

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 19 (1928)
Heft: 1

Rubrik: Bericht über die Diskussionsversammlung des V.S.E. über die elektrische Küche : Mittwoch, den 16. November 1927 im Theater in Langenthal

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: 11.05.2025

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	Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité
	Zürich 8, Seefeldstr. 301	

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

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

XIX. Jahrgang
XIX^e Année

Bulletin No.1

Januar 1928
Janvier

Bericht über die Diskussionsversammlung des V. S. E. über die elektrische Küche

Mittwoch, den 16. November 1927
im Theater in Langenthal.

643.36

Der *Vorsitzende*, Herr Direktor *Ringwald*, Präsident des V. S. E., eröffnet die Versammlung um 14 Uhr 10 und dankt dem Verwaltungsrat und der Direktion der Elektrizitätswerke Wynau A.G. für die freundliche Einladung und die Organisation der Versammlung. Er verdankt auch die Einladungen zur Besichtigung der Kraftwerke Wynau A.-G. und der Porzellanfabrik Langenthal, und begrüsst die Anwesenden, insbesondere die Gäste: Herrn Verwaltungsratspräsident Rufener, die Vorstands- und Ehrenmitglieder des V. S. E., sowie die Herren Direktor Sattler-Schlettstadt und Direktor Weissbecker-Ravensburg.

Er erteilt hierauf Herrn Direktor *F. Marti*-Langenthal das Wort zu seinem Vortrage über:

Die elektrische Küche.

I. Stand der heutigen Anwendung der Elektrizität in der Küche.

Die Anwendung der Elektrizität zum Kochen von Speisen im Haushalt begann ungefähr um die Jahrhundertwende. Anfänglich wurden die elektrischen Heizwiderstände direkt in den Boden der Geräte eingebaut. Diese direkt beheizten Kochpfannen haben einen guten Wirkungsgrad, weisen aber den Uebelstand auf, dass alle im Haushalte zur Anwendung kommenden Kochgeschirre mit dieser Spezialeinrichtung versehen sein müssen. Da umgekehrt diese Kochgeschirre dann auf dem Holz- oder Kohlenherde nicht mehr benutzt werden können, so ist man schon vor Jahren von diesen direkt beheizten elektrischen Kochapparaten abgegangen und baut nunmehr fast ausschliesslich elektrische Kochplatten, auf denen, wie eingangs erwähnt, gewöhnliche Kochgeschirre, Pfannen jeder Art, durch einfaches Aufstellen benützt werden können. Der Typ der direkt beheizten Apparate ist heute nur noch üblich bei den kleinen Wasserkochern. Bei den elektrischen Kochherden, wie sie also heute im Handel erhältlich sind, haben wir es mit einer Kochstelle mit erhitzten Platten zu tun, nach dem Typ des französischen Kohlenkochherdes. Die Geräte (Pfannen usw.) selbst sind die nämlichen wie für Gas- oder Kohlenfeuerung, nur muss ein möglichst flaches Aufsitzen der Kochgeschirre auf der Heizplatte beobachtet werden.

Auf dieser Basis nun hat die elektrische Küche in den bald dreissig Jahren in unserem Lande eine nicht unbedeutende Entwicklung erfahren. Ich verweise auf die statistischen Angaben des Herrn Ing. Härry (Schweiz. Wasserwirtschaft 1927/7)

wonach Ende 1926 93 000 Kochherde und Réchauds in der Schweiz mit einem Anschlusswert von gegen 170 000 kW festgestellt wurden und diese Zahl rasch steigt.

Es ist also festzustellen, dass heute die elektrische Küche dem Abonnenten einen vollwertigen Ersatz für die andern Küchenfeuerungen, wie Gas und Kohle, bietet und es nur noch eine Frage des Strompreises und der Apparateanschaffungskosten ist, ob die elektrische Küche der Feuerung mit Gas oder Holz und Kohle vorzuziehen ist.

Bei der Zubereitung der Speisen in der Küche spielt die *Kochzeit* und damit zusammenhängend der Hitzegrad eine wichtige Rolle. Die Hausfrau, die vielleicht eine Beschäftigung ausübt, muss jederzeit rasch die Zubereitung der Speisen vornehmen können. Es geht nicht an, z. B. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde warten zu müssen, bis ein bis zwei Liter Wasser oder Milch zum Sieden gebracht sind. Hier hat das Gas den Holz- oder Kohlenherd sofort überholt. Das Kochen mit Gas bei starker Flamme geht viel rascher vor sich, als bei Feuerung mit Holz und Kohle, wo vorerst überhaupt Glut und Hitze geschaffen werden muss (das sog. Anfeuern).

Es musste nun das Bestreben sein, den elektrischen Kochherd in dieser Richtung dem Gasherde ebenbürtig zu gestalten. Dies führte zur stärkeren Beheizung der Platten durch Erhöhung des Stromverbrauches; solche Platten mit 1,5–2,0 Kilowatt Stromverbrauch bei 220 mm Durchmesser nennt man *Hochwattplatten*. Je mehr elektrische Energie der Platte zugeführt wird, desto rascher erhitzt sie sich, desto höher steigt aber auch der Momentanstromverbrauch. Hat die Platte eine Temperatur von gegen 300° C, so entspricht sie ungefähr den Verhältnissen des Kohlenkochherdes. Es kann auf einer solchen Platte für den Privathaushalt alles gekocht und angebraten werden, wie es die Hausfrau haben will. Für Hotels usw. werden aber noch höhere Plattentemperaturen verlangt (für Grill usw.).

Dies ist der Standpunkt des Abonnenten.

II. Die elektrische Küche vom Gesichtspunkte der Elektrizitätswerke aus.

Die Frage stellt sich nun aber für die schweizerischen Elektrizitätswerke wie folgt:

1. *Wie weit kann in der Schweiz die Küche im Privathaushalte mittelst Elektrizität besorgt werden?* und
2. *Welche Verhältnisse ergeben sich dabei für die stromliefernden Werke?*

Es ist schon längst erwiesen, dass unsere Holzvorräte nie dazu reichen würden, den Bedarf der Küche zu decken. So kommt also die Kohle als Hauptbrennstoff in Betracht, werde sie nun direkt verfeuert oder in Form von Gas. Die Kohle müssen wir aus dem Auslande beziehen; unser Geld dafür geht ins Ausland, und es ist vielleicht doch mehr als nur ein Witz, wenn nach dem Kriege prophezeit wurde, schliesslich bezahle das kohlenkonsumierende Ausland die Kriegskosten der Kohlenexportstaaten. Stehen auch heute die Kohlenpreise aus verschiedenen Gründen unerwartet tief, so ist damit für die Zukunft nichts bewiesen.

A. Belastungsverlauf mit Effektherden.

Um dem Probleme des zukünftigen Energiebedarfes der Elektrifikation der Küche näherzutreten, wollen wir uns vergegenwärtigen, welchen Strombezug eine Familie von 5–6 Personen aufweist bei Verwendung der heute in der Schweiz zur Anwendung gebrachten elektrischen Kochherde, die wir *Effektherde* nennen wollen. Nehmen wir an, diese Familie benütze einen elektrischen Herd, bestehend aus zwei Normalplatten zu je 1,0 kW, einer Hochwattplatte zu 1,5 kW und einem Brat- und Backofen zu 2,0 kW, so haben wir also eine mögliche Simultanhöchstleistung von 5,5 kW. Diese vier Kochstellen werden nun tatsächlich nicht immer gleichzeitig eingeschaltet, aber es kommt doch vor, besonders zur Zubereitung des Mittagmahles, und es muss damit gerechnet werden bei der Verlegung der Zuleitung vom Verteilungsnetze

bis zum Kochherde selbst. Das Bild, das den Energieverbrauch in kW während eines Tages, am einzelnen Kochherd gemessen, darstellt, ist in Fig. 1 dargestellt.

Aus diesem Diagramm ist ersichtlich, dass der elektrische Haushaltskochherd innert 24 Stunden eigentlich nur viermal, jeweiligen kürzere Zeit in Betrieb ist.

Erfahrungsgemäss (wir kommen darauf zurück) erfordert die elektrische Küche mit Effektherd etwa 1,0 Kilowattstunde pro Tag auf jeden Kopf des Haushaltes. Bei obigem Diagramm würden wir bei 6 Personen auf 6 kWh per Tag, also auf den Höchsteffekt von 5,5 kW bezogen, auf eine tägliche Benützungsdauer von etwas über 1 Stunde kommen, oder wenn man den wenig gebrauchten Bratofen nicht berücksichtigt, auf eine tägliche Benützung (auf das Maximum bezogen) von $\frac{6,0}{3,5}$

= 1,7 Std. Bei dieser Erörterung lassen wir ausdrücklich die Warmwasserzubereitung aus dem Spiele, da diese heute allgemein sowohl bei Gas als beim elektrischen Herde mittelst Nachtstromboiler besorgt wird. Nun braucht man nicht zu befürchten, dass wenn in einer Ortschaft 100 solcher elektrischer Herde aufgestellt und betrieben werden, der Maximalstromverbrauch auf $100 \times 5,5 \text{ kW} = 550 \text{ kW}$ ansteigen werde, und wäre es auch nur für kurze Zeit vor Mittag, da wo nach unserem Diagramm die höchste Spitze eingezeichnet ist. Wir verweisen hier auf die Arbeit des Herrn Prof. Dr. Kummer¹⁾. Der Wahrscheinlichkeitsrechnung gemäss erhöht sich mit zunehmender Zahl der Objekte der sog. Belastungsausgleich. Wir können diese Erscheinung auch mit dem Ausdruck „Ineinandergreifen der Belastungen“ und das Verhältnis zwischen der arithmetischen Summe aller Anschlussobjekte gegenüber der an einer Abgabestelle bzw. im Werk auftretenden Höchstbeanspruchung mit „Belastungsfaktor“ bezeichnen.

B. Ineinandergreifen der Spitzenbelastungen.

Wie weit nun dieses *Ineinandergreifen der Spitzenbelastungen* der elektrischen Effektkochherde stattfindet und welche voraussichtlichen Anschlusswerte bei einer allgemeinen Anwendung der elektrischen Küche mit Effektherd pro Haushalt und pro Kopf der Bevölkerung zu erwarten sind, also das Verhältnis zwischen Höchstbelastung im Werke zu den festgestellten Grössen: Anschlusswert, Zahl der Haushaltungen, Einwohnerzahl, ist von grosser Wichtigkeit, und es soll der erste Teil unserer Arbeit diesen Fragen gewidmet sein.

In der Schweiz hat man sich begreiflicherweise zur Zeit der Kohlenteuerung während des Weltkrieges mit diesen Problemen befasst, und ein von Herrn Prof. Wyssling im Auftrage des Verbandes schweiz. Elektrizitätswerke sub 1. März 1917 abgefasster Bericht gibt folgende Werte an:

Anschlusswert beim Abonnenten = 100 %.

Im Mittel kann die Maximalbeanspruchung betragen in Prozenten des Anschlusswertes:

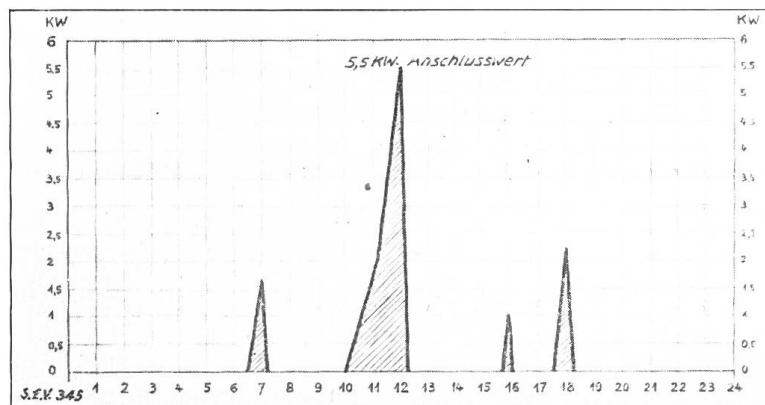


Fig. 1.

Verlauf des täglichen Energieverbrauches beim elektrischen Effektherd beim Abonnenten (Täglicher Energieverbrauch = 6 kWh).

¹⁾ Bulletin S. E. V., 7/1926.

	Morgenspitze ‰	Mittagspitze ‰	Abendspitze ‰
Beim Abonnenten	25—35	bis 100	35—45
Für einzelne Ortsnetze	20—30	45—60	25—35
Für ein grösseres Ueberlandwerk	15—25	35—50	20—30

Die mittlere Anschlussgrösse pro Haushalt zu 6—7 Personen wird mit 2,5 kW angegeben, der tägliche Stromverbrauch pro Kopf des Haushaltes mit 1 kWh, dementsprechend die tägliche Benützung auf die Anschlussgrösse bezogen $\frac{7}{2,5} = 2,8$ Stunden per Tag. Wie wir durch spätere Erfahrungszahlen sehen, sind die Verhältnisse bezüglich Spitzenwert günstiger geworden.

Im Berichte der Schweiz (No. 6) zur Weltkraftkonferenz 1926, Basel, verfasst im Auftrage des Verbandes schweiz. Elektrizitätswerke von den Herren Bertschinger, Jordi und Waeber, werden folgende Angaben gemacht:

„An Konsum für die elektrische Küche rechnet man erfahrungsgemäss bei einer Familie von 5 Personen etwa 1 kWh pro Person und Tag, bei kleineren Familien mehr, bis 1,5 kWh, bei grösseren auch unter 1 kWh. Bei zweckmässigen Tarifen, die allerdings leider noch nicht von allen Werken geführt sind, ergeben sich so Kosten von durchschnittlich 7—10 Rp. pro Kopf und Tag“.

„Die verwendeten Herde gleichen äusserlich den üblichen Gasherden. Speicherherde sind nicht im Gebrauch, sondern es werden ausschliesslich Herde mit direkt beheizten, gusseisernen Kochplatten von 18—22 cm Durchmesser verwendet, und zwar in Zusammenstellungen von 2—3 Kochplatten nebeneinander, ohne Backofen, also niedere Form, oder 3—4 Kochplatten mit Brat- und Backofen, also hohe Form. Die Kochplatten (22 cm) haben Anschlusswerte von 1000, 1200, 1500, 1800 und bis 2000 Watt. Als Kochgeschirr werden meist Aluminiumpfannen mit 6—8 mm starken, genau ebenen Böden verwendet. Der Brat- und Backofen wird mit separat regulierbarer Ober- und Unterhitze von zusammen 2—2,5 kW Leistung ausgerüstet und ist in dieser Ausführung ungemein beliebt. Herde mit 3 oder 4 Kochplatten und Backofen weisen Anschlusswerte von 7 bzw. $8\frac{1}{2}$ kW auf, doch ist erfahrungsgemäss die *wirkliche Höchstbelastung des Netzes nicht* in erster Linie *von der Herdgrösse, sondern vielmehr von der Personenzahl*, für die gekocht wird, abhängig. Durch sorgfältige Einzelbeobachtungen in einem ostschweizerischen Werk (E. K. Z.) hat sich bis heute ergeben, dass in einer, für eine grössere Anzahl von Kochanschlüssen *allein gedachten Belastungskurve der Anteil* an der dabei vorkommenden *Höchstbelastung (ca. 12 Std.) pro Kopf rund 300 Watt ausmacht*. Diese Höchstbelastung wird aber zeitlich nicht zusammenfallen mit der sonst auftretenden Höchstbelastung eines Werkes; die Kochbelastung wird deshalb in der Gesamthöchstbelastung eines Werkes mit einem geringeren Anteil mitzählen. Es ist überdies zu erwarten, dass mit zunehmender Zahl der Kochanschlüsse dieser Anteil noch zurückgehen wird. Dabei ist aber nicht zu übersehen, dass in den Einzelzuleitungen wesentlich grössere Momentanbelastungen vorkommen, was in weit verzweigten Netzen mit stark zerstreuten Anschlüssen, wie sie namentlich in der Landwirtschaft vorkommen, sich oft sehr nachteilig geltend macht.“

Auch diese Zahlen scheinen vorsichtigerweise eher zu hoch angegeben zu sein.

Im erwähnten Berichte wird der Anwendung der sog. Selbstkocher, zylindrische Kochgeschirre, gut gegen Wärmeausstrahlung isoliert, mit Bodenheizung von ca. 100 Watt, warm das Wort geredet und bedauert, dass sich diese Art von Kochkisten bei uns in der Schweiz noch nicht eingebürgert hat.

Im Stromabsatzgebiete der Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals, Solothurn, benützen in einer Gemeinde von 1433 Einwohnern mit rund 300 Haushaltungen 135 derselben die elektrische Küche. Der Totalanschluss dieser elektrischen Kochstellen beträgt 315 kW, also im Mittel 2,5 kW pro Kochstelle. Die in der

Transformatorstation des Ortsnetzes durch diese Kochanschlüsse hervorgerufene sog. Kochspitze zwischen 10¹/₂ bis 11¹/₄ Uhr beträgt ca. 130 kW, also rund 1,0 kW pro Kochstelle. Der durchschnittliche Stromverbrauch betrug pro Kopf und Tag 1,0 kW; die durchschnittliche Einnahme Fr. 112.- pro elektrische Küche und Jahr, inbegriffen die Heisswasserzubereitung mittels elektrischem Boiler.

Im Gebiete des Wynauwerkes wird in einer grösseren Ortschaft (Balsthal) intensiv elektrisch gekocht. Bei 3700 Einwohnern und 405 Haushaltungen beträgt der Anschluss elektrischer Kochapparate (ohne Bügeleisen, Heiz- u. sonstige Wärmeapparate) 680 kW.

Auf Grund der Registrierstreifen des Gesamtkonsums der Ortschaft Balsthal ergeben sich folgende max. Kochspitzen:

Morgens 6–7 Uhr	etwa 58 kW
Mittags zwischen 11 und 12 Uhr (27. Mai 1927)	200–210 kW
Abends 17 ¹ / ₂ –20 Uhr	etwa 120 kW

Diese Daten sind den Registrierstreifen der Periode 2. April bis 5. Juni 1927 entnommen, und stellen Mittel aus 21 Höchstwerten dar.

Der Einfluss der elektrischen Kocharbeit in Balsthal ist aus Fig. 2 ersichtlich.

Aus einer Ortschaft (Kirchberg) im Gebiete der Bernischen Kraftwerke sind mir folgende Erhebungen bekanntgegeben worden:

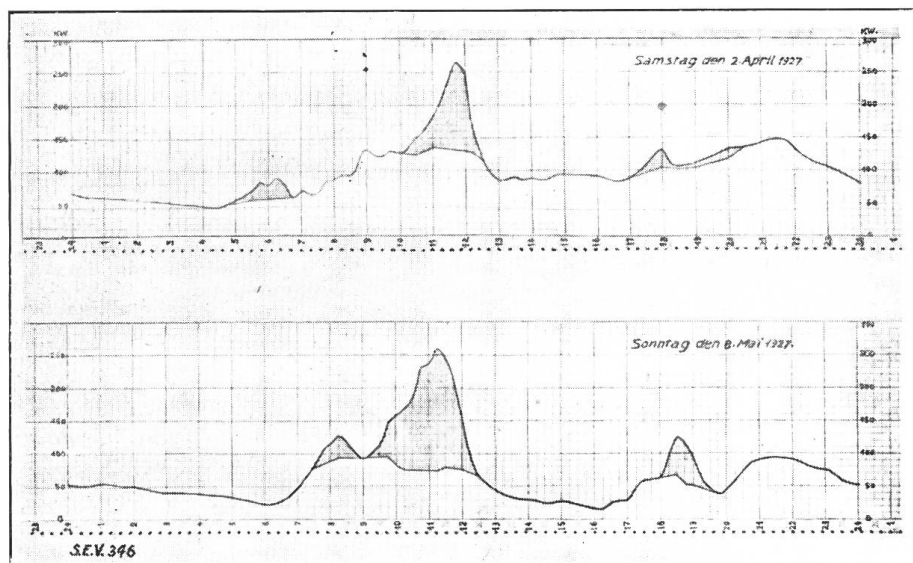


Fig. 2.

Belastungsdiagramm von Balsthal ohne Industriekraft (schraffierte Fläche = Kochstrom).

Anschlusswert der Kochapparate in 405 Haushaltungen = 680 kW
 Mittagsspitze am 27. Mai 1927 = 210 kW
 (als Maximum in der Zeit vom 2. bis 5. Juni 1927.)
 Maximale Belastungsspitze pro Haushalt = 0,5 kW
 (Belastungen an der Abgabestelle.)

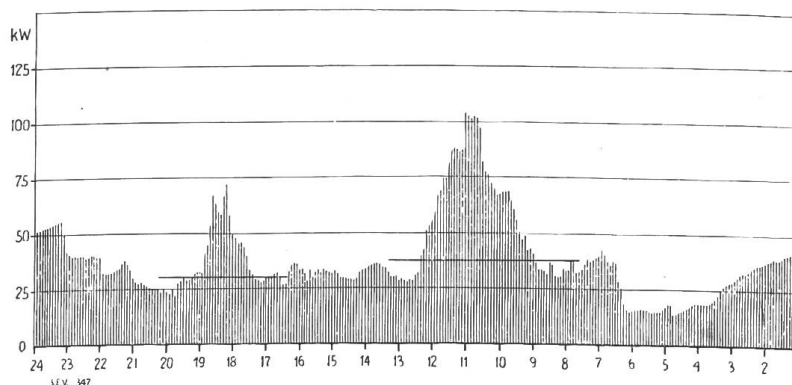


Fig. 3.

Belastungsdiagramm von Kirchberg.

Zahl der elektrischen Kochanschlüsse Mitte 1927 = 81 mit 289,6 kW
Anschlusswert (unter Ausschluss allfälliger Heizkörper).

Maximalbelastung für das Kochen = 107,9 kW.

Mittagsspitze 50–70 kW = 20 % des Anschlusses, macht in der
Ortstransformatorenstation 0,75 kW Belastung pro Kochstelle.

Angaben aus Schweden und Norwegen.

Bekanntlich ist Skandinavien das Land der Wasserkräfte par excellence, und da dort keine Kohle gefördert wird, so hat naturgemäss die elektrische Küche hier bereits weitergehende Anwendung gefunden als in der Schweiz. Die Regierungen von Schweden und Norwegen verfolgen die Frage sehr aufmerksam, und in Schweden ist die königliche Wasserfallverwaltung damit beauftragt, einen eingehenden Bericht über die Elektrifikation der Küche einzubringen. Dieser Bericht liegt bereits im Probedruck vor und soll gegen Ende dieses Jahres noch herausgegeben werden. Es ist erstaunlich, mit welcher Gründlichkeit hier über alle einschlägigen Fragen berichtet wird; die Zusammenstellungen über die Erfahrungen allerorts sind von grösstem Werte. Hier nur einige Mitteilungen aus dem zahlreichen Material, die mir anlässlich meiner Besuche gemacht worden sind:

In Stoksund, einer Vorortsgemeinde von Stockholm, wo Beamte, Rentner und dgl. wohnen, mit 2300 Einwohnern und 525 Haushaltungen, waren bis Ende 1926 40 % aller Haushaltungen mit elektrischer Küche (Effektherd) versehen. Der Anschlusswert pro Haushaltung beträgt im Mittel 3,0 bis 3,5 kW, der Maximaleffekt (= höchste Spitze in der Transformatorenstation des Ortsnetzes) 0,6 kW pro Kochstelle, und zwar tritt dieselbe um 17 Uhr auf. Der Stromverbrauch pro Kopf der elektrifizierten Haushaltungen beträgt 0,9 kW ohne die Zubereitung des Heisswassers.

In Stavanger (Norwegen) sind 72 % aller Haushaltungen mit elektrischer Küche (Effektherd) versehen. 8600 kW Anschlusswert in 6200 Haushaltungen. Aufgetretene Höchstbelastung in der Transformerstation des Ortsnetzes 2940 kW, macht 0,45 kW pro Kochstelle oder Höchstspitze = 34 % des Anschlusswertes.

Für eine grössere Stadt (Västerås) in Schweden wurde ausgerechnet, wieviel Elektrizität nötig wäre, wenn die sämtlichen Haushaltungen elektrifiziert würden. Heute versorgt das Gaswerk dieser Stadt ca. 50 % aller 6000 Haushaltungen bei etwa 30 000 Einwohnern der Stadt. Der Berichtersteller kommt bei Effektherden

auf eine Höchstspitze für das stromliefernde Werk von 0,48 kW pro Kochstelle. Würde er also 100 % der Haushaltungen mit elektrischer Küche versehen, so wäre eine Spitzenbelastung für das Werk von 2880 kW zu gewärtigen. Nun ist aber eine 100 %ige Elektrifikation aller Haushaltungsküchen praktisch nicht denkbar. Man muss sich bewusst bleiben, dass statistisch unter Haushaltungen auch solche gezählt werden, die nur spärlich oder gar nicht kochen, die Speisen holen usw.

In noch höherem Masse ist die elektrische Küche dort eingeführt, wo die Brennmaterialien, wie Gas, Holz, Torf, Kohle überhaupt fehlen, wie z. B. in Klepp (Norwegen), wo von 490 Haushaltungen 80 % elektrisch kochen.

Ueber den voraussichtlichen Energieverbrauch in Kilowattstunden pro Haushalt, je nach der Zahl der Familienglieder, hat man mir eine Kurve gezeigt die z. B. folgende Zahlen aufweist (siehe Fig. 4):

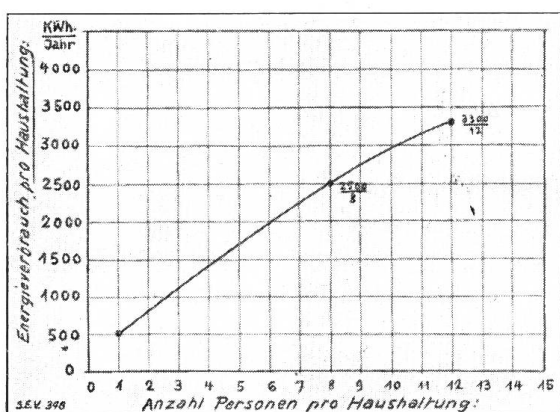


Fig. 4.

Energieverbrauch im Haushalt in Funktion der Zahl der Familienglieder.

Familie von	1 Person	500 kWh per Jahr							
" "	5 Personen	450	"	"	"	und per Kopf			
" "	8	313	"	"	"	"	"	"	"
" "	12	275	"	"	"	"	"	"	"

Die Zahlen hängen natürlich sehr von den ökonomischen Verhältnissen der betreffenden Familien ab. In Djursholms (Schweden), wo sehr viel gut situierte Leute residieren – man könnte sagen ein Villenort –, steigt der konstatierte Stromverbrauch pro Person und Tag der elektrifizierten Haushaltungen auf 1,28 kWh.

Als mutmasslich richtige Mittelwertszahlen dieser umfassenden Erhebungen gab man mir an: Höchsteffekt an Abgabestelle für Ortsnetz 0,6 kW pro Kochstelle, mittlerer Stromverbrauch pro Kopf und Tag der betreffenden Haushaltungen, die elektrisch kochen, 0,9 kWh, alles für *Effektherde* verstanden.

Auch in *Norwegen* wird die ganze Frage der elektrischen Küche gründlich und sorgfältig studiert. Als ich bei meinem Besuche bei der Direktion des städtischen Elektrizitätswerkes Oslo den eigentlichen Hauptzweck meiner Reise: Abklärung in der Frage der zukünftigen Gestaltung der elektrischen Küche bekanntgab, da erklärten mir die Herren: Gerade dieselben Probleme beschäftigen uns in gleichem Masse. Auch hier sind Berichte in Ausarbeitung, die ich erhalten werde. Es wurden mir auch amerikanische Erfahrungszahlen bekanntgegeben, wonach bei Belieferung von elektrischen Küchen in einem Ortsnetze die Höchstbelastung im Werk mit zunehmender Anschlusszahl rasch sinkt. Nach *Electrical World* (Nov. 1926) beträgt die Werkbelastung durch elektrische Küche nach einem Rapporte einer amerikanischen Vereinigung:

Zahl der Kochabonnenten	Belastung in kW	Zahl der Kochabonnenten	Belastung in kW
1	3,85	40	1,00
5	2,00	50	0,95
10	1,30	100	0,90
20	1,10	160	0,87
30	1,05	5000	0,70

In Skandinavien wird aber auch der Konstruktion der elektrischen Kochherde grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Zum Beispiel wird die Wärmeverteilung der Heizplatten mittelst eines ebenso einfachen wie sinnreichen Verfahrens kontrolliert. Da zeigt sich nun manch Unerfreuliches. Die einen Platten weisen fleckenförmige Partien mit wesentlich höherer Temperatur auf als die übrigen Plattenflächen; andere Platten sind im Zentrum am heissesten und weisen gegen den Rand bedeutende Temperaturgefälle auf, usw. Dass solche Platten zum Kochen nur wenig geeignet sind und bei Verwendung von Pfannen mit dünnen Böden das Kochgut anbrennt, liegt auf der Hand. Ideal in dieser Richtung ist die Speicherherdplatte, die eine ganz gleichmässige Temperatur auf ihrer gesamten Oberfläche aufweist.

Auch Dauerversuche werden mit den elektrischen Platten gemacht, um deren Lebensdauer zu prüfen, usw. In ähnlicher Weise werden die elektrischen Bratöfen geprüft. So liegt z. B. ein Bericht vor mir über die Prüfergebnisse einer Anzahl Bratöfen vom Jahre 1925 aus Oslo, veranstaltet von der norwegischen Elektrizitätswerkvereinigung. In diesen Berichten wird mit aller Offenheit über die Erzeugnisse der konkurrierenden Fabriken Bericht erstattet.

Wir können aus dem Gesagten den Schluss ziehen, dass für die elektrische Küche bei Anwendung der heutigen Kochapparate (*Effektherde*) etwa folgende Werte gelten:

Anschlusswert pro Haushalt von im Mittel 5 Personen
= 2,0–3,5 kW, Mittel etwa 3,0 kW.

Dieser Wert kann variieren je nach den Verhältnissen zwischen Stadt und Land und je nach den Lebensgewohnheiten der Haushaltungen. Die mittlere für mehrere

Herde zur Verfügung zu stellende Leistung wird mit zunehmender Verbreitung der Anschlüsse sinken. Der Energieverbrauch der Haushaltungen, die elektrisch kochen, darf im Mittel zu 1,0 kWh pro Tag und Zahl der Haushaltsglieder angesetzt werden. Auch dieser Wert variiert wie der Anschlusswert und wird mit zunehmender Einführung der elektrischen Küche eher sinken.

Dabei sei ausdrücklich bemerkt, dass in diesen Zahlen der Stromverbrauch für die Aufbereitung des Heisswassers im Haushalt *nicht* inbegriffen ist. In der Schweiz wird dies ja allgemein mit elektrischen Nachtstromboilern durchgeführt, sogar auch beim Kochen mit Gas.

Der Belastungsfaktor in Netz, Transformatorstation und stromlieferndem Werk dürfte nach Erreichung eines gewissen Grades der Elektrifikation der Küche folgendermassen bewertet werden:

Beim *Effektherd*:

- a) Belastung in der Hausinstallation und der Zuleitung von den Abzweigungen im Verteilungsnetz an = 100 % des Anschlusswertes.
- b) In der Transformatorstation und im Ortsnetz etwa 50—30 % des Anschlusswertes, je nach Anzahl der Kochstellen.
- c) Im stromliefernden Werk 40—25 %, je nach Anzahl der Kochstellen, bei grosser Anzahl sinkend bis 0,6 kW pro elektrische Kochstelle.

Bei 6 kWh Stromverbrauch pro Tag und Haushalt und 5,5 kW Höchstbelastung (= installierte Kochapparatur) ergibt sich, wenn man die zugehörige Zentralenbelastung nach früheren Erörterungen mit 0,6 kW ansetzt, eine Verteilung der ca. 1-stündlichen Spitzenbelastung beim Abonnent auf ca. 10—11 Stunden im Werk. Immerhin verteilt sich auch diese verflachte Kochstrombelastung nur auf die Tageszeit (7—19 Uhr); ein Ausgleich mit der Nachtdisponibilität findet also nicht statt.

Eine beträchtliche Verschärfung der Mittagsschulter kann eintreten, wenn aus irgend einem Grunde die Stromzufuhr zur Zeit der Hauptkochzeit unterbrochen wird, z. B. zwischen 10 und 11 Uhr. Bei Beendigung einer solchen unvorhergesehenen Störung wird nun das Gesetz des Ineinandergreifens vorübergehend gestört, wodurch die Belastungsspitze einen beträchtlich höheren Wert als normalerweise annehmen kann.

Auf die im Werke eintretende sog. Kochspitze bezogen, erhalten wir unter Einsetzung der erwähnten Werte eine Jahresausnützung von $\frac{6 \times 365}{0,6} = 3650$ Stunden, was einem Ausnützungsfaktor von $\frac{3650}{8760} = 41,7\%$ entspricht.

Es dürfte einleuchtend sein, dass selbst bei einem um 17 % geringeren Herdwirkungsgrad der *Speicherherd* durch Verbesserung der Ausnützung der Kraftwerkanlagen grosse Vorteile bringen kann.

Es bleibt nun noch zu untersuchen, zu welchen Tageszeiten die durch die elektrische Küche hervorgerufenen Belastungsspitzen auftreten. Selbstredend hängt dies nun von den Lebensgewohnheiten der Abonnenten ab. Hier in der Schweiz und speziell in unserer Gegend findet die Hauptmahlzeit mittags statt und dementsprechend fällt die Hauptarbeit der Küche in die Zeit von 10—12 Uhr. Morgens von 6 $\frac{1}{2}$ —8 Uhr ist eine, aber nur kleine Kochspitze durch Zubereitung des Frühstückes zu verzeichnen, und endlich verursacht die Zubereitung des Abendessens wieder ein kleines Anwachsen der Belastung etwa in den Zeiten von 18—19 oder 19 $\frac{1}{2}$ Uhr. Die Morgen- und Abendkochspitzen betragen nur Bruchteile der Mittagsschulter und fallen auf alle Fälle aus natürlichen Gründen nie zusammen mit dem Betriebe der einschichtigen Fabrikkraft und mit der Beleuchtung der Fabriken. Einzig die Mittagsschulter bedeutet heute für die schweizerischen Kraftwerke je nach Umständen eine Erhöhung ihrer Höchstbeanspruchung. Noch vor wenig Jahren waren aber z. B. in der Stadt Zürich infolge des grossen Lichtanschlusses die Verhältnisse so, dass eine Höchstbelastungsspitzen von 10000 kW im Tagesdiagramm ohne Erhöhung der Höchstleistung hätte

untergebracht werden können, also die Belastung tags (speziell zwischen 9–3 Uhr) war eben im Winter 10000 kW niedriger als zu Zeiten der Hauptbeleuchtung.

In dieser Beziehung sind die Verhältnisse in andern Ländern grundverschieden. Verfolgt man das Tagesdiagramm skandinavischer Städte, so wird man die Höchstspitzen, hervorgerufen durch das elektrische Kochen, morgens von 8–9 Uhr und nachmittags von 15–16¹/₂ Uhr finden. Dies hängt mit der dort üblichen Lebensgewohnheit zusammen, wonach die Hauptmahlzeit nachmittags, etwa um 15–16 Uhr stattfindet, eine Folge der sog. englischen Arbeitszeit.

Die Frage, ob die schweizerischen Kraftwerke überhaupt in der Lage sind, die nötigen Energiemengen für die elektrische Küche zu erzeugen, kann wie folgt beantwortet werden:

Nach „Wasserkraftwerke der Schweiz“, herausgegeben vom Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, wird die notwendige Energie, um alle Haushaltungen in der Schweiz mit elektrischer Küche auszurüsten, auf 1,7 Milliarden kWh jährlich geschätzt. Bei 3,8 Millionen Einwohnern werden in der Schweiz etwa 750000 Haushaltungen in Frage kommen. Rund die Hälfte, mit 1,85 Millionen Einwohnern hievon, werden heute durch die schweizerischen Gaswerke versorgt. 80000 bis 100000 Haushaltungen besitzen bereits ganz oder teilweise die elektrische Küche, so dass fürs Erste die Einführung der elektrischen Küche in etwa 300000 Haushaltungen in Betracht kommt, deren jährlicher Energieverbrauch 600 Millionen kWh beanspruchen dürfte, eine recht mässige Ziffer, wenn man demgegenüber an die Jahresproduktion des im Bau begriffenen Kraftwerkes Ryburg-Schwörstadt mit 500 Millionen kWh denkt.

Also 3–4 solche Kraftwerke am Rhein könnten allein den gesamten Kochstrombedarf der Schweiz (aller 750000 Haushaltungen) decken; es handelt sich nur darum, diesen Energiebedarf in eine durchgehende Belastung umzuwandeln, also die Kocharbeit zum grössten Teil mittelst Speicherherde zu leisten.

Die mögliche Energieproduktion der schweizerischen Wasserkraftwerke (gebaute und unausgenützte) wird auf 20 Milliarden kWh berechnet, davon sind 1926 gegen 4 Milliarden kWh ausgenützt, wovon ca. ¹/₄, mangels Verwertungsmöglichkeit im Lande selbst, exportiert werden musste. Diese Exportenergie allein hätte für die elektrische Küche von 150000 Haushaltungen ausgereicht.

III. Der Akkumulier-Kochherd.

A. Prinzip.

Da die heute allgemein gebräuchlichen elektrischen Kochherde für die Kraftwerke eine stossweise Belastung herbeiführen, entstand der Gedanke, einen Herd zu bauen, der Tag und Nacht gleichviel Strom verbraucht, also einen Speicherherd. Dieses Problem ist schon vor 13 Jahren von verschiedener Seite behandelt worden. Heute sind verschiedene Ausführungen vorhanden, von denen aber der vom städtischen Elektrizitätswerk Stockholm ausgearbeitete sog. Seves-Herd neben dem Sarpsborg-Herd wohl der vollendetste und am meisten angewendete ist. Das Prinzip der Wärmeakkumulierung ist wohl jedermann von den elektrischen Heisswasserspeichern her bekannt. Nach einem ähnlichen Prinzip sind nun die Speicherkochherde gebaut mit dem Unterschied, dass zur Aufladung des Speichers nicht nur Nachtstrom gebraucht wird. Aus einer stossweisen, in Form von Spitzen nur zeitweilig kurz auftretenden Beanspruchung machen wir im Falle der Speicherung eine durchgehende, 24stündlich gleichbleibende, aber anhaltende Beanspruchung.

Die Entstehung des täglichen Belastungsdiagrammes eines Elektrizitätswerkes kann mit einem komplizierten Zusammenspiel verglichen werden. Ein Anwendungsgebiet nach dem andern wurde geschaffen; die Bedürfnisse der Abonnenten nach Elektrizität sind rasch gestiegen, aber eine ausgeglichene Belastung ist nicht erreicht worden. Im Gegenteil, die zunehmende Verwendung der Elektrizität in der Küche verzerrt das Belastungsbild neuerdings, und schliesslich muss die Höchst-

belastung im Werke eben geleistet werden können, gleichgültig, zu welcher Stunde sie auftritt. Es ist also für die Werke von grosser Bedeutung, auf Ausgleich der Belastungskurve hinzuwirken.

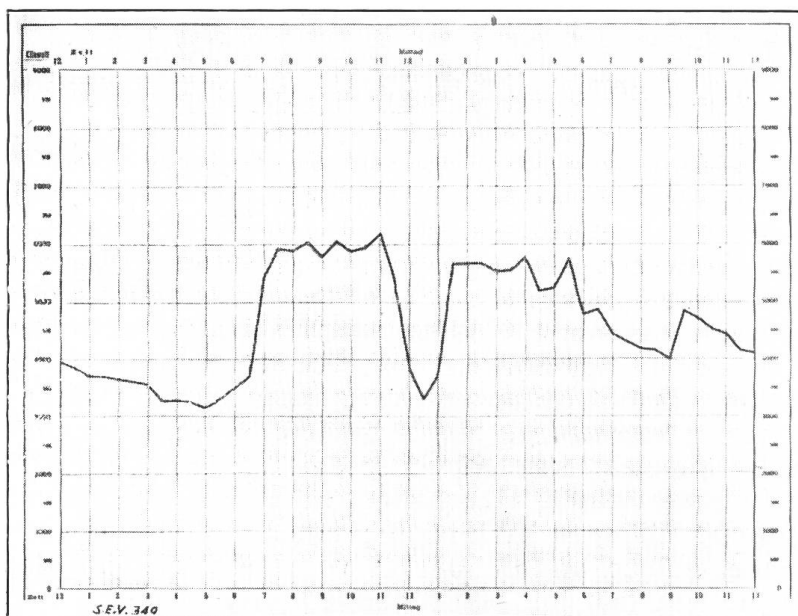


Fig. 5.
Tagesbelastung des Kraftwerkes Wynau im Winter 1926.

Besonders interessant und augenfällig wichtig ist dies für Flusswerke ohne Ausgleichmöglichkeit.

Dr. Passavant hat 1911 folgendes ausgeführt:

„Wir sind leider im Gebiete der physikalischen Wissenschaft noch nicht so weit, dass wir den elektrischen Strom als solchen im Werke praktisch in den erforderlichen Mengen speichern können, so wie die Gaswerke ihr Produkt in den mächtigen Gasometern verstauen können. Es bleibt also nichts anderes übrig, als die *Speicherung beim Verbraucher* zu suchen.“

Aber auch die Werke mit hydraulischer Aufspeicherungsmöglichkeit sollten sich

des Vorteiles klar werden, der im ausgeglichenen Tagesdiagramme liegt, denn dies bedeutet höchste Ausnützung bei kleinstem Ausbau der Werkanlagen.

Gelingt es, die elektrische Küche ganz oder teilweise aus der Spitzenbeanspruchung in eine kontinuierliche Belastung überzuleiten, so werden die Höchstwerte der Tageskurve beträchtlich herabgemindert.

Einige Angaben über die Wärmeaufspeicherung.

Die Eigenschaft eines Körpers, Wärme aufzuspeichern, also in sich aufzunehmen, ist je nach den festen Körpern, Flüssigkeiten und Gasen eine ganz verschiedene. Die Wärmemenge, welche verschiedene Körper bei gleichem Gewicht aufnehmen, um auf die nämliche Temperatur zu kommen, nennen wir spezifische Wärme. Es ist die Wärmemenge, welche 1 kg eines Körpers bedarf, um sich um 1°C zu erwärmen. Gleiche Massen verschiedener Stoffe erfordern für die gleiche Temperaturerhöhung einen sehr ungleichen Aufwand an Wärme. Will man z. B. 1 kg Wasser und 1 kg Quecksilber von 0° auf 100° erwärmen, so bemerkt man leicht, dass bei gleicher Wärmezufuhr das Quecksilber viel rascher die gewünschte Temperatur erreicht als das Wasser. Ja sogar, wenn man von beiden Flüssigkeiten je 1 Liter nimmt, also dem Gewicht nach 13,6 mal soviel Quecksilber als Wasser, wird man bei jenem mit einer Heizflamme das Ziel schneller erreichen als bei diesem mit zwei eben-solchen Flammen. Erkalte ein warmer Körper wieder auf seine ursprüngliche Temperatur, so gibt er die Wärmemenge, welche er vorher zu seiner Erwärmung verbraucht hatte, an seine Umgebung wieder ab; man wird daher, indem man diese Wärmeabgabe beobachtet, zugleich den zur Erwärmung nötigen Wärmebedarf kennen lernen. Als Einheit der Wärmemenge oder *Wärmeeinheit* hat man diejenige Wärmemenge festgesetzt, welche erforderlich ist, um 1 kg Wasser um 1°C zu erwärmen, oder was dasselbe ist, man hat die spezifische Wärme des Wassers = 1 angenommen.

Aus praktischen Erwägungen muss für die Wärmespeicherung in einem Kochherde ein Material gewählt werden, das an und für sich bei grossem spezifischem Gewichte eine möglichst grosse spezifische Wärme bezieht, Temperaturen von 500°

bis 600° C ohne weiteres dauernd aushält und dazu eine möglichst grosse Temperaturleitfähigkeit besitzt.

Wichtig ist aber auch, die spezifische Wärme zu kennen bei den Temperaturen zwischen 200–500° C. Diese variiert auch bei einem und demselben Material mit der Temperatur. Ausserdem ist oft auch die Wärmeleitungsfähigkeit des betreffenden Speicherkörpers von Bedeutung. Unter spez. Wärmeleitungsfähigkeit versteht man die stündlich durch 1 m² Fläche durch einen Körper von 1 m Dicke übertretende Wärme bei 1 Grad Temperaturunterschied beider Flächen.

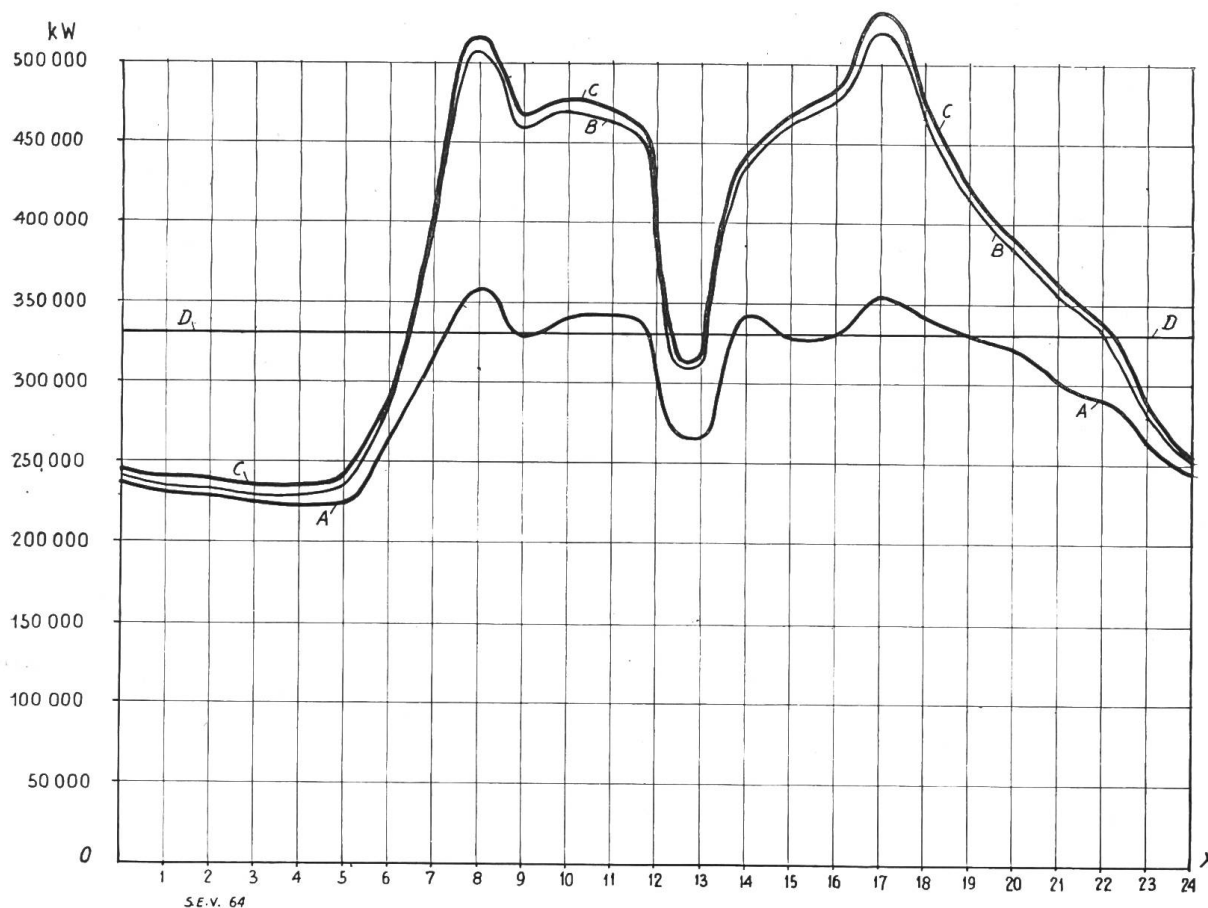


Fig. 6.

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastung am 15. Dezember 1926 der Elektrizitätswerke der Schweiz, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 94% der Gesamtproduktion.

Leistung der Flusskraftwerke	= $OX - A$
Leistung der Saisonspeicherwerke	= $A - B$
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr	= $B - C$
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel)	= $OX - D$

Ganz allgemein ist die Wärmeleitfähigkeit bei Körpern mit grosser Wärmekapazität (Speckstein etc.), eine geringere als bei Körpern mit guter Wärmeleitung, d. h. die in jenen aufgespeicherte Wärme kann an der Oberfläche nur langsam wieder herausgenommen werden und verlangt im Verhältnis zum Speicherkörper eine sehr grosse Abgabeoberfläche, während wir in unserem Falle die während vielen Stunden langsam aufgespeicherte Wärme in kurzer Zeit wieder herausnehmen sollten.

Aus allen diesen Erwägungen wird heute fast restlos bei elektrischen Speicherherden für den Speicherkern Eisen verwendet.

Von den übrigen Metallen könnte z. B. eventuell Aluminium in Betracht kommen. Da aber das spezifische Gewicht des Aluminiums nur ca. $\frac{1}{3}$ desjenigen des Eisens ist, so müsste der Aluminiumklotz beträchtlich grösser werden als der Eisenklotz, dazu schmilzt Aluminium bei 657° C. Die von elektrischen Speicherherden verlangten Temperaturen schliessen also Aluminium, wenigstens in fester Form, aus. Dagegen

könnten Metallegierungen in Frage kommen, und gerade hier winkt vielleicht dem Erbauer elektrischer Speicherkochherde ein ungeahnter Erfolg.

Endlich spielt auch die Form des Speicherblockes eine wichtige Rolle bei der Wärmespeicherung. Die günstigste Form ist die Kugel, die im Verhältnis zum Inhalt die kleinste Oberfläche aufweist. Aus naheliegenden Gründen kann aber beim elektrischen Speicherkocher die Kugelform nicht in Frage kommen, da man ja keine flachen Pfannen darauf aufstellen kann. Der gedrungene Zylinder etwa im Verhältnis

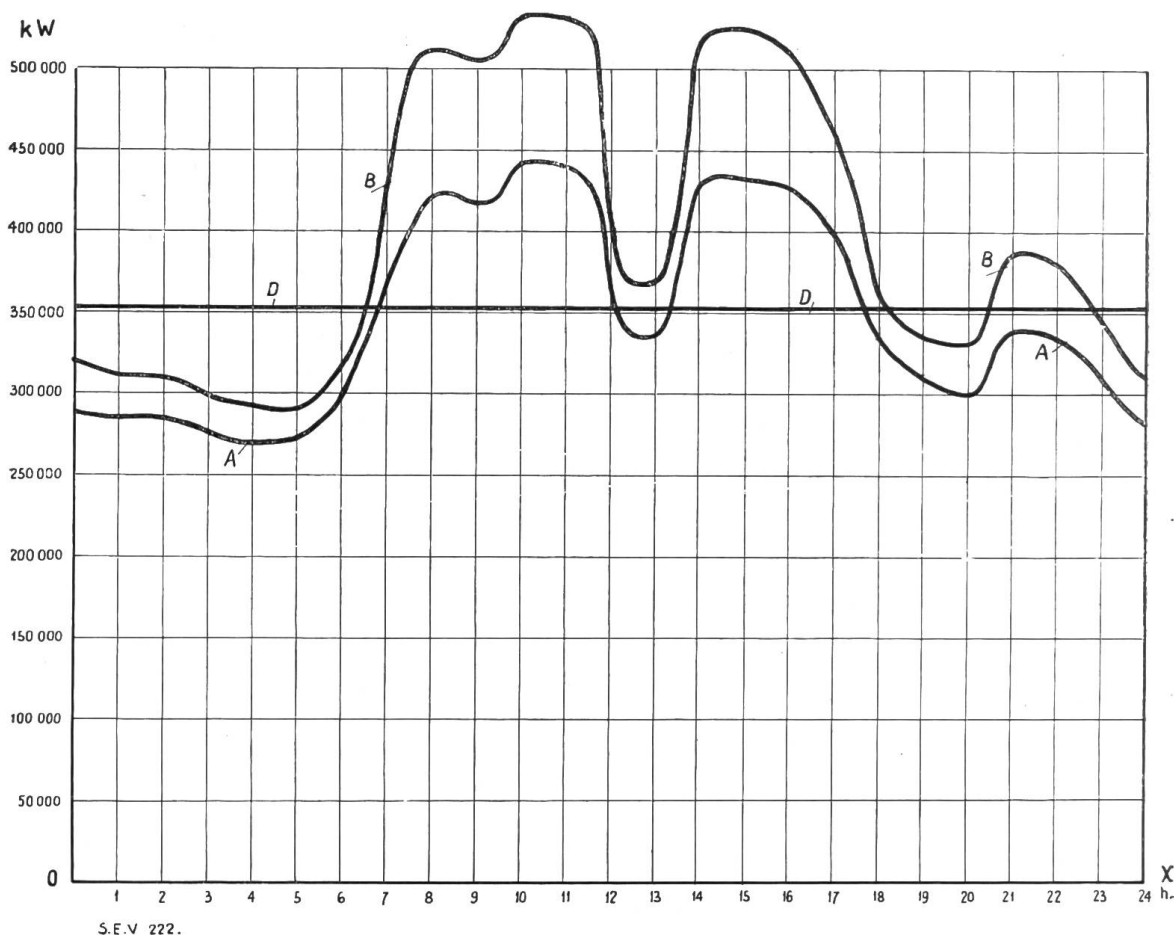


Fig. 7.

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastung am 15. Juni 1927 der Elektrizitätswerke der Schweiz, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 94% der Gesamtproduktion.

Leistung der Flusskraftwerke	=	$OX \div A$
Leistung der Saisonspeicherwerke	=	$A \div B$
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr	=	$B \div C$
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel)	=	$XO \div D$

von Durchmesser = Höhe wird als günstige Form erachtet (siehe auch Abhandlung „Elektrische Wärmespeicherung“, von Dr. Wolf, V.D.E., Bericht 1924).

Wir sehen allein schon aus diesem kurzen, rein theoretischen Ueberblick, dass dem Probleme, das uns beschäftigt, gewisse Schwierigkeiten gegenüberstanden.

B. Historische Angaben.

Die Aufspeicherung von Wärme ist sehr alt; ich erinnere nur an die schönen Kachel- und Serpentin- oder Specksteinöfen unserer Vorfahren, an das Wärmen der Bettstellen mittelst erhitzter Steine, eiserner Kugeln usw. In neuerer Zeit haben wir ja im Heisswasserspeicher ein tadelloses Hausgerät, in welchem elektrische Nachtkraft zur Aufbereitung von Heisswasser dient und dieses in gut wärmeisoliertem Gefäss ohne nennenswerte Verluste aufgespart und tags oder abends nach Belieben verbraucht wird. Wir haben im Heisswasserboiler einen vorzüglichen Wärmespeicher.

Grundsätzlich ist aber das Problem des elektrischen Speicherkochherdes ganz verschieden von der Heisswasserzubereitung im Boiler, denn bei letzterem handelt es sich nur um Temperaturen unter 100 °C, und das erhitzte Wasser wird direkt verbraucht, während beim elektrischen Speicherkochherd eine Wärmeeinspeicherung auf 500 °C verlangt wird und die Entnahme der aufgespeicherten Wärmemenge (also der Kalorien) durch Uebertragung auf ein Kochgefäss erfolgen muss.

In der technischen Literatur wird der Wärmespeicherherd u. a. in folgenden Zeitschriften erwähnt:

Im „Electrician“ 1911 wird der Kochapparat „The Thermal Cooker“ beschrieben, der mit 300 W kontinuierlichem Ladestrom Wärme in einen Gussblock aufspeichert. In „Electrical World“ 1913 wird ein Speicherherd der General Electric Co. beschrieben und in der E.T.Z. 1912 wird über einen Herd der Westinghouse Co. berichtet.

In Norwegen tauchte der Sarpsborgakkumulierherd ebenfalls mit Eisenspeicherklotz im Jahre 1911, sowie der Saxegaardspeicherherd mit Heisswasserspeicherung im Jahre 1914 auf.

In Anlehnung an ein Preisausschreiben der Società Edison für den besten elektrischen Herd nach dem Prinzip der Akkumulation hat in Mailand (Technische Hochschule) 1921 eine Ausstellung: „Die elektrische Küche“ stattgefunden, auf der nach Mitteilung des Ausstellungs- und Messeamtes der Deutschen Industrie mit elektrischen Herden folgende Firmen vertreten waren: TEA (Società Italiana per l'Accumulazione Termo-Elettrica), FARE, eine Aktiengesellschaft unter der technischen Leitung des Ingenieurs G. Duraudo, TIRE (Termi Ideale Riscaldamento Elettrico) und Ingenieur C. Pellizari, sämtliche in Mailand.

Im Anschluss hieran wurde in Mailand 1921 eine Gesellschaft mit 5 Millionen Lire gegründet zur Herstellung von Akkumulierherden (E.T.Z. 1921 14/4.). Es handelt sich wohl hier um den «Tea»-Speicherherd. Meines Wissens ist aber dessen Fabrikation eingestellt worden.

In Amerika sind wiederholt Speicherkochherde aufgetaucht. So findet man in der E.T.Z. 1912 folgenden Bericht:

Elektrische Küchenherde in Amerika.

(Electrical World, Bd. 57, 1911; S. 1038; Bd. 58, 1911, S. 398.)

Die Electric Illuminating Co. in Cleveland, Ohio, einer Stadt von rund 600 000 Einwohnern, hat ausser 70 gewöhnlichen elektrischen Küchenherden bisher 32 elektrische Herde eines nachstehend beschriebenen neuen Types bei ihren Kunden zum Gebrauch eingeführt. Diese Herde verdienen deshalb besonderes Interesse, weil das in der thermisch gut isolierten Bratröhre befindliche, in schwerer gusseiserner Hülle eingekapselte Heizelement für 150 Watt dauernd, d. h. 24 Stunden täglich, eingeschaltet bleibt und nicht abgeschaltet werden kann, ausser durch Entfernen der Sicherungspatronen. Die Bratröhre wird dadurch auf einer Temperatur von 200 °C erhalten, und die während des ganzen Tages aufgespeicherte Wärme genügt für alle Zwecke ausser für Rösten. Für diesen letzteren Zweck ist im Innern der Bratröhre ein Heizelement von 1500 Watt angebracht, das strahlende Wärme erzeugt. Behufs Vermeidung von Ueberhitzung wird dieses letztere beim Schliessen der Bratröhrentüre automatisch abgeschaltet. Ferner sind je zwei Scheibenheizkörper für 400 und 1600 Watt auf der Herdplatte angebracht. Diese Heizkörper sind durch Handschalten ein- und ausschaltbar und können mit ganzer und halber Leistung betrieben werden. Verschiedenfarbige Signallämpchen zeigen den Schaltungszustand an.

Versuche im praktischen Betrieb während 160 Tagen haben einen Belastungsfaktor von ungefähr $33\frac{1}{3}\%$ für diese Art von Kochherden ergeben. Die Cleveland Electric Illuminating Co. berechnet den Stromverbrauch gerade so wie für gewöhnliche elektrische Herde, nämlich zu 25 Rp./kWh, was einer Monatsrechnung von etwa 50 Fr. entspricht.

Ausserdem sollen vorläufig 12 weitere Herde mit einem Belastungsfaktor von 100 % eingeführt werden, welche nur einen einzigen Heizkörper von 500 Watt besitzen, der dauernd eingeschaltet bleibt und genügend Hitze zum Braten, Backen, Rösten und für alle anderen Kochprozesse liefert. Ein Wasserwärmer von 300 Watt Verbrauch, der auch dauernd angeschlossen bleibt, kann auf Wunsch mit diesem Herd verbunden werden. Es wird erwartet, dass für den Betrieb dieser Herde ein besonderer Tarif bewilligt werden wird, welcher das Kochen mit Elektrizität entsprechend verbilligt.

Ueber den *italienischen* Speicherherd wird in der Zeitschrift „Elektrizitätsverwertung“ No. 5, Jahrgang 1926/7, einlässlich berichtet. Dass die mit diesem italienischen Herde gemachten Versuche nicht befriedigen können, da er einen Energieverbrauch von 3,3 kWh pro Kopf und Tag aufweist, ist selbstverständlich.

Dieser Apparat, der vor mindestens 5–6 Jahren erbaut wurde, ist heute veraltet und wird gar nicht mehr erstellt. Es dürfen also aus den betreffenden Versuchen gegen den Speicherherd keine Schlussfolgerungen gezogen werden.

Schweiz.

An der Elektrizitätsausstellung in Luzern 1920 stellte die Firma Baumann, Kolliker & Cie., Zürich, einen Speicherherd aus.

In schweizerischen Ingenieurkreisen hielt ungefähr zu gleicher Zeit Herr Reuttner, Zürich, einen Vortrag über einen Speicherherd mit 0,82 kW Ladeenergie bei 15-stündlicher täglicher Aufladung. Hier wird von einem Wirkungsgrad von 42 % berichtet.

Im übrigen ist das Problem meines Wissens von den schweizerischen Fabriken elektrischer Kochapparate nie eingehend behandelt worden; sie hatten selbst kein Interesse daran, solange die Nachfrage dazu nicht vorlag. Hervorragende Fachleute, wie z. B. Herr Prof. Wyssling, haben seit Jahren auf die Notwendigkeit der Schaffung eines wirtschaftlich arbeitenden Speicherkochherdes hingewiesen, aber praktisch hat in der Schweiz niemand die Sache an Hand genommen. Der Sprechende sah sich deshalb veranlasst, am 12. Oktober 1925 schriftlich Antrag an den Vorstand des V. S. E. einzureichen, es sei unverzüglich das Problem des elektrischen Kochherdes vom Verbande aus an Hand zu nehmen. Demgegenüber ist z. B. die Frage in Deutschland schon seit Jahren aufmerksam verfolgt worden. Dr. H. Passavant, Vorsitzender der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke, Berlin, hat meines Wissens schon 1911 auf die ausserordentliche Wichtigkeit der elektrischen Akkumulierung zur Verbesserung des Belastungsfaktors der Werke hingewiesen.

Das Prinzip der Speicherung beim Abonnenten muss seiner Ansicht nach auf das energischste und sorgfältigste verfolgt werden.

Wir haben aber erst aus jüngster Zeit den *Wärmespeicherherd der Elektrobeheizung in Nürnberg* zu verzeichnen (A. E. G.-Mitteilungen, Heft 3/1927). Dieser Speicherherd mit 300 Watt Anschluss und zwei nachbeheizten Platten von 300 und 200 Watt in Umschaltung zum Speicher soll für eine 4–6-köpfige Familie genügen. Derselbe ist nicht zu verwechseln mit dem „Oekonom“, einer elektrisch beheizten Kochkiste, die zurzeit in Süddeutschland befürwortet wird. Ich verweise auch auf die Elektrotechnische Zeitschrift (E. T. Z.) 1926, Heft 25, wo über Saaxegard, Volta und Sevesherd von Dr. Ing. Wolf, Dresden, kurz berichtet wird. Dort steht z. B. wörtlich:

„Für Deutschland wird wohl für die nächste Zeit hauptsächlich nur die Verwendung von Speicherherden in Frage kommen.“

C. Kurze Beschreibung der in Skandinavien heute erhältlichen Speicherherde.

1. Hier haben wir in erster Linie den Speicherherd nach der *Saaxegard*-Type, hergestellt von Ing. Saaxegard in Oslo. Dieser Herd hat als Akkumuliermasse Wasser, in das man die flüssigen Speisen (Wasser, Milch etc.) hineinstellt. Ferner ist noch eine Wärmeplatte, ein Backofen und ein Wärmeschränk dazu gehörig. Dieser Herd wird seit 1914 hergestellt. Er soll sich gut bewähren, stellt eine

Kombination von Effektherd mit einer grösseren Speicherung dar, die aber nur in Wassererhitzungen besteht. Für die Zukunft wird aber dieser Saaxegard-Kochherd kaum in Betracht kommen, da begreiflicherweise mit der Speicherwärme nicht über 95° gegangen werden kann.

2. Interessant ist die Entwicklung des *Sarpsborg-Speicherherdes*, dessen erste Ausführungen auf das Jahr 1911 zurückgehen und einen radiatorähnlichen in Speckstein oder Zement eingebetteten Eisenkern aufwiesen. Die Weiterentwicklung bis 1923 ist auf diesem Bilde ersichtlich. Einer Druckschrift entnehmen wir auch die Angabe über einen Wettbewerb 1922, wo festgestellt wurde, dass ein Sarpsborg-Speicherherd mit 500 Watt Höchstverbrauch (Einstellung des Strombegrenzers auf 500 W) für die Kochbedürfnisse einer Familie von 6–8 Personen hinreicht.

Die neuesten Ausführungen dieses Speicherherdes weisen je nach Grösse 1–2 Speicherplatten, eine Kochkiste mit Wasserschiff und einen Brat- und Backofen auf.

Nach den Prospekten wird dieser Speicherherd in grösserer Ausführung auch für Hotels etc. ausgeführt (siehe Fig. 9).

Sarpsborg-Speicherherde für Hotels. Ausführungen mit 2 Speicherherdplatten à je 1000 Watt Stromkonsum, 2 Effektplatten à je 1200 Watt, Bratofen 2 × 900 Watt und Wärmeschränk 300 Watt.

Der Sarpsborg-Speicherherd ist der am meisten verbreitete in der Stadt Oslo und in Norwegen.

3. *Volta-Speicherherd*, von der Nya Elektriska A. B. Volta, Stockholm, hergestellt, ist seit 1923 in verschiedenen Ausführungen in Handel gebracht worden, mit ein oder zwei Speicherplatten, Heisswasserschiff, Wärmeschränk und separatem Backofen. Der Stromverbrauch der Speicherplatte wird mit 300 Watt angegeben. Dieser Speicherofen hat sich *nicht* bewährt und dessen Fabrikation ist seither eingestellt worden.

4. *Arendals-Herd*, von der Firma Petersen, Lyum & Cie., Oslo-Drondhjem ist ebenfalls ein kombinierter Herd mit einer Speicherplatte (70 kg Eisenkern) von 600 Watt. Der kleinere Herd Type D1 weist neben der Speicherplatte einen Bratofen von 400 Watt, zwei Effektplatten von 600 und 800 Watt auf. Das Wasserschiff wird bei dieser kleineren Ausführung vom Speicher aus erwärmt. Der Herd ist auf Abzahlung erhältlich, sein Preis ist ca. Fr. 610.—.

Der Prospekt enthält Ausführungen von Hotelkochherden mit 1–2 Speicherherdplatten von 800–1000 Watt Speicheranschlusswert und mit Effektplatten und Bratofen versehen. Solche Kochherde werden in Grössen hergestellt, die genügend für 60–100 Personen sind.

5. Ein interessantes Kochgerät stellt der *Nea-Speicherherd* der Närfvek-Varns Gesellschaft in Stockholm dar.

Er wird vorläufig in zwei Ausführungen hergestellt. Type I enthält: Ein Speicherelement (50 kg Eisenkern) mit 300 Watt Stromaufnahme und einen Backofen von 700 Watt Aufnahme. Letzterer ist mit einem Spezialtemperaturregler, regulierbar auf Temperaturen von 75–300° C, versehen. Endlich enthält diese Ausführung noch einen Warmwasserbehälter von 15–60 Liter, der je nach Wunsch vom Speicher aus erhitzt werden kann. Der Herd kostet ca. Fr. 700.—, ist in Malmö in einigen Exemplaren in Betrieb und soll sich gut bewähren.

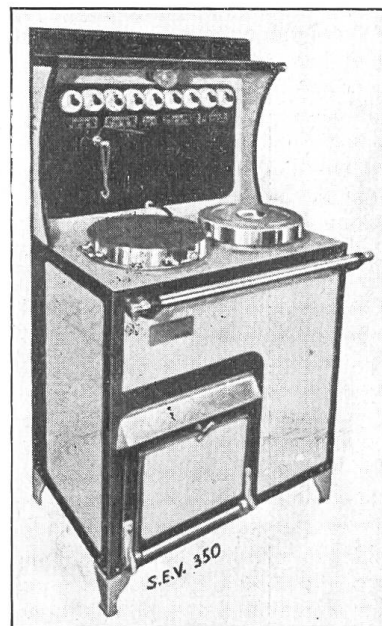


Fig. 8.
Der Sarpsborgspeicherherd.

6. In neuester Zeit soll auch die *Vicker's Norsk A.B.*, Oslo, die Fabrikation von Speicherherden aufgenommen haben. Auch hier ist der Speicherherd kombiniert mit Effektplatten und Bratofen. Type 51 enthält z. B. eine Speicherplatte von 400 Watt, zwei Effektplatten von 600 und 1000 Watt und einen Bratofen von 600 Watt.



Fig. 9.
Entwicklung des Sarpborg-Speicherherdes.

Der Hauptspeicher besteht aus 40 kg Gusseisen und wird mit 300 Watt erwärmt. Die Wärme wird dem 40 kg schweren Gussmantel des Bratofens übermittelt, in welchem ebenfalls Wärme aufgespeichert wird. Der Bratofen hat ein in drei Stufen regulierbares Zusatzelement von 600 Watt. Die Wärme wird durch Strahlung direkt

auf das Gusseisen übergeführt und durch Röhren wird die heisse Luft um den Bratraum und in denselben geleitet. Nachts zur Aufladezeit wird diese Luftzirkulation abgestellt.

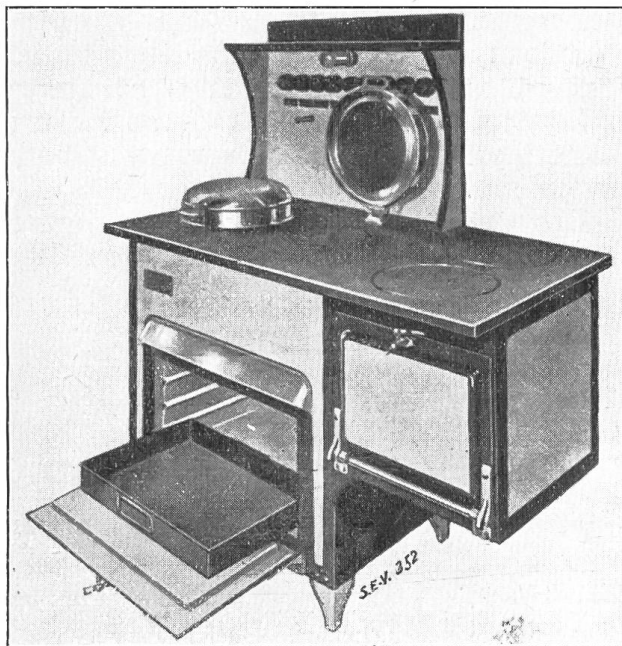


Fig. 10.
Sarpborg-Speicherherd für Hotels.



Fig. 11.
Arendals-Speicherherd.

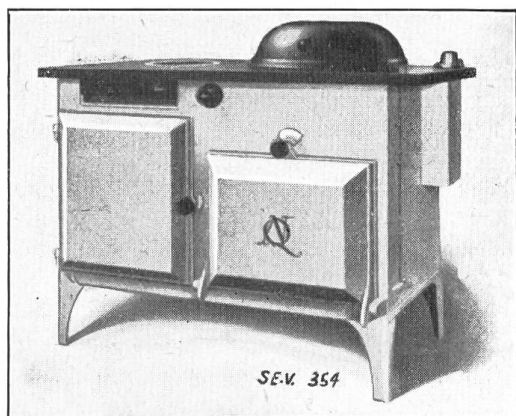


Fig. 12.
Nea-Speicherherd.



Fig. 13.
Vickers-Speicherherd.

7. Als weitere Fabrikate elektrischer Speicherherde sind zu erwähnen der *Oslo-Speicherherd*, den Delphin & Johansen, Oslo, fabrizieren. Dieser Herd ist ein kombinierter Speicherherd 600 Watt, mit Effektplatten von 1000 und 600 Watt, einem Bratofen von 1000 Watt und einer Kochkiste 125 Watt Energieaufnahme. Dieser kombinierte Herd ist für grössere Haushaltungen bis zu 20 Personen bestimmt. Er kostet ca. Fr. 1000.—. Eine ausführliche Beschreibung dieses Herdes war nicht erhältlich. Er soll sich gut bewähren.

8. *Per Kures-Speicherherd* wird ebenfalls kombiniert mit Effektplatten und Bratofen gebaut. Auch hierüber waren keine näheren Angaben erhältlich.

9. Endlich zeigt Fig. 14 das Bild des neuesten *deutschen* Speicherherdes der Elektroheizung Nürnberg.



Fig. 14.
Speicherherd der Elektroheizung Nürnberg.

Zuletzt wollen wir uns nun den schwedischen Speicherherd, den *Sevesherd*, etwas näher ansehen.

Im Stockholmer Elektrizitätswerk wurde die Speicherherdfrage seit 1914 studiert, und als Speicherelement wurde Gusseisen gewählt.

Die Figuren 15 und 16 zeigen den Sevesherd in seiner Ausführung 1921 mit 300 Watt Ladeenergie, genügend bei 18stündiger Aufladung per Tag für die Kochbedürfnisse einer 5–6-köpfigen Familie.

In 24 Stunden kühlt sich der Speicherkern bei geschlossener Haube von 550° (Maximum) bis zum zulässigen Betriebsminimum von 200° ab, bei 300 Watt Ladeenergie. Die Abkühlung von 500 auf 200° C erfolgt in 20 Stunden; die Aufwärmung für die gleichen Temperaturen in 12 Stunden.

Wenn bei 300 Watt Energiezufuhr der Speicherkörper seine Höchsttemperatur erreicht hat, werden pro Stunde 220 Gramm Wasser verdampft. Von diesem Zeitpunkte an geht es 17 Stunden, bis der Kaltwasserbehälter leer ist und der Automat den Strom abstellt.

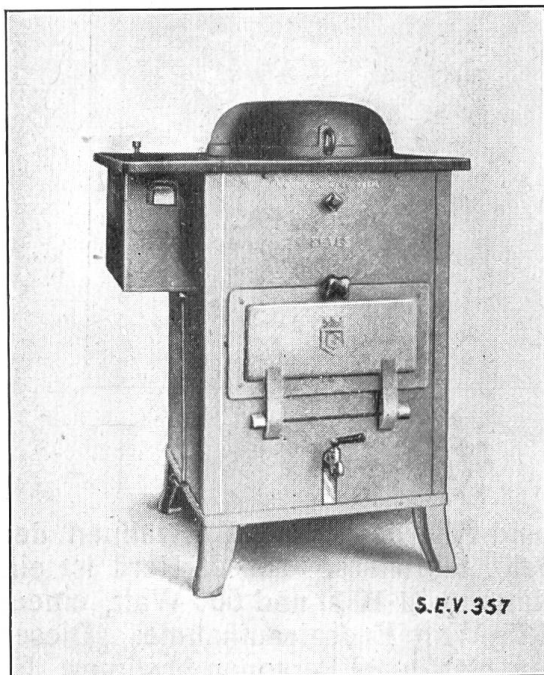


Fig. 15.
Seves-Speicherherd.

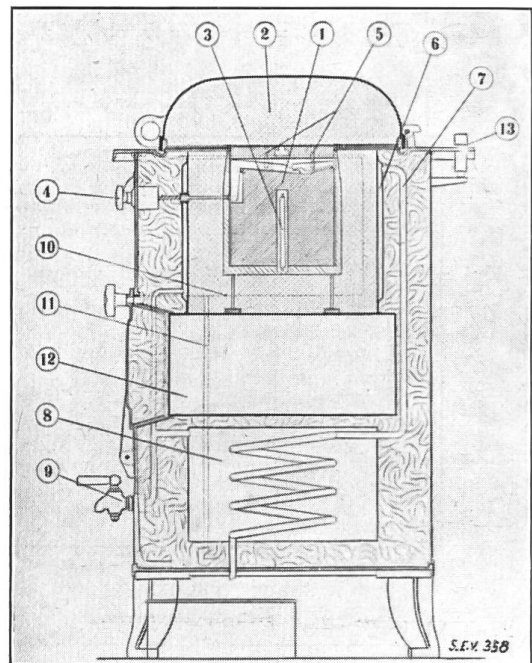


Fig. 16.

Schnitt durch den Seves-Speicherherd.

- | | |
|---|----------------------------|
| (1) = Eisenkern. | (6) = Wassermantel. |
| (2) = Deckel. | (7) = Wasserrohr. |
| (3) = Heizelement. | (8) = Warmwasserbehälter. |
| (4) = Regulierknopf. | (9) = Warmwasserhahn. |
| (5) = Distanzierstiften zur Regulierung | (10) = Kaltwasserbehälter. |
| (11) = Wasserrohr. | (12) = Kochraum. |

Beim Betrieb wird angenommen, dass Speicherplatte nicht unter 200° und Warmwasser nicht unter 50° abgekühlt wird.

Ich muss es mir aus begreiflichen Gründen versagen, hier technische Details über den Sevesherd zu veröffentlichen. Immerhin kann ich, da diese Angaben andernorts auch veröffentlicht worden sind. (V.E.W.-Tagung Berlin, 1924), mitteilen, dass die Speicherung zwischen 500—200° für die Speicherplatte und zwischen 95—50° für die Wasserentnahme einer Wärmespeicherung von ca. 2500 + 500 = ca. 3000 Kalorien entspricht. Ich gebe diese Zahlen aber ohne jede Garantie weiter.

Versuche, die angestellt worden sind, ergaben folgendes Resultat:

Zugeführte Energie 16 h $\times$ 0,325	=	5,129 kWh	=	100 %
Abgegebene Wärme von der Kochplatte	2,632	„	=	51,3 %
Dito durch Zubereitung des Heisswassers	0,589	„	=	11,5 %
Summa Rückgabe	3,221	„	=	62,8 %
= Wirkungsgrad des Herdes bei 16 Stunden Aufladung.				

Dabei war der Herd während 16 Stunden per Tag eingeschaltet und die Platten-temperatur bis 200° C gesenkt.

Bei 500° Kerntemperatur z. B. entspricht die Plattenleistung (1 Liter Wasser in 1,35 Minuten von 17 auf 100° C erhitzt) einer Leistung von 4,3 kW, bei 200° noch einer solchen von 0,95 kW, da in diesem Falle 6,1 Minuten nötig sind, um 1 Liter Wasser von 17 auf 100° C zu erhitzen.

Um bei Nichtgebrauch die Wärmeverluste zu vermeiden, wird diese Speicherkochplatte mit einem wärmeisolierenden Deckel geschützt.

Man hat nun den Vorteil, eine sehr heisse Herdplatte von 18 cm Durchmesser jederzeit zum Gebrauch bereit zu haben, man braucht nur den Deckel abzuheben. Die Regulierung der Temperatur der Wärmezufuhr vom Eisenklotz auf das Kochgeschirr wird beim Seves-Kochherd in der neuesten Ausführung 1924 dadurch erreicht, dass man mit einem Drehgriff den Abstand des Kochgeschirres von der Heizplatte verändert.

Das andere, untere Ende des zylindrischen Eisenklumpens, heizt einen Wärmeschrank, in dem eine konstante Temperatur von etwa 90° C gehalten wird und in dem, je nach Grösse, bis vier gedeckte Kochgeschirre Platz finden.

Bei der Ausführung von 1924 ist eine Vorrichtung (Schwimmer mit Schalter) vorhanden, die die Stromzufuhr unterbricht, sobald der Wasservorrat im oberen Reservoir zur Neige geht. Bei anfänglich vollem Kaltwasserbehälter dauert es immerhin nach voller Aufladung des Speicherherdes 17 Stunden, bis diese Strom-ausschaltung erfolgt.

In neuester Zeit wird der Sevesherd mit einem zweiten Heizelemente von 300 Watt ausgerüstet, das entweder von Hand oder automatisch mittelst Thermostat betätigt, zugeschaltet wird, falls die Plattentemperatur zu stark sinkt.

Auf der Speicherplatte, die 400—500° Hitze an der Oberfläche aufweist, können Flüssigkeiten in denkbar kürzester Zeit zum Sieden gebracht werden, mehrere Liter Wasser z. B. in ein paar Minuten. Kochgut, z. B. Kartoffeln oder Gemüse, das nun noch gargekocht werden muss, wird, nachdem es etwa 5—10 Minuten auf der Heizplatte richtig gekocht (gesprudelt) hat, im Kochgeschirr gedeckt in den untenliegenden Wärmeschrank gestellt, wo es weiter kocht nach Prinzip der sog. Kochkiste, deren Vorteile im übrigen auch in der Schweiz als genügend bekannt angenommen werden dürften.

Für bescheidene Ansprüche eines kleinen Haushaltes dürfte ein solcher Speicherherd, wie ihn der Sevesherd darstellt, mit Wärmeschrank, aber ohne Bratofen, schon hinreichen. Für weitergehende Lebensansprüche gehört aber zu einer Kocheinrichtung auch ein Brat- bzw. Backofen, um Abwechslung in die Speisefolge zu bringen. Dieser Back- und Bratofen kann nun separat neben dem Speicherofen aufgestellt werden; die neuesten norwegischen Speicherherdfabrikanten bauen ihn in den Herd selbst ein und benützen zu dessen Heizung die untere Fläche des Eisenklumpens

mit einem zusätzlichen Heizelement. Auch direkt beheizte sog. Effektplatten werden neben den Speicherplatten in die Kochherde eingebaut, um allen Bedürfnissen, speziell der Küche eines grösseren Haushaltes, zu genügen.

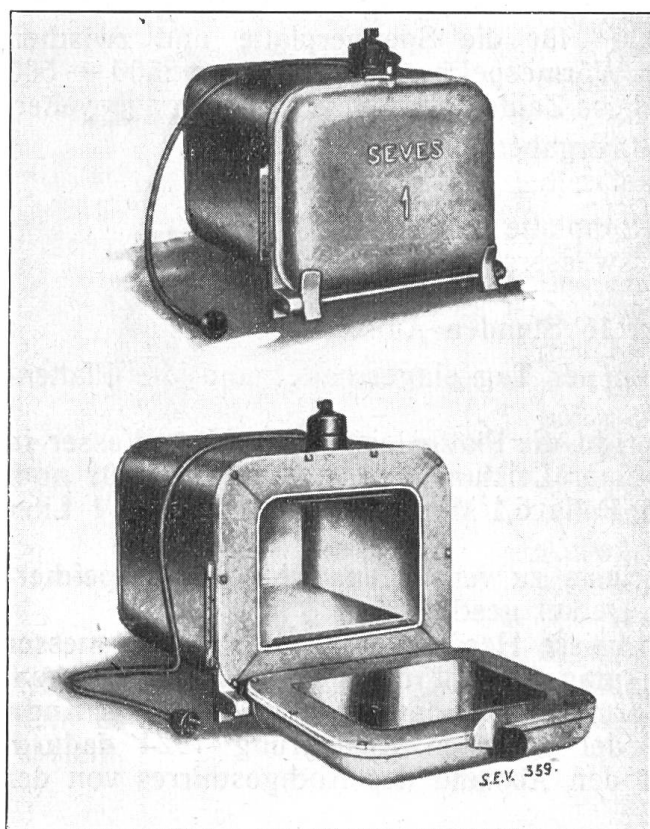


Fig. 17.
Seves-Bratofen.

Beim Sevesherd wird auch eine gewisse Menge (15–20 Liter) Wasser erhitzt für die Bedürfnisse der Küche. Neuerdings lässt man dies aber zweckmässigerweise weg, da man hierfür einen Warmwasserspeicher vorsieht.

Dies sind in den Grundzügen die heute in Skandinavien in acht verschiedenen Ausführungen im Handel erhältlichen Speicherherde. In Schweden ist der Sevesherd der am meisten im Gebrauche stehende mit über 1000 Stück; so befinden sich z. B. in Stockholm allein gegen 600 Stück, in Malmö ca. 120 Stück usw.

In Oslo werden Speicherherde verschiedener norwegischer Systeme in grosser Zahl angewendet. Innerhalb etwa drei Jahren wurden rund 3000 Stück in Oslo angeschlossen. Der Sevesherd wird in Oslo nicht verwendet, wobei aber mehr nationale Erwägungen die Ursache sein mögen.

Der *Sevesbratofen* ist ebenfalls ein stromsparendes, interessantes Gerät. Er ist in zwei Modellen erhältlich mit 450 Watt Stromverbrauch, bezw. 600 Watt Stromverbrauch und 35 kg Gewicht. Die Innendimensionen sind:

Beim kleinen Modell Breite 26 cm, Höhe 17,5 cm, Tiefe 35 cm,
 „ grossen „ „ 29 „ „ 21 „ „ 40 „

Die Aufwärmung des grösseren Modells ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Temperatur im Bratraum	Aufheizzeit in Minuten	Temperatur im Bratraum	Aufheizzeit in Minuten
100°	20	275°	60 – 63
130°	25	290°	65 – 70
155°	30	305°	70 – 78
180°	35	315°	75 – 84
200°	40	325°	80 – 90
220°	45	335°	85 – 97
240°	50	340°	90 – 100
255°	55		

Dieser Apparat wird also zum Unterschied vom Speicherherd nicht dauernd eingeschaltet. Durch sorgfältige Isolation wird aber mit einem geringen Stromverbrauch jede benötigte Hitze erreicht. Die Hausfrau kann mittels der Aufheiztabelle diesen Bratofen so zeitig vorher unter Strom setzen, dass auf die vorgesehene Zeit die gewünschte Temperatur, sei es zum Braten oder zum Backen von Kuchen usw., erreicht ist.

Auch hier haben wir es mit einem neuen Typ von elektrischem Haushaltsbratofen zu tun, denn die heute in der Schweiz gebräuchlichen elektrischen Bratöfen weisen einen Stromverbrauch von 1,8–2,4 kW auf.

Der Preis dieses Sevesbratofens beträgt ca. Fr. 180.— bis 220.—.

D. Stromtarife.

Es muss zugegeben werden, dass die Nützlichkeit und die Vorteile der Anwendung der Speicherherde vielerorts in Skandinavien durch günstige Stromtarife geschaffen werden.

Nachfolgend einige Tarif-Beispiele:²⁾

Oslo. Pauschal: Haushaltstarif nur für Private gültig, nicht also für Geschäftshäuser, gewerbliche Betriebe etc.,

180 Kronen per Kilowatt und Jahr;

durch automatischen Strombegrenzer von 50 zu 50 Watt eingestellt.

Gaspreis 18 Oere per m³.

Stockholm. Haushaltstarif für gemischten Bezug von Licht, Wärme etc.

20 Kronen per 100 Watt Grundtaxe plus 5 Oere per kWh Konsumtaxe, mit Spezialstrombegrenzer, verbunden mit Doppeltarifzähler, derart, dass bei Ueberschreitung der Strommenge, für welche die Grundtaxe bezahlt wird, 25 Oere per kWh zu bezahlen sind.

Gaspreis 12 Oere per m³.

Malmö. Haushaltstarif für Strombezug zu beliebiger Verwendung zu Beleuchtungs- und Wärmezwecken

Grundtaxe 100 Kronen per höchstbeanspruchtes kW, dazu 10 Oere per kWh im Einfachzählertarif oder bei Doppeltarif 4 Oere für den Nachtstrom.

Gaspreis 15 Oere per m³.

Wir sehen also, dass wohl in Oslo der Anreiz zur Verwendung von Speicherherden in der günstigsten Pauschalstromabgabe gesucht werden kann, dass dieses Moment in Stockholm und Malmö aber nicht vorhanden ist. Der Strompreis in Stockholm ist sogar sehr hoch bei 12 Oere = 16,8 Rp. per m³ Gas.

IV. Wirkungen des Speicherherdes mit Bezug auf den Stromverbrauch und die Beanspruchung der Anlagen.

Untersuchen wir nun die Wirkungen des Speicherherdes mit Bezug auf den *Stromverbrauch* und zwar an Hand des Seves-Speicherherdes. Bei diesem Herde beansprucht die Beheizung des Eisenklumpens bei 18stündiger Aufladung 300 bis 325 Watt. Damit wird dann aber auch die sog. Kochkiste auf 95° C erhitzt, diese Kochkiste kann Geschirre mit total 14 Liter Inhalt fassen, und endlich werden etwa 25 Liter Heisswasser auf diese Temperatur gebracht. Die Versuche mit einem Sevesherde in Schweden ergeben³⁾ folgende Betriebsergebnisse: Für eine 5köpfige Familie betrug der Stromverbrauch beim Effektherd in einem Jahre 2300 kWh, beim Sevesherd 2700 kWh. Es ergibt dies, dass beim Sevesherd gegenüber dem Effektherd 17 % mehr Energie gebraucht wurde. Nach eingehenden Versuchen weist der Sevesherd einen Wirkungsgrad von etwa 62–63 % auf.

Auf die theoretisch gleiche Wärmeleistung, in Kalorien bezogen und unter der Annahme, dass der Effektherd für eine 5köpfige Familie im Tag durchschnittlich 2 Stunden in Betrieb war, auf seinen Anschlusswert bezogen, erhalten wir für denselben einen Höchstverbrauch von 2,8–3 kW, für den reinen Sevesherd 0,325 kW. Tatsächlich ist man auch im Norden der bestimmten Auffassung, dass ein Sevesherd mit Wärmeschränk als Kochgerät ebenbürtig sei etwa zwei direkt beheizten sog. Effektplatten, wovon einer Hochwattplatte, dazu einer Kochkiste, alles zusammen 2,8–3 kW Anschlusswert aufweisend.

²⁾ Siehe auch Bulletin S.E.V. 1927, No. 6, S. 370 u. ff.

³⁾ Siehe Svensks Teknik Tidskrift "Elektroteknik", Juli 1927.

Wir wollen ohne weiteres zugeben, dass der Sevesherd in seiner heutigen Ausführung noch nicht allen Anforderungen eines grösseren Haushaltes entspricht. Die Direktion des Elektrizitätswerkes der Stadt Stockholm gibt dies auch zu, und die neuen Studien sind so weit abgeschlossen, dass ein verbesserter Sevesherd ohne Wasserschiff auf den Markt gebracht wird.

Zusammenfassend ist zu ersehen, dass mit der Anwendung des Speichers der Anschlusswert pro Haushalt ganz gewaltig heruntergedrückt werden kann, auch in Kombination mit Effektplatten, und es unterliegt dann der Stromverbrauch dieses Bratofens und der Effektplatten den nämlichen Gesetzen des Belastungsausgleiches wie die Effektkochherde überhaupt.

V. Die Anschaffungskosten.

Der einfache Sevesherd wird heute in Stockholm zu ca. 500 Fr. verkauft, ein Bratofen zu 180 Fr., zusammen also 680 Fr. Demgegenüber kostet ein elektrischer Effektherd mit einer Hochwattplatte, einer Normalplatte und einem Backofen und Kochkiste in Stockholm ca. 390 Fr., ein äquivalentes Kochgerät für Gas ca. 165 Fr. Der hohe Anschaffungspreis steht der allgemeinen Einführung der Speicherherde stark hindernd im Wege, aber diese Schwierigkeiten sind keineswegs unüberwindbar, wenn man bedenkt, dass durch die Anwendung des Speicherherdes Leitungen und Apparate der Hausinstallationen und Sekundärzuleitungen für wesentlich kleinere Stromstärken gewählt werden können, wodurch die Installationen verbilligt werden. Speziell in ländlichen Verteilungsnetzen dürfte dieser Vorteil den erwähnten Nachteil vielleicht sogar überwiegen. Ferner dürfte eine systematische Fabrikation in Serien zu einer beträchtlichen Verbilligung führen.

Besonders gerühmt wurde mir in Malmö, nicht etwa beim städtischen Elektrizitätswerk Stockholm, die Dauerhaftigkeit des elektrischen Heizwiderstandes der Sevesherde. Von den ca. 120 Sevesherden, die in Malmö in den Aussenquartieren, wo kein Gas vorhanden ist, in den letzten drei Jahren installiert worden sind, ist noch keiner defekt geworden.

Ein interessantes Verfahren hat man bezüglich des Verkaufes in Malmö eingeschlagen, gültig für Kochherde jeden Systems und auch für Heisswasserspeicher.

Es wird vereinbart, einen Sevesherd aufzustellen, welcher 300 Watt benötigt und mit Zubehör 475 Kr. kostet. Als Vorschuss wird hiervon 10% erlegt. Es wird angenommen, dass der Herd während 6000 Stunden angeschlossen ist, wovon 3300 zur Tageszeit und 2700 Stunden während der Nacht. Der Energieverbrauch stellt sich auf 1800 kWh per Jahr, zum Mittelpreis von 7,3 Oere per kWh. 75% hiervon entsprechen 98.55 Kr. per Jahr oder 8.21 Kr. per Monat. Für den Herd wird monatlich 8.54 Kr. bezahlt (2% von 427.50 Fr. gleich dem Restbetrage nach Abzug des Vorschusses). Als Bezahlung für den Herd wird somit 16.76 Kr. per Monat verrechnet, und derselbe ist nach ca. 26 Monaten abbezahlt. Die Verzinsung wird mit 0,2% auf 427.50 Kr. während 26 Monaten berechnet, was 22.23 Kr. ausmacht. Nachdem der Abonnent nach weiteren 3 Monaten die gleiche Monatsabgabe wie früher 8.52 Kr. bezahlt hat, ist auch die Verzinsung abgetragen. Der Herd geht somit in Besitz des Abonnenten nach ungefähr 2 Jahren und 5 Monaten über. Er hat dann ausser der Stromabgabe 265 Kr. erlegt, das entspricht ungefähr 56% des Wertes des Herdes, sowie darüber hinaus 22.23 Kr. an Verzinsung.

VI. Preisäquivalent zwischen Gas und Elektrizität.

Theoretisch stehen sich folgende Zahlen gegenüber:

1 m ³ Leuchtgas enthält	4200–4500 Kalorien
1 kWh Elektrizität entspricht	864 Kalorien

Nun kommt aber der Wirkungsgrad der Verbrauchsapparate in Betracht. Bei der elektrischen Platte ist der Wirkungsgrad an und für sich sehr hoch, durch Uebertragung der Plattenwärme auf die Pfanne entsteht aber ein Wärmeübergangsverlust, der um so grösser ist, je schlechter die zwei Flächen aufeinander passen.

Beim Gas wird Wärme seitlich der Flamme ausgestrahlt usw. Beide Heizarten weisen also im praktischen Betriebe Verluste auf. Für die Festsetzung der Stromtarife für die elektrische Küche ist es aber wichtig, das Preisäquivalent zu kennen. Es ist auch schon viel darüber gestritten worden.

Hier einige Angaben: Nach Ing. Härry (Schweiz. Wasserwirtschaft) darf Preisparität zwischen Gas und Elektrizität zu 1 : 3,1, bei Gas bis zu 4200 Kalorien per m³ angenommen werden.

Bericht Dr. Schläpfer und Rutishauser 1921 (Bulletin S. E. V. 1921/12) Preisparität = 1 : 3,48 bis 1 : 3,57 für Privathaushalt.

In Skandinavien ist mir mitgeteilt worden, dass das Gas nicht sehr hochwertig sei, speziell in Oslo nicht und dass die Preisparität 1 : 2,5 betrage.

Die neueste Mitteilung aus den Kreisen der Gaswerke selbst (Vorlage 1927 betreffend Erweiterung des Gaswerkes Zürich) gibt die Relation 1 : 3,75 an, eine Angabe, die wohl reichlich hoch angesetzt ist und man vermuten darf, dass vielleicht das Verhältnis von 1 : 3,3 bis 3,5 genügend angesetzt ist. Kostet also die elektrische Energie zum Kochen 8 Rp., so entspricht dies einem Gaspreise von 27–28 Rp. Diese Zahl versteht sich für die sog. Effektherde.

Nach neuesten Erhebungen seitens des Sekretariates des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes wird die Verhältniszahl 1 : 3,5 für Küche ohne separaten Boiler bestätigt. Bei Anordnung eines separaten Boilers mit Nachtstromaufladung sinkt die Äquivalenzzahl auf 1 : 3.

Die Energiepreisstellung für die Speicherherde kann nun entweder direkt in Form von Pauschalen erfolgen, oder aber nach Energiezähler. Räumt man zur Nachtzeit billigere Preise ein, so findet sich der Ausgleich von selbst. Letztere, also die Berechnung nach kWh, empfiehlt sich vielleicht mehr schon aus dem Grunde, weil in vielen Fällen der Speicherherd mit Effektplatten oder Bratofen zusammen in Gebrauch kommen wird.

Nach dem neuen Tarif des EW Wynau kostet die elektrische Küche pro Jahr für eine Familie von 5 Personen:

Effektherd	Speicherherd
Stromverbrauch 1 kWh pro Person und Tag macht 5×365 $= 1825 \text{ kWh} \times 8 \text{ Rp.} \dots = \text{Fr. } 146.-$ p. a.	Stromverbrauch wie umstehend, aber 17% höher, macht $1825 + 17\%$ $= 2135 \text{ kWh}$, wovon 1375 zu 8 Rp. = Fr. 110.- 760 zu 4 Rp. $\dots \dots \dots = \text{Fr. } 30.40$ Fr. 140.40 p. a.

Es liegt auf der Hand, dass das stromliefernde Werk mit Rücksicht auf die Vorteile, die der Speicherherd ihm bringt, nötigenfalls sogar noch eine Reduktion auf dem Normaltarife für die Stromabgabe zu Kochzwecken gewähren kann, dies als Kompensation für die höheren Anschaffungskosten für den Abonnenten.

VII. Schlussfolgerungen.

Die elektrischen Speicherherde, wie solche heute schon in Skandinavien in allen möglichen Ausführungen in den Handel kommen und in bemerkenswerter Zahl dort in Gebrauch stehen, stellen auch für unsere schweizerischen Verhältnisse ein zweckmässiges Kochgerät dar.

Sie weisen folgende *wichtige Vorteile* auf:

Der Speicherherd ist stets betriebsbereit, sogar bei 1–2-stündigen Stromunterbrechungen. Dies ist für Ueberlandwerke sehr wichtig!

Die Speicherplatten mit einer Temperatur von 400–500° C stehen zur sofortigen Verfügung. Keine andere Kochheizeinrichtung weist diese Momentanbereitschaft auf. In kürzester Frist (z. B. morgens) kann Wasser oder Milch zum Sieden gebracht werden, viel rascher als es auch auf dem Gas der Fall ist. Wie bedeutungsvoll dieser Umstand ist, zeigen die jüngsten Veröffentlichungen betr. die Erweiterung des Gaswerkes Zürich (N.Z.Z., No. 1893, Jahr 1927), wo behauptet wird, die elektrische Küche arbeite langsamer als das Gas.

Eines sei hier ausdrücklich erwähnt. Mit diesen Kochherden kann auch die Schweizer Hausfrau, ohne dass sie ihren Speisezettel irgendwie ändern muss, die Mahlzeiten zubereiten. Ich habe das selbst mitgemacht. Vor meinen Augen ist in einer halben Stunde folgendes Menu für 4 Personen gekocht worden: Gebratener Fisch (im Sevesbratofen gebraten), Kalbsplätzli, Salzkartoffeln, Kiefelerbsen und Karotten und ein Eierauflauf.

Räumlich erfordert der Speicherherd nicht mehr Platz in der Küche als der Effektherd. Dies gilt besonders auch für kombinierte Speicherherde mit Backofen und dergleichen.

Mit dem Speicherherd wird eine stossweise Spitzenbelastung umgewandelt in eine gleichmässige, andauernde Strombelastung von etwa $\frac{1}{8}$ des Spitzenwertes, beim Abonnenten verstanden. Dadurch können die Installationsleitungen, die Anschlüsse an das Verteilungsnetz usw. in ihren Querschnitten kleiner bemessen werden.

Auf die Belastung im Kraftwerk wird der Speicherherd trotz Berücksichtigung des Ineinandergreifens beim Effektherde eine günstige Wirkung, nämlich die Herabsetzung der Kochbelastung, ausüben. Man darf vielleicht annehmen, dass die Kochspitze pro Kochstelle auf 0,4 kW an der Netzangabestelle sinkt bei Anwendung der Speicherherde und günstigsten Falls auf 0,6–0,7 kW bei Verwendung der Effektherde.

Bestmögliche Verteilung der Kochenergie auf 24 Stundenumwandlung des Tages Spitzenbetriebes der elektrischen Küche in eine durchgehende Grundbelastung. Wenn auch vielleicht der Wirkungsgrad, d. h. in unserem Falle das Verhältnis von wirklich zum Kochen gebrauchter Energie in kWh, zum Energieverbrauch des Kochgerätes ein etwas geringerer ist als beim Effektherd, die Differenz beträgt beim Sevesherd etwa 17%, so kann, was vielleicht noch das wichtigste ist, die Jahresausnutzung unserer hydraulischen Kraftwerke gewaltig erhöht, also der Wirkungsgrad der Werke durch Erhöhung der Benützungsdauer gesteigert werden.

Der Speicherherd, eventuell in Verbindung mit einem kleinen Bratofen, dürfte in erster Linie berufen sein zur Anwendung in kleineren Familien, wo der Hausfrau wenig Zeit zur Besorgung der Küche zur Verfügung steht. In vielen Fällen wird aber dieser Bratofen beim Kleinabonnenten gar nicht benötigt; das ist beim heutigen Effektherd und beim Gas auch so.

Dann kann aber der Speicherherd im Hotel- und Restaurationsbetrieb, dank seiner sofortigen Betriebsbereitschaft und hohen Plattentemperatur, einem heute noch vorhandenen Mangel abhelfen, und hier im Grossen werden dann die Vorteile der Belastungsverteilung auf 24 Stunden eine gewichtige Rolle spielen.

Als einzigen *Nachteil* des Speicherherdes muss ich den erhöhten Anschaffungspreis gelten lassen. Hier müssen Mittel und Wege gefunden werden, um diesen Nachteil zu mildern, z. B. durch Abgabe auf Abzahlung durch die Werke usw. Die gewöhnlichen Edison-Kohlenfadenlampe kostete in ihrer ersten Ausführung 1889 auch 5 Fr., die Kosten sanken aber bald, als sie in grosser Zahl hergestellt werden konnte.

Ueber den elektrischen *Speicherherd* sind wir in der Schweiz mangelhaft und unrichtig orientiert. So ist z. B. der Sevesherd als Nachtstromspeicherherd mit 12stündiger Aufladung ausprobiert worden, blieb also von morgens 8 Uhr an ohne Aufladung. Dass der Herd ohne *neuen Energiezuschuss* bis abends eine Temperaturtiefe erreicht hat, die kein einwandfreies Kochen nach unseren Begriffen mehr erlaubt, ist klar.

Der Sevesherd ist eben kein *Nachtstrom*akkumulierherd, wo billiger Nachtstrom zu Kochzwecken tagsüber aufgespeichert werden kann. *Das wäre ja das Ideal, aber so weit sind wir leider noch nicht.*

Das Problem ist ja auch nicht so gestellt, vielmehr will man plötzlich aufgetretene Tagesspitzen in eine Dauerbelastung (24 Stunden pro Tag) umleiten.

Denkbar wäre für städtische Werke mit grosser kurzzeitiger Beleuchtungsspitze morgens und abends ein Sperren der Speicherarbeit während 1–2 Stunden per Tag. Aber derartige Sperrungen verlangen schon wieder Schaltapparate, die allein 150 Fr. pro Stück kosten, womit dann die Anlage neuerdings verteuert wird.

Wasserentnahme. Es ist einleuchtend, dass vor der Mittagskocharbeit am besten keine Heisswasserentnahme aus dem Sevesherd stattfindet, oder dann nur in kleinen Quantitäten.

Zudem habe ich wiederholt schon erwähnt, dass nach Meinung aller Kreise die Heisswasserzubereitung wenn möglich in besonderen Speichern stattfinden sollte, unabhängig vom Speicherherd. Hier kann dann vorteilhaft Nachtstrom Verwendung finden.

So weisen auch norwegische Konstruktionen, z. B. der am meisten verbreitete *Sarpsborgherd* keine Heisswassereinrichtungen im Speicherherd selbst auf, sind also sog. trockene Speicher.

Auf einen von mir in der Presse im Oktober 1926 abgegebenen Hinweis auf die interessante Neuerung der Speicherherde wurde von gewisser Seite erwidert, dass noch *Jahrzehnte* vergehen werden, bis die Frage der elektrischen Speicherherde spruchreif sei. Deren Bedeutung für die Entwicklung der elektrischen Küche wird nicht in Abrede gestellt, aber es wird aus naheliegenden Konkurrenzgründen die Sache so dargestellt, wie wenn es sich heute noch mehr um eine Idee handle, deren Verwirklichung noch nicht einmal sichergestellt ist.

Die Aufgabe, die ich mir bei meiner Reise nach Schweden und Norwegen gestellt habe, war, mich persönlich über den Sevesherd zu orientieren und über alle Einwände Abklärung zu schaffen, und ich muss schon sagen, ich war erstaunt, konstatieren zu müssen, dass wir Schweizer in dieser Richtung wieder einmal schwer hintennach hinken und mit ein paar Phrasen eine Sache von aller grösster Wichtigkeit abtun.

Meine Herren, bei richtiger Anhandnahme der Sache geht es nicht mehr Jahrzehnte, so hat sich auch bei uns der Speicherherd und wahrscheinlich in allen möglichen Varianten, eingebürgert. Es handelt sich heute in erster Linie um Beseitigung der Opposition und um zielbewusstes Anpacken des Problems.

Der berühmte Oskar v. Miller (München) hat an der Weltkraftkonferenz u. a. folgendes ausgeführt:

„Ich habe für Bayern und Deutschland ausgerechnet, welche ungeheuren Strommengen wir brauchen, wenn einmal ein grosser Teil der Familien elektrisch zu kochen anfängt. Eine allgemeine Einführung des elektrischen Kochens ist aber nicht nur technisch vorteilhaft, sondern auch wirtschaftlich möglich. Ich habe durch Berechnungen und praktische Versuche nachgewiesen, dass sowohl Speicherherde als auch gewöhnliche elektrische Herde schon heute mit den Gasherden konkurrieren können, sie werden aber sicherlich noch verbessert werden, so dass alle Familien, auch jene, die heute noch mit Kohlen kochen, zum elektrischen Betrieb übergehen können.

Das wichtigste ist die Aufstellung eines zweckmässigen Tarifs, welcher so einfach ist, dass ihn jede Hausfrau leicht übersehen kann.

Wenn sich die Ingenieure und die Hausfrauen bemühen, das einfache elektrische Kochen mit seinen grossen sozialen Vorteilen, namentlich für den kleinen Haushalt einzuführen, dann werden wir uns auf der nächsten Weltkraftkonferenz nicht darüber zu unterhalten haben, wie man für die vorhandenen Wasserkräfte eine ausreichende Verwendung beschafft, sondern wie man für

die ungeheuren Strommengen, die auf allen Gebieten des Lebens gebraucht werden, genügend Energiequellen beschaffen kann.“

Ich hoffe, dass meine Ausführungen nun dazu beitragen können, die aktuelle Frage der elektrischen Speicherung im Kochherd zu fördern und ihr zum Durchbruch zu verhelfen.

Und endlich erwarte ich, dass sich unser Verband heute, nach reichlich gewalteter Diskussion, für die Notwendigkeit eines elektrischen Speicherkochherdes für die zukünftige rationelle Entwicklung unserer einheimischen Wasserkräfte auf dem Gebiete der Wärmeanwendung ausspricht und den bestimmten Willen bekundet, die Schaffung eines zweckmässigen *schweizerischen* Speicherherdes mit allen Mitteln fördern zu wollen.

Der Vorsitzende verdankt den sehr interessanten, stark applaudierten Vortrag, welcher einmal mehr zeigte, dass die Elektrizität nicht nur für die Beleuchtung und motorischen Zwecke, sondern auch für Wärmeanwendungen weitgehend verwendet werden soll. Dies muss den Behörden und dem Volk immer wieder dargelegt werden, damit sie sich Rechenschaft über die volkswirtschaftliche Seite der Frage geben. Es handelt sich dabei nicht um die Stilllegung der Gaswerke, hingegen sollten diese für die Verwendung von Gas zu Wärmezwecken nicht nach kleinen Ortschaften Fernleitungen erstellen, wo genügend elektrische Verteilanlagen vorhanden sind. Die Einführung des Akkumulierkochherdes bedeutet einen Wendepunkt im Bau der elektrischen Kochapparate, der auch von den Fabrikanten eine neue Einstellung verlangt.

Professor *Wyssling* dankt dem Referenten persönlich für die Orientierung über bisher gebaute Speicherkochherde und die Befürwortung der Forderung der elektrischen Küche. Er erinnert an den vor zehn Jahren von ihm selbst im gleichen Saale ebenfalls an einer Diskussionsversammlung des S. E. V. gehaltenen Vortrag⁴⁾ über die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Kochens. Im vorhergehenden Jahre waren im Auftrage der Wärmekommission des S. E. V. eingehende Untersuchungen über die Kochapparate angestellt worden, deren Ergebnisse⁵⁾ erwiesen, dass die damals neuen Konstruktionen technisch wie wirtschaftlich einwandfrei arbeiteten. Sowohl die Güte der Apparate, als auch namentlich die Wirtschaftlichkeit für die Elektrizitätswerke wurden aber damals zum Teil von den letzteren selbst noch skeptisch aufgenommen. Die damaligen Angaben finden sich nun aber heute nicht nur bestätigt, sondern in einem für die elektrische Küche günstigen Sinne übertroffen, die seither einen geradezu unerwarteten Aufschwung genommen hat. Die Maximalbeanspruchungen durch die Kochstellen wurden von ihm z. B. damals bei der Mittagsspitze für einzelne Abnehmer zu 70%, für einzelne Ortsnetze zu 60% und für ganze Werke zu 50% des Anschlusswertes der Herde angenommen. Die bisherigen Erfahrungen ergeben günstigere Resultate. Der Energieverbrauch, der damals zu 1,04 kWh pro Person und Tag im Mittel bestimmt wurde, zeigt heute nach Statistiken Werte von eher unter 1 kWh. Die bei allgemeiner Anwendung von Kochherden notwendigen Verstärkungen der Verteilnetze, welche besonders Bedenken verursachten, erwiesen sich zufolge der Verschiebung bei grosser Abnehmerzahl als unbedeutender. Sie bilden naturgemäss heute noch die Hauptsorge der Werke, könnten aber durch die Vergleichmässigung des Stromkonsums, wie sie durch den Akkumulierherd erreicht wird, völlig behoben werden. Konstruktionen von Speicherherden wurden auch in der Schweiz schon verschiedene versucht, oft meist ohne Erfolg, da die Wärmeverluste in den langen Stunden ausser der Kochzeit so gross oder die Herde so umfangreich und teuer wurden, dass die Vorteile der Speicherung verloren gingen. Die im Vortrag erwähnten ausländischen Modelle sollen sich also bewährt haben. Ein schwacher Punkt besteht bei den bisherigen Speicherherden auch darin, dass sie zum Teil eine andere als die bei uns übliche Methode des Kochens verlangen. Das müsste vermieden werden. Sind doch z. B. die während des Krieges stark verbreiteten Kochkisten meist wieder ausser Betrieb gekommen, weil unsere Frauen sich mit dieser Kochmethode nicht anfreunden konnten. Es müssen unbedingt Kochplatten mit mindestens 300°C verlangt werden, da diese Temperatur zum Braten notwendig ist. Die heutigen direkt eingeschalteten Hochleistungsplatten leisten wesentlich mehr, sind aber bisher bei den Speicherherden mit akkumulierter Wärme nicht wirtschaftlich und jederzeit betriebsbereit, wie verlangt werden muss. Die belastungsausgleichende Wirkung des Speicherherdes darf nicht dadurch illusorisch gemacht werden, dass seine Verwendung für unsere Kochgewohnheiten nur in Verbindung mit direkt angeschalteten Hochleistungsplatten möglich ist.

Die Schaffung eines Speicherherdes, welcher diese gewünschten Vorteile besitzt, ist neuerdings von Ingenieur *Seehaus* versucht worden. Die Kommission des S. E. V. und V. S. E. für Wärmeanwendungen hat sich mit diesem Akkumulierherd befasst. Sie hat die Unterstützung des Baues eines solchen Versuchsherdes durch einen namhaften Beitrag des „Aluminiumfonds“ sowie des V. S. E. veranlasst und genaue Untersuchungen des Herdes durch die Materialprüfanstalt des S. E. V. durchführen lassen; die E. K. Z. haben dafür Raum, Stromlieferung und Beihilfe übernommen. Die Resultate sind überraschend gute. Der Seehaus-Speicherherd weist gegenüber den bisherigen Speicherherd-Ideen zwei hauptsächlichliche Neuerungen auf: die Kochplatten empfangen ihre Wärme nicht durch direkte

⁴⁾ Bulletin des S. E. V., 1917, Seite 192 u. ff.

⁵⁾ Bulletin des S. E. V., 1917, Seite 173 u. ff.

Ueberleitung vom Speicherkörper, sondern durch einen auf die verschiedenen Platten lenkbaren Heissluftstrom, welcher durch einen ganz kleinen Ventilator aus dem stark erhitzten Speicherkern zu den Platten getrieben wird. Eine zweite, neue Idee besteht darin, dass diese heisse Luft durch die poröse Isolationsmasse des Kerns hindurch den Kochplatten zugeführt wird, so dass die vom Kern durch die Isolation entweichende Wärme während des Kochens ebenfalls verwertet wird. Dadurch wird nun folgendes erreicht:

1. Es können mehrere Platten geheizt werden, und nicht nur eine unmittelbar über dem Speicherkörper, wie z. B. bei den meisten skandinavischen Herden.
2. Dabei ist jede Platte für sich jederzeit durch einfache Ventilregelung des Luftstromes stetig regulierbar von geringer bis höchstverlangter Temperatur.
3. Der unbequeme Isolierdeckel über den Platten, wie ihn z. B. die skandinavischen Herde haben, fällt weg; die Platten, die wie bei den Direkt-Herden flach in der Herdplatte liegen, bleiben bei geschlossenem Ventil kalt und ohne Abdeckung.
4. Die bei Speicherherden bisher noch erheblichen Wärmeverluste aus dem Kern ausser der Kochzeit werden ganz erheblich reduziert, weil der Kern *allseitig* vollständig mit Wärmeisolation umgeben werden kann.

Endlich wird die in der Abluft der Platten noch steckende Wärme (und die aus dem Isoliermantel noch austretende) in einem Warmwasserspeicher noch weiter ausgenützt, der den besondern Küchenboiler reichlich ersetzt und zu beliebiger Zeit Warmwasser abgibt.

Die Stromversorgung des Herdes war zunächst als 24stündige vorgesehen; schon der Versuchsherd lässt aber zur Zeit der Belastungsspitzen des Werkes (einige Stunden) eine Sperrung der Stromzufuhr zu, wobei der Herd trotzdem stets betriebsbereit bleibt. Eine solche Art der Stromlieferung, die beim Versuchsherd für eine Normalfamilie nur ständig 400 W während 20 Stunden erfordert, bietet den Werken grosse Vorteile und verbessert die Leistungs- und Leitungs-Ausnützung, weshalb die Werke den Abnehmern auch wieder Vorteile bei der Verwendung dieser Herde, sowohl bei deren Anschaffungspreis wie beim Energiepreis, bieten könnten und sollten.

Die elektrische Küche, die bei verschiedenen Werken sogar die Lücken in der Stromlieferung auszufüllen im Stande war, welche durch die Industriekrise hervorgerufen wurden, wird mit einem solchen elektrischen Speicherherd auf dem richtigen Weg weitere Fortschritte machen können. Ihre Verbreitung ist nicht gegen die Gaswerke gerichtet, sie liegt jedoch im volkswirtschaftlichen Interesse der Schweiz, indem sie zur Verwertung der überschüssigen Wasserkraft-Energie und der Verbesserung der Handelsbilanz beiträgt. In diesem Sinne ist der Sprechende mit Direktor Marti der Meinung, es dürfe der V.S.E. öffentlich für die weitere Verbreitung der elektrischen Küche, in deren Entwicklung man heute das beste Vertrauen haben kann, eintreten.

Der *Vorsitzende* dankt dem Redner besonders für seine Ausführungen, die von einem so bedeutenden Wissenschaftler und Energiewirtschaftler stammend, der schon frühzeitig die Wichtigkeit der elektrischen Küche erkannt hat, besonders wertvoll sind.

Haerry-Zürich erinnert daran, dass die Belastungsspitze verhältnismässig um so kleiner ausfällt, je grösser die Zahl der angeschlossenen Herde ist. Zudem werden bei richtigem Kochen, bei dem zuerst mit voller Leistung angekocht und später bei geringerer Leistung fertig gekocht wird, nicht alle Kochstellen gleichzeitig benützt. Auch der Bratofen wird meist vor dem eigentlichen Kochen in Betrieb genommen. Infolgedessen muss nie mit der vollen angeschlossenen Leistung gerechnet werden.

Zur Bestimmung der Äquivalenzzahl betreff. das Kochen mit Gas wurde durch Versuche während eines Jahres bei ca. 100 Familien der Wert 1 m³ Gas entsprechen 3 kWh ermittelt. Mit dieser Zahl wird in Zukunft zu rechnen sein. Für den Energieverbrauch des Kochherdes gibt der *Sprechende* folgende Werte an:

		pro Monat	pro Kopf und Tag
Elektrische Küche für 4 Personen	mit Heisswasserspeicher	100 kWh	0,82 kWh
	ohne	115 kWh	0,95 kWh

Der Sprechende schliesst seine Ausführungen durch Verlesen einiger Stellen aus dem Buche «*Der neue Haushalt*» von Frau Dr. E. Meyer, aus dem hervorgeht, dass die Frauen mit Dankbarkeit der Dienste gedenken, welche ihnen die Gasküche bot, dass jedoch ihre Sehnsucht der elektrischen Küche mit ihren vielen Vorteilen gilt und dass sie von der Industrie eine Erfüllung ihres Wunsches erwarten.

Trüb-Zürich berichtet über seine Eindrücke in Schweden. Er macht darauf aufmerksam, dass ein bedeutsamer Unterschied vorliegt: der Akkumulierherd ist in Schweden ein Problem und ein Wunsch der Hausfrauen, in der Schweiz ein Problem und ein Verlangen der Elektrizitätswerke. Dort wird mittags vielfach kalt gegessen und die Hauptmahlzeit erst gegen 5 Uhr abends eingenommen. Da die schwedische Hausfrau nicht den ganzen Nachmittag in der Küche verbringen will, werden die Speisen schon morgens vorgekocht und dann im Wärmraum des Akkumulierherdes fertig gekocht. Hier ist die Hauptmahlzeit mittags und wir müssen verzichten, die Lebensgewohnheiten ändern zu wollen. Wir müssen froh sein, wenn die Frauen die Arbeitsweise des elektrischen Herdes studieren und sich dessen im normalen Rahmen des Haushalts bedienen wollen.

In der Stadt Zürich wird demnächst das Projekt einer bedeutenden Gaswerkserweiterung zur Abstimmung gelangen; es ist aber der Weg für das Kochen mit Gas und mit Elektrizität offen gehalten: Das Gas kostet 20 Rp./m³, die Elektrizität für Kochzwecke 6 Rp./kWh. Nicht nur die Abgabe-

auch die Anschlussbedingungen sind auf Parität der beiden Energiequellen eingestellt. Der Entscheid bleibt der Hausfrau überlassen; sie wird sicher in vielen Fällen selbst bei ihren höhern Anschaffungskosten der elektrischen Küche den Vorzug geben.

Voraussetzungen sind aber:

Günstige Anschlussbedingungen, Verzicht auf Sperrzeiten, Einheitstarif. Wir machen allerdings einen Unterschied in der Tarifierung im Sommer und im Winter, da Sommerenergie in der Schweiz immer billiger erzeugt werden kann. Der Bezüger, der im Sommer elektrisch kocht, hat aber im Winter ein Anrecht auf die gleiche Anzahl kWh zum Sommerpreis. Diese Vergünstigung kann gewährt werden, da auf diese Weise ein ganzjähriger, gleichmässiger Bezug erreicht wird.

In Zürich sind innert zwei Jahren über 200 Küchen elektrisch eingerichtet worden. Als Grundlagen der Vergleichsrechnung können wir endgültig annehmen: Energieverbrauch = 1 kWh/Kopf und Tag; 3 kWh äquivalent 1 m³ Gas.

Dietrich-Erlenbach teilt mit, dass in seiner Gemeinde, trotz der billigen Gasversorgung durch die Stadt Zürich, mit Hilfe eines niedrigen Einheitspreises für Kochstrom (7 Cts./kWh für die ersten 2000 kWh, 6 Cts. für jede weitere kWh) das elektrische Kochen stark gefördert werden konnte. Er verweist auf den grossen Einfluss, den die Frau dabei hat und möchte durch den V.S.E. bei den Architektenvereinen und Aerztegesellschaften auf die Vorteile der elektrischen Küche aufmerksam machen lassen.

Gysel-Zürich erinnert daran, dass die Betriebsleiter noch mit Belastungsspitzen der leistungsstarken Kocherei rechnen und lässt durch Herrn Wüger über die Ergebnisse der diesbezüglichen Untersuchungen der E.K.Z. berichten.

Wüger-Zürich teilt mit, dass die E.K.Z. an 68 in ihrem Netz zerstreuten Kochherden während drei Jahren die Belastungskurven aufnahmen. Es wurde dazu eine besondere Methode ausgearbeitet, so dass mit Hilfe von Zählern mit kurzer Registrierperiode (Aufzeichnung nach je 15 Minuten) ähnlich den Maxigraphen, die Belastungskurve beim Abonnenten festgestellt werden konnte. Diese sieht ähnlich der im Vortrag erstgezeigten aus; durch die Summation gleichen sich die Spitzen jedoch stark aus. Sie ergeben folgende Mittelwerte:

Morgenspitze	(6 Uhr 30 bis 6 Uhr 55)	80 W/Person,
Mittagsspitze	(11 Uhr 30)	330 W/Person,
Abendspitze	(ca 18 Uhr)	120 W/Person.

Letztere verschiebt sich mit den Jahreszeiten, sie liegt im Winter früher, da im Sommer oft bis spät gearbeitet wird. Die Morgenspitze fällt nicht mit der Industrie-Belastung zusammen, in Städten wird dies eher vorkommen.

Der Energieverbrauch pro Person schwankt mit der Zahl der Personen pro Familie. Für vier Personen (Mittelwert für den Kanton Zürich) ergibt sich 1 kWh pro Person und Tag. Durch zeitweilige Sperrung der Heisswasserspeicher konnte auch der Verbrauch für Warmwasserbereitung ermittelt werden; er beträgt im Mittel 15% des Kochstromverbrauches, wenn kein Boiler im Haushalt vorhanden ist und 40 bis 50 %, wenn ein Boiler benutzt wird. Die maximale Belastung fand der Sprechende hauptsächlich abhängig von der Zahl der Personen pro Haushalt und nicht vom Anschlusswert, da dieser nur bei sehr kleinen Herden ausschlaggebend ist. Sie beträgt ca. 1300 Watt pro Herd.

Die von Herrn Direktor Marti für Stavanger angegebenen Verhältnisse erklären sich daraus, dass die Mittagspause für die Bureaux von 13 bis 15 Uhr, für die Fabriken jedoch von 12 bis 13¹/₂ Uhr dauert. Daher ist der Verlauf der Spitze ein flacher.

Als Nachteil des Seveherdes hebt *Wüger* hervor, dass er nur eine Kochplatte besitzt und daher für unsere Frauen ein Umlernen verlangt. Für die Schweiz muss man mindestens zwei Platten verlangen.

Sattler-Schlettstadt-Elsass berichtet über die Ergebnisse der Untersuchungen in seinem Netz, insbesondere in der Stadt Schlettstadt selbst, wo vor Einführung der elektrischen Küche und jetzt fortlaufend die Belastungsverhältnisse studiert werden.

In den 2000 mit Elektrizität versorgten Haushaltungen in Schlettstadt, von denen höchstens 1500 für das elektrische Kochen in Frage kommen, sind bisher 400 Herde aufgestellt worden mit einem Anschlusswert von 1200 kW. Die festgestellte Kochspitze, am heissesten Tag im Sommer, betrug ungefähr 280 kW, so dass der bereits angegebene Betrag von 0,7 kW Belastung pro Anschluss auch bei uns sich bestätigt findet. Die jährliche Energieabgabe für das Kochen für diese 400 Haushaltungen beträgt ungefähr 400 000 kWh.

Auf dem Lande haben wir begonnen den Elektro-Oekonom abzusetzen, welcher grossen Anklang findet zum Kochen, Braten und Backen, ferner auch zur Zubereitung des Viehfutters oder Heisswassers während der Nacht. Es handelt sich nicht um eine gewöhnliche Kochkiste, sondern um einen Apparat, welcher der Hausfrau ermöglicht, die Speisen ungekocht einzusetzen, die Stromzuführung schaltet automatisch ab, wenn die Kochtemperatur erreicht ist; das Essen – meistens handelt es sich auf dem Lande um einfache Gerichte – kocht ohne weiteren Stromverbrauch gar, sodass die Hausfrau, wenn sie mittags vom Felde zurückkommt, die Mahlzeit fertig zubereitet findet.

Dahinden-Altdorf erinnert daran, dass Direktor Ringwald schon vor 14 Jahren in einem Vortrag vor dem Wasserwirtschaftsverband die Äquivalenzzahl mit 3 kWh zu 1 m³ Gas angegeben hat. Die zu erwartende Belastungsspitze berechnete er zu 32 % des Anschlusswertes; der Wert wurde

damals als zu klein stark angefochten, stellt sich nun aber als sehr vorsichtig geschätzt dar. So wurde im Netz des E. W. Altdorf bei 1000 Herden mit durchschnittlichen Anschlusswerten von 3,5 kW eine Spitze von nur 20% festgestellt. Auch mit dem Herd mit Hochleistungsplatten ist die Einführung der elektrischen Küche zu empfehlen, mit dem Speicherherd wird das Maximum der Belastungskurve weiter verflacht werden.

Trüb-Zürich teilt in bezug auf die von den E. K. Z. gemachten Angaben betreffend die auftretenden Spitzen mit, dass diese für 10 000 Kochherde berechnet, in der Stadt Zürich am Morgen nicht bemerkbar ist und abends nur eine kleine Ueberhöhung ergibt. Mit dem Akkumulierherd wird auch diese verschwinden.

Diebold-Baden spricht als Betriebsleiter eines Gas- und Elektrizitätswerkes. Die finanzielle Belastung durch die Gemeinde ist bei beiden Unternehmen, die er vertritt, dieselbe. Er unterstützt Direktor Trüb, indem er der Wirtschaftlichkeit den Entscheid über Gas- oder elektrischer Küche überlassen möchte. Die Werke müssen durch Verzicht auf Minimalgarantien usw. die Einführung erleichtern und sollten durch die sie beliefernden Grosskraftwerke unterstützt werden.

Ganguillet-Zürich erklärt an Hand einer schematischen Darstellung (siehe Fig. 18) die Wirkungsweise des Seehausherdess. Seine Hauptbestandteile sind:

1. der zentrale Akkumulierkern *S* aus Gussplatten, in welchen das Heizelement *E* eingebettet ist;
2. die Isolierschicht *J* aus grobem, leicht durchlässigen Backsteinsand;
3. der Druckraum *D*, der den Akkumulierkörper samt Isolierschicht allseitig umgibt;
4. die Ventile *H* für die Regulierung d. Heissluftzirkulation.
5. die Kochplatten *K*;
6. der Warmwasserspeicher *W*;
7. ein kleiner Ventilator *V* zur Erzeugung der Luftzirkulation.

Die Hauptmerkmale des Herdes sind:

1. Die Uebertragung der Wärme vom Akkumulierkörper zu den Kochplatten erfolgt nicht durch metallischen Kontakt, sondern durch den Heissluftstrom und
2. die zirkulierende Luft durchströmt die Isolierschicht von aussen nach innen und erobert die Wärme, die sich darin verlieren will, wieder zurück.

Nachdem sie ihre Wärme an den mit zahlreichen Rippen versehenen Kochplatten grösstenteils abgegeben hat, durchströmt die heisse Luft noch einen Heisswasserspeicher und dann abgekühlt den Ventilator, der sie in den Druckraum und durch die Isolierschicht presst.

Mit einem Versuchsherd und einem gewöhnlichen elektrischen, direkt beheizten Herd in Kombination mit einem Heisswasserspeicher wurden in Dietikon Versuche vorgenommen, indem beiden Herden die gleichen Wärmemengen entzogen wurden.

Die Energieaufnahme des Seehausherdess war nur um ca. 14% höher, als diejenige des direkt beheizten Herdes mit Heisswasserspeicher. Die Leistungsaufnahme des Seehausherdess verteilt sich dafür auf 20 Stunden pro Tag; während der Abendspitze (von 17 bis 21 Uhr) blieb er ausgeschaltet. Dieses sehr erfreuliche Resultat berechtigt zu den schönsten Hoffnungen.

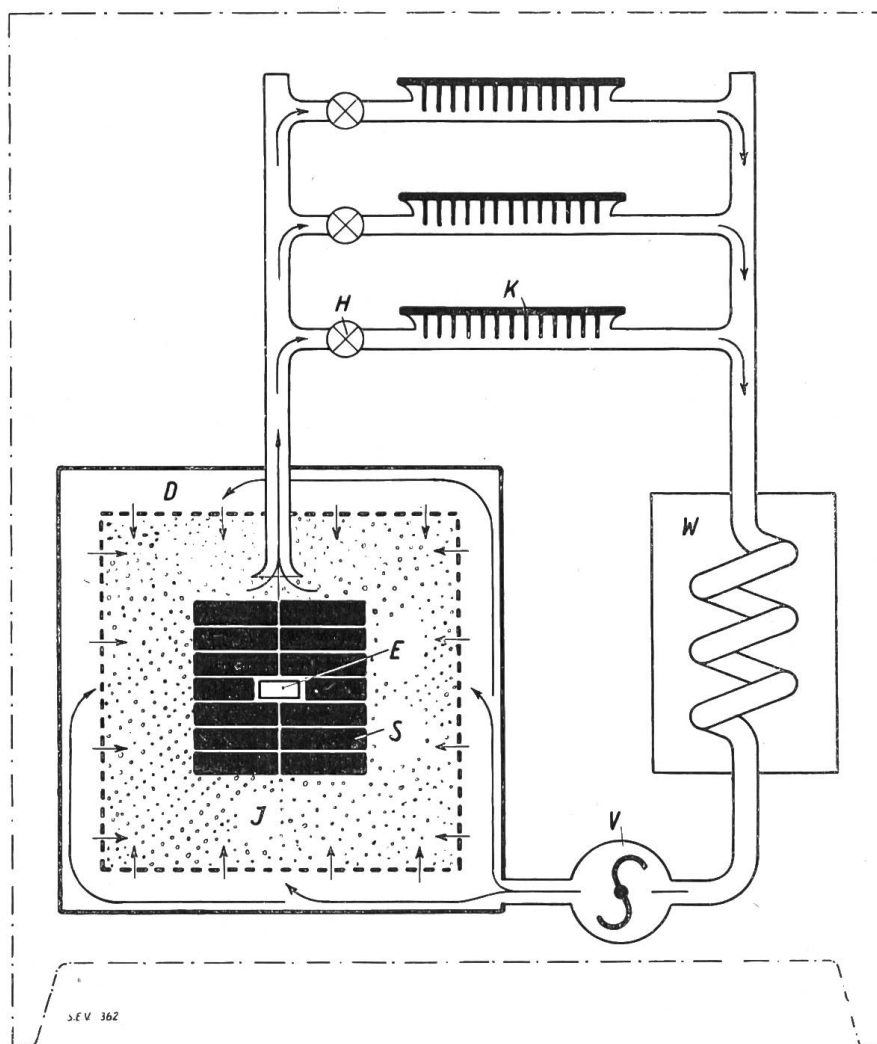


Fig. 18.

Seehaus-Zürich erklärt sich bereit, Fragen über seinen Herd zu beantworten. Es werden keine gestellt.

Der Referent, Dir. Marti, verzichtet auf ein Schlusswort.

Der Vorsitzende dankt dem Referenten für die Behandlung des Problems der elektrischen Küche und für den interessanten Vortrag. Er pflichtet Diebold-Baden bei, dass für die Herren, welche zugleich der Elektrizitäts- und Gasversorgung vorstehen, die Wirtschaftlichkeit für die Förderung der einen oder andern Art der Küche massgebend sein soll. Leider ist dies nicht immer der Fall. Die elektrische Küche steht jetzt an einem Wendepunkt; bei der Beratung der Behörden und Räte, welche auf unsere Auskünfte angewiesen sind, müssen die neuen Möglichkeiten in Betracht gezogen werden. An den Grosskraftwerken liegt es, durch die Tarifgestaltung den Städten und Dörfern die Kochstromabgabe zu ermöglichen. Ein Unterschied im Preis für Sommer- und Winterenergie wird stets gemacht werden müssen, das Schweizervolk muss in dieser Hinsicht erzogen werden.

Der Sprechende hofft, dass die Diskussionsversammlung ein Ausgangspunkt für die neue elektrische Küche mit Speicherherd und eine Förderung deren Einführung sein wird. Er dankt den Anwesenden, wünscht ihnen gute Heimreise und schliesst die Versammlung um 17 Uhr 15.⁶⁾

⁶⁾ Herr Ingenieur Seehaus ersucht um die Aufnahme folgender Ergänzung:

„Der rasche Schluss der Diskussion gab mir nicht mehr Gelegenheit, dem Herrn Präsidenten und dem Verband, wie auch der Wärmekommission, speziell Herrn Prof. Dr. Wyssling und dem Generalsekretariat, für die wertvolle Unterstützung meiner Bestrebungen meinen besten Dank auszusprechen, was ich hier nachholen möchte. Ganz besonderen Dank schulde ich auch Herrn Direktor Bertschinger und Herrn Direktor Gysel von den E.K.Z., welche mir in grosszügigster Weise meine Aufgabe erleichterten und alles taten, um den Erfolg zu ermöglichen.“

Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

Bleimantelverluste in mit Drehstrom gespeisten Einleiterkabeln¹⁾. 621.319.34 (0068)

Die Anwendung immer höherer Spannungen bringt es mit sich, dass auch bei Drehstrom-Energieübertragungen immer mehr Einleiterkabel zur Verwendung gelangen. Da die Bleimäntel der Kabel aus betriebstechnischen Gründen meist an beiden Enden an Erde gelegt werden müssen, so fliessen in ihnen Ströme, die zusätzliche Uebertragungsverluste verursachen. Eine genaue theoretische Berechnung dieser Ströme auf Grund der in den Leitern fliessenden Ströme und der räumlichen Anordnung und Konfiguration der Kabel müsste sehr unübersichtliche, praktisch nicht verwendbare Formeln ergeben. Beachtet man ferner den Umstand, dass allein schon der tatsächliche Ohmsche Widerstand des Bleimantels bis zu 10 % von dem aus den Dimensionen des Bleimantels berechneten Widerstande abweichen kann, so sieht man ohne weiteres ein, dass der Nutzen auch sehr genauer Formeln in diesem Falle nicht gross ist und dass es hier angezeigt erscheint, sich nach einer bequemen, wenn auch weniger genauen Rechnungsmethode umzusehen.

Die zitierte Arbeit dient der Ableitung einer solchen Rechnungsmethode. Da als deren Grundlage die zuverlässige Bestimmung des Koeffizienten der gegenseitigen Induktivität zwischen Leiter und Bleimantel (M) zu betrachten ist, so gibt der Autor zuerst die genaue Formel für M nach Capdeville an und zeigt an einem Diagramm, dass sie mit den Kontrollversuchen übereinstimmende Werte ergibt. Man darf aber mit guter Annäherung diese Formel auf folgenden Ausdruck abkürzen:

$$M = 0,97 \cdot 10^{-3} \log \frac{d}{r} \text{ Henry pro km Schleife, (1)}$$

worin d den Abstand zwischen den Kabelachsen und r den Durchmesser des Leiters bedeuten.

Im Falle der Energieübertragung durch Drehstrom denkt man sich nun den Leiterstrom jeder Phase (i_A, i_B, i_C) derart in zwei Komponenten zerlegt, dass in bezug auf diese Komponenten zwei beliebige Leiter stets eine Stromschleife bilden. Dies kann erreicht werden, wenn man setzt:

$$\left. \begin{aligned} i_A &= i_1 \triangleq i_2 \\ i_B &= i_2 \triangleq i_3 \\ i_C &= i_3 \triangleq i_1 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

wobei i_1, i_2 und i_3 die erwähnten Stromkomponenten bedeuten. Durch diesen Kunstgriff wurde das ganze Problem auf die Beeinflussung von Stromschleifen reduziert, deren gegenseitige Induktivitätskoeffizienten sich nach (1) leicht berechnen lassen. Die im nachfolgenden angegebenen Formeln sind unter der Voraussetzung abgeleitet worden, dass die Entfernungen zwischen den Kabelachsen im Verhältnis zu den Kabeldimensionen gross seien und dass die Impedanz des mittleren Bleimantels gleich den Impedanzen jedes äusseren Bleimantels ist.

Unter diesen Umständen erhält man für die Bleimantelströme:

$$i_{MA} = \frac{\sqrt{3} \omega i}{2 Z} \left[\left(\frac{2 M_2}{3} - \frac{M_1}{6} \right) \cos \omega t - \frac{\sqrt{3}}{2} M_1 \sin \omega t \right] \quad (3)$$

¹⁾ Von T. N. Riley. Journal of the Institution of Electrical Engineers 1927, Seite 1006.