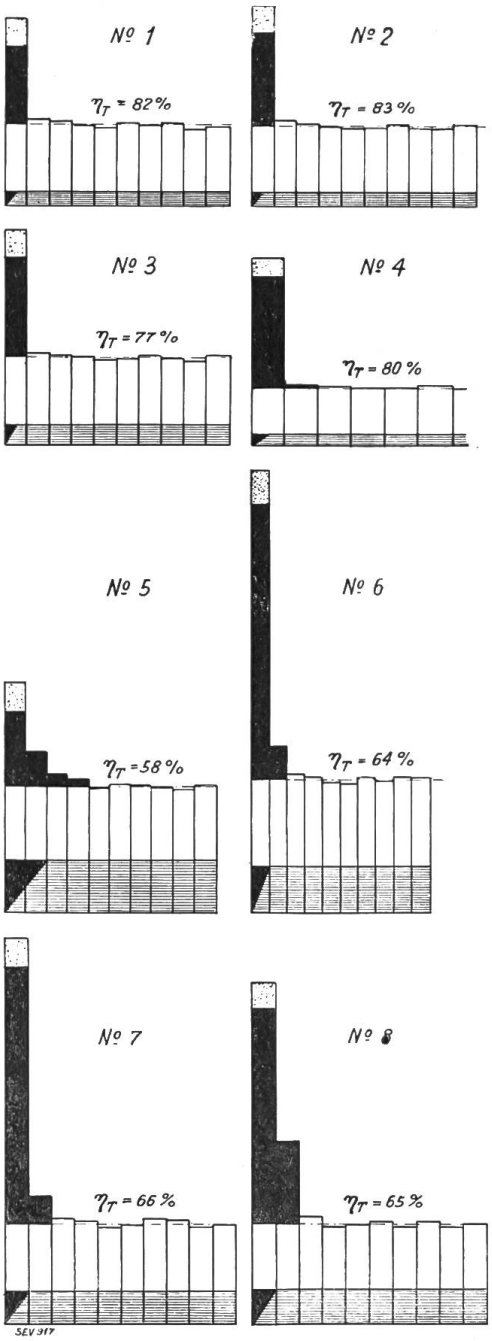

Fig. 2.
Charakteristiken der in Tabelle II spezifizierten Kochplatten.

Ein Einfluss des Prüfquantums ist nicht nachweisbar. Ein diesbezüglicher Versuch an einer Kochplatte mit 13,5 cm Durchmesser, 760 W, 220 V ergab folgendes:

Prüfquantum	0,045 l	0,09 l	0,10 l
η_T	68,1 %	67,9 %	69 %

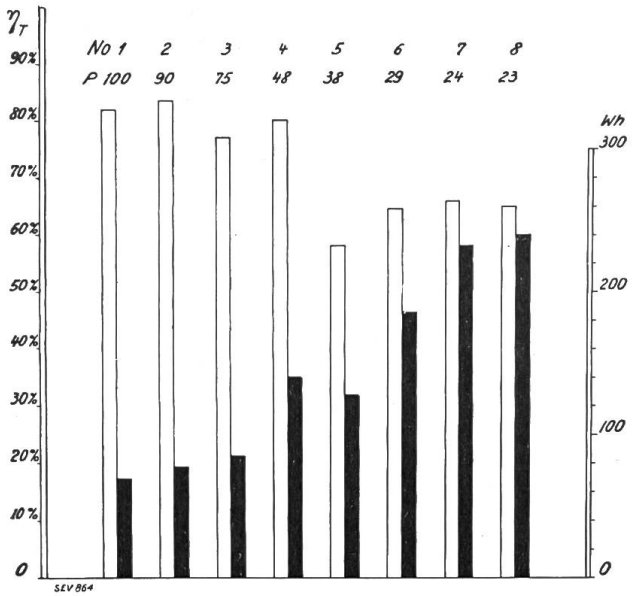

Fig. 3.

Zusammenstellung von Transmissionswirkungsgrad η_T (weiss) und Eigenkapazität (schwarz) der in Tabelle II spezifizierten Kochplatten, geordnet nach Wertungspunkten *P*.

Die bisherigen Versuchsbeschreibungen setzen uns in Stand, die interessanten Eigenschaften der Kochplatten, Kapazität und Transmissionswirkungsgrad, nach einem einheitlichen, leicht durchführbaren Verfahren zu ermitteln; damit ist eine Basis für zuverlässigen technischen Vergleich verschiedener Konstruktionen geschaffen.

Zum Verständnis der Betriebsverhältnisse bei elektrischen Kochplatten ist es vorteilhaft, die Phasen des elektrischen Kochens wie folgt zu unterscheiden:

a) Ankochen von Flüssigkeiten bei kalter Platte (100 ° C Betriebstemperatur im Kochgefäss):
Die Wärmekapazität der Kochplatte tritt hemmend in Erscheinung, die Transmissionsverluste bleiben unter dem Maximum;

b) Ankochen von Flüssigkeiten bei heisser Platte:
Die Wärmekapazität wirkt fördernd, die Transmissionsverluste sind höher;

c) Weiterkochen von Flüssigkeiten:
Die Wärmekapazität ist latent, die Transmissionsverluste sind höher;

d) Ausbacken von Fleischspeisen in heissem Fett (z. B. Wiener Schnitzel; 200 ° C Betriebstemperatur im Kochgefäss):
Die Wärmekapazität und die Transmissionsverluste sind maximal;

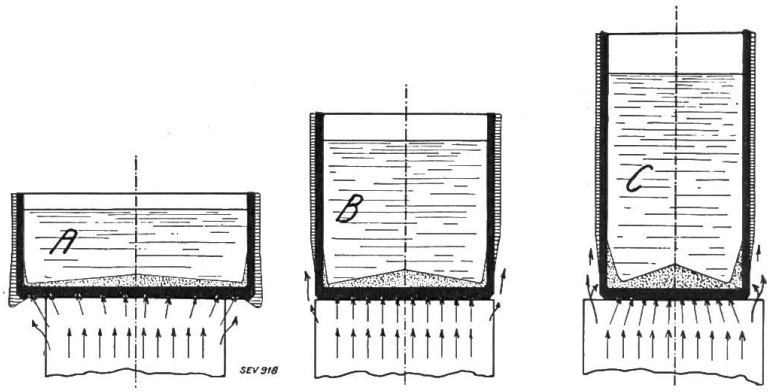

Fig. 4.

Schematische Darstellung der Wärmeströmung bei nicht übereinstimmendem Platten- und Topfdurchmesser.

Pfeile: Strömungsrichtung der Wärme.
Punktierte Zone: Wärmemitteilung an den Gefässinhalt.
Horizontal schraffierte Zone: Wärmemitteilung vom Gefäss an die Umgebungsluft.

e) Ausbacken von Mehlspeisen in heissem Fett (z. B. Krapfen; 200 ° C Betriebstemperatur im Kochgefäss):
Die Wärmekapazität und die Transmissionsverluste sind maximal.

Es überschritte den Rahmen dieser Arbeit, würden die Folgerungen vorstehender Angaben ausführlich erörtert werden. Nur die drei wichtigsten Ergebnisse seien hervorgehoben. Für die wirtschaftliche Ausnützung der Elektrizität in der mit Kochplatten ausgestatteten Elektroküche ist erforderlich:

1. Dass die am häufigsten und längsten angewendete Regelstufe „1“ für Weiterkochen von Flüssigkeiten *nicht höher sei als wirklich nötig.* Diese Regelstufen sind meist bei 300 bis 450 W angesetzt. Zum sicheren Weiterkochen genügen aber schon 150 bis 180 W bei den besten der untersuchten Kochplatten (Schweizer Fa-

brikate) und 200 bis 230 W bei anderen Platten. Was über diesen Werten liegt, ist beim Weiterkochen von Flüssigkeiten effektive Stromverschwendung. Hiezu muss bemerkt werden, dass der Transmissionswirkungsgrad mit den Regelstufen stark sinkt, wie Tabelle III zeigt.

Das elektrische Kochen könnte durch Heben des Transmissionswirkungsgrades bei niedrigen Regelstufen noch rationeller gemacht werden. Die Transmissionsverluste treten während der ganzen Kochdauer auf. Ihre Einschränkung auf ein Mindestmass ist um so wichtiger, als sie in der Ankochperiode klein sind, in der weitaus länger anhaltenden Weiterkochperiode jedoch fast auf dem Maximalwerte verharren.

Transmissions-Wirkungsgrad an Kochplatten verschiedener Bauart, bei verschiedenen Regelstufen. Tabelle III.

Fabrikat	Schaltstufe 4	Schaltstufe 3	Schaltstufe 2	Schaltstufe 1
A	—	83,5 %	79,6 %	63,0 %
B	80,9 %	75,3 %	70,0 %	62,0 %
C	—	81,5 %	75,6 %	70,5 %
D	—	88,6 %	77,1 %	66,7 %

Die Werte gelten für Verdampfungsversuch bei ungedecktem Gefäss.

2. Die Wärmekapazität verlängert beim erstmaligen Ankochen der Speisen die Ankochzeit. Sie ist kein absoluter Verlust und kann bei zu Ende gehendem Kochprozess bis auf etwa 20 bis 40 Cal, je nach Konstruktion, die unbedingt verloren bleiben, zurückgewonnen werden, wenn in der letzten Kochphase entweder ohne Strom, nur mit Kapazität, fertiggekocht, oder indem sofort nach beendetem Kochen die (abgeschaltete) Kochplatte mit einem Wassergefäss besetzt und Wasser aufgewärmt wird.

Da für die Hausfrau möglichst kurze Ankochzeiten von grossem Werte sind, muss darnach getrachtet werden, solche zu erzielen, aber weniger durch Steigerung des Anschlusswertes als vielmehr durch Erhöhung des Transmissionswirkungsgrades und Senkung der Eigenkapazität. Im allgemeinen sind Ankochzeiten und Wirkungsgrade umgekehrt proportional.

3. Einmal mehr sei auf die Beschaffenheit der Plattenoberfläche und des Topfbodens hingewiesen. Von der Kochplattenfläche muss verlangt werden, dass sie genau plan gedreht und plan geschlichtet (wenn nicht geschliffen) sei, ist es doch z. B. bei der Kochplatte Fig. 2, No. 1 und No. 3 möglich gewesen, den Wirkungsgrad *von 77 % auf 82 % dadurch zu steigern, dass die ursprünglich rauhe, gegossene Oberfläche plan geschliffen wurde.*

Zusammenfassend seien somit für den Bau guter Elektrokochplatten folgende Leitsätze aufgestellt:

1. Kleine Eigenkapazität;
2. Hoher Transmissionswirkungsgrad, besonders auch bei den zur Erzielung eines hohen Kochwirkungsgrades notwendigen niedrigsten Regelstufen;
   Aus 1 und 2 folgen kurze Ankochzeiten;
3. Minimalanschlussleistung bei der niedrigsten Schaltstufe;
4. Gute Wärmeleitfähigkeit der Kochplatte;
5. Verzicht auf Wärmeübertragung durch Strahlung (für gewöhnliches Kochen; für gewisse Speisen ist strahlende Wärme unerlässlich, wie z. B. beim Grill);
6. Kochplattendurchmesser nicht grösser als vom *koch*technischen Standpunkt aus erforderlich ist.