Vergleich der Belastungskurven von Heisswasserspeichern und Kochherden [Fortsetzung]

Autor(en): **Védère, Elie**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **55 (1964)**

Heft 22

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-916787

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Vergleich der Belastungskurven von Heisswasserspeichern und Kochherden

Bericht des Arbeitsausschusses für Vergleichsstudien des Unterkomitees der UNIPEDE für die Analyse von Belastungskurven,

von *Elie Védère,* Paris

(Fortsetzung aus Nr. 16, Seite 172)

Diese drei Typen treten bedeutend klarer zu Tage, wenn man die Kurvenwerte in Prozenten ihres Maximalwertes aufträgt.

Fig. 5

Heisswasserspeicher von über 50 l mit Tarif ohne Sperrung

Bereiche, in welche die Kurven mittlerer Belastung der verschiedenen Heisswasserspeichertypen fallen

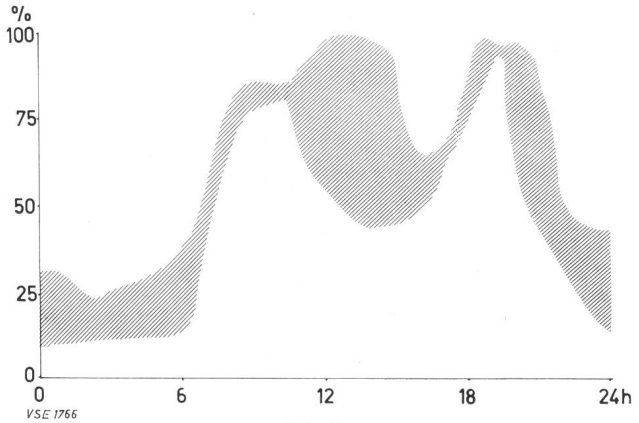


Fig. 5a
«England–Schweiz»

Wie schon erwähnt, wäre es im Augenblick übereilt, feststellen zu wollen, alle Belastungskurven der Heisswasserspeicher ohne zeitliche Beschränkung des Betriebs seien in einem bestimmten Lande gleich. Nichtsdestoweniger ist es bemerkenswert, dass die allgemeine Gestalt der hier behandelten Belastungskurven in einem bestimmten Lande dieselbe ist: dem liegt eine Erscheinung zugrunde, auf die wir später zurückkommen werden (siehe 1.17).

1.15 Die Kurventypen, die soeben angedeutet wurden, sind die folgenden (Fig. 5a, b, c):

— Typ «England-Schweiz», charakterisiert durch eine grosse Tagesbelastung mit zwei Tagesspitzen (Fig. 5a).

— Typ «Irland-Belgien», charakterisiert durch ein Überwiegen der Tagesbelastung, aber mit einer einzigen Tagesspitze vor 12 h (Fig. 5b).

— Typ «Frankreich», charakterisiert durch relativ schwache Tagesbelastung, aber mit einer ausgeprägten Spitze am Ende des Tages (ca. 21 Uhr) (Fig. 5c).

1.16 Es schien interessant, festzustellen, in welchem Masse die Eigenschaft «Speicherung» der Heisswasseraufbereiter diese Kurven beeinflussen kann.

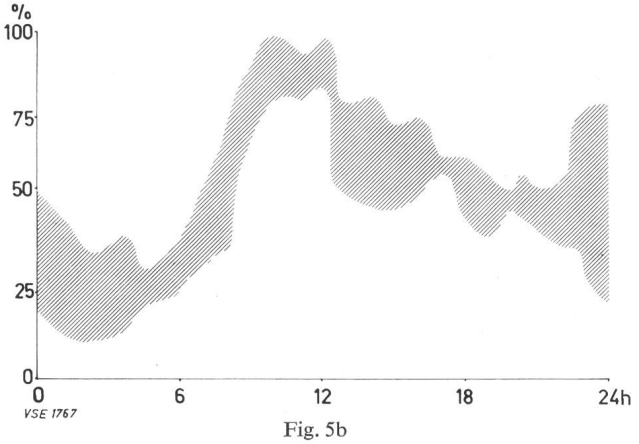


Fig. 5b
«Irland–Belgien»

1.161 Wenn man für jede von ihnen die mittlere spezifische Leistung der Heisswasserspeicher definiert (die spezifische Leistung ist das Verhältnis der Leistung des Heisswasserspeichers in Watt zum Fassungsvermögen in Litern) stellt man fest, dass die Kurven mit starkem Tagverbrauch jeweils hohen spezifischen Leistungen entsprechen. Infolgedessen sind hohe spezifische Leistungen in gewissem Sinne ein Mass für das Kennzeichen «Speicherung» der Heisswasserspeicher; man erkennt sie an einer mehr oder weniger grossen Aufheizzeit.

Es schien auch interessant, der in dieser Richtung fortschreitenden Untersuchung eine quantitative Form zu geben.

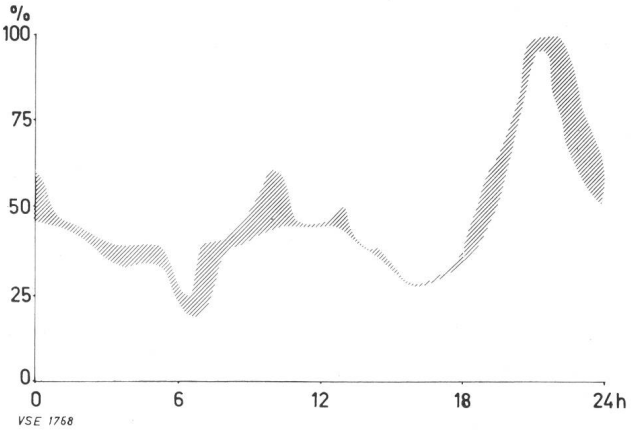


Fig. 5c
«Frankreich»

Um das ausführen zu können, war es nötig, die Belastungskurven — oder exakter — die Leistungen und das Verhältnis des Tagesverbrauches zum Nachtverbrauch zu «messen», und zwar mit Hilfe eines sogenannten «Formfaktors».

1.162 In diesem Sinne haben wir — natürlich sehr willkürlich — zwei Formfaktoren f_1 und f_2 definiert; dabei haben wir darauf geachtet, die Verschiebung des Tagverbrauches gegenüber dem der Nacht zu erfassen, was die Elektrizitätswerke besonders interessiert:

— f_1 wurde als Verhältnis der Leistungsmittel, die während des Tages und während der Nacht auftreten, festgelegt (als Grenzen gelten: 7 Uhr und 21 Uhr):

$$f_1 = \frac{\overline{P}_{Tag}}{\overline{P}_{Nacht}}$$

— f_2 wurde als das Verhältnis der maximalen Leistung während des Tages (zwischen 6 Uhr und 19 Uhr) und der minimalen zwischen 19 Uhr und 6 Uhr definiert:

$$f_2 = \frac{P_{max\ Tag}}{P_{min\ Nacht}}$$

Diese beiden Faktoren weisen zu einander eine gewisse Korrelation auf (Fig. 6); diese ist aber genügend klein, so dass sich eine getrennte Untersuchung für jeden einzelnen Faktor rechtfertigt.

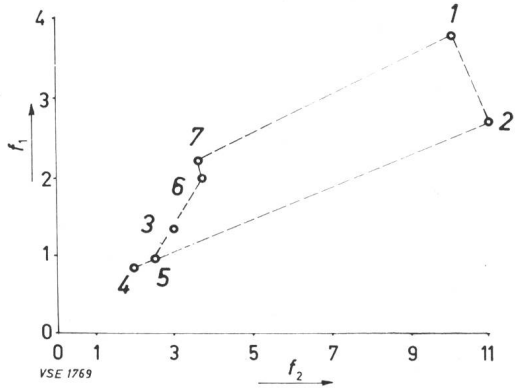


Fig. 6

Heisswasserspeicher von über 50 l mit Tarif ohne Sperrung

Korrelation zwischen den zwei Formfaktoren f_1 und f_2

$$f_1 = \frac{\overline{P}\ Tag}{\overline{P}\ Nacht} \qquad f_2 = \frac{P_{max}\ Tag}{P_{min}\ Nacht}$$

1.163 Die Resultate dieser Untersuchung, in der man für die Gruppe I A a die Korrelation zwischen den spezifischen Leistungen und f_1 einerseits, und den spezifischen Leistungen und f_2 anderseits studiert hat, sind aus den Figuren 7 und 8 ersichtlich.

Sowohl für f_1 als auch für f_2 besteht eine unbestreitbare Korrelation. Es sei zugegeben, dass die Anzahl Punkte zu gering ist; sie erlaubt nur, eine Tendenz festzustellen; aber aus dieser Tendenz ist trotzdem klar ersichtlich und man kann als gültig festhalten, dass die Formfaktoren f_1 und f_2 in der Grössenordnung von 1,2...2,8 und von 2,5...9 ansteigen, wenn sich die spezifische Leistung von 10 W/l auf 20 W/l verändert.

Drückt man das Resultat betreffend f_1 in kWh aus, so ergibt sich die folgende «Nacht-Tag»-Verteilung (während den oben erwähnten Zeiten, d. h. von 21...7 Uhr und von 7...21 Uhr):

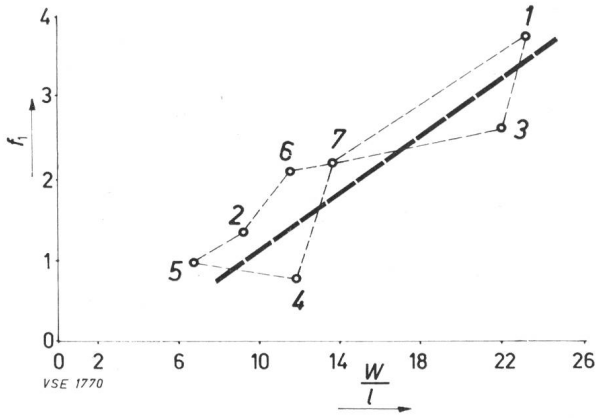


Fig. 7

Heisswasserspeicher mit über 50 l Fassungsvermögen mit Tarif ohne Sperrung

Korrelation zwischen der spezifischen Leistung W/l und dem Formfaktor f_1

42 % Nacht	58 % Tag	bei 10 W/l
20 % Nacht	80 % Tag	bei 20 W/l

Wir wollen noch betonen, dass es sich hier um Heisswasserspeicher grossen Fassungsvermögens handelt, die ohne zeitliche Einschränkung funktionieren. Für diese Apparate ist der Schluss zulässig, dass bei spezifischen Leistungen grösser als 20 W/l eine Verschiebung des Nachtverbrauches in Richtung Tagverbrauch auftritt. Man könnte sich nun fragen, ob die tägliche Gebrauchsdauer auch entsprechend verändert wird. Es zeigt sich, dass die Gebrauchsdauern aber in der gleichen Grössenordnung verbleiben — die Spitzen treten zwischen 11 Uhr und 16 Uhr auf — und dass sie nicht die mindeste Korrelation mit den spezifischen Leistungen aufweisen.

1.17 Um diese Untersuchung über die Heisswasserspeicher mit grosser Kapazität und mit freier Betriebsmöglichkeit abzuschliessen, müssen wir nochmals auf die relative Homogenität der Belastungskurven in jedem einzelnen Land zurückkommen (Fig. 5).

Es zeigt sich dort unserer Ansicht nach ein im wesentlichen soziales Phänomen, indem nämlich eine in ihren

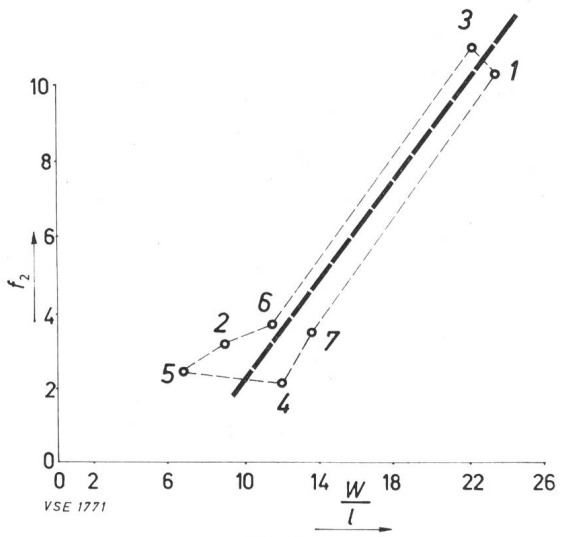


Fig. 8

Heisswasserspeicher mit über 50 l Fassungsvermögen mit Tarif ohne Sperrung

Korrelation zwischen der spezifischen Leistung W/l und dem Formfaktor f_2

Tabelle III

Land	Ort	Kurvennummer	Anzahl Apparate zu jeder Kurve	Mittleres Fassungsvermögen der Apparate [Liter]	Mittlere Anschlussleistung der Apparate [W]	Mittlerer täglicher Energieverbrauch (Werktag) [kWh]
Bundesrepublik Deutschland	[1])	1	160	80	1 000...4 000	3,9
Frankreich [2])	Paris	2	49	116	—	6

[1]) Diese Unterlagen sind der Zeitschrift «Elektrizität» vom 25. Oktober 1961 entnommen; sie enthalten keine Ortsangaben.
[2]) Mehrfachtarif für Nacht: 18... 7 Uhr und 11...14 Uhr
Spitze: 15...18 Uhr (Nur im Winter]
Tag

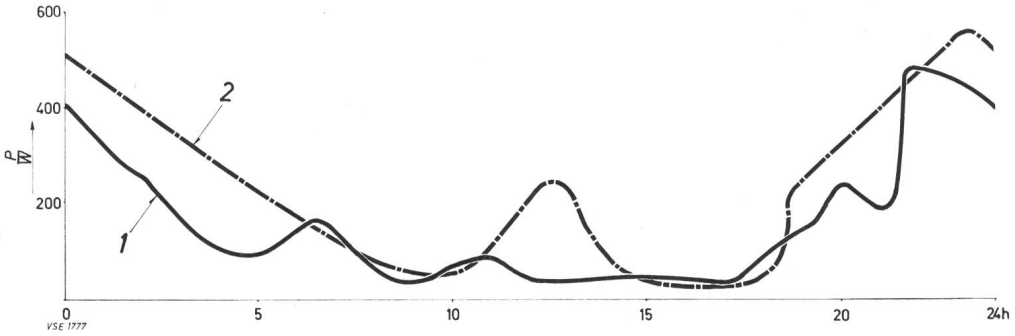


Fig. 9
Belastungskurven von Heisswasserspeichern mit einem Fassungsvermögen von über 50 l mit Tarif, der zu verschiedenen Stunden variiert.
(Untersuchte Gruppe I A b)

P: Leistung
1...2: Analytische Kurven

Gewohnheiten und in ihrem Betragen relativ homogene Gruppe von Abnehmern ganz bestimmten Verbrauchsgewohnheiten zuneigt.

Wie liesse sich ohne diese Annahme erklären, dass, ohne jeden tariflichen Zwang und bei fast gleichen Eigenschaften der Apparate, die belgischen Belastungskurven ihre Spitze am Morgen, die französischen aber ihre Maximalwerte am Abend erreichen?

1.18 Wir können also im wesentlichen bei diesen Heisswasserspeichern mit grossen Fassungsvermögen und zeitlich unbeschränktem Betrieb folgendes betonen:

— Die spezifischen Leistungen spielen bei diesen Überlegungen eine direkte und klar ersichtliche Rolle.
— Soziologische Prozesse mit Massencharakter bewirken die Affinität der Kurven in den einzelnen Ländern.

1.2 Lastkurven der Heisswasserspeicher mit Fassungsvermögen von mehr als 50 l, die einem Tarif unterworfen sind, der je nach Tageszeit variiert

(Tabelle III und zugehörige Fig. 9) (Gruppe 1 A b)

1.21 Die zur Verfügung stehenden Unterlagen sind hier sehr beschränkt, da die Tarife, bei denen der kWh-Preis im Laufe des Tages ändert (Mehrfachtarif), von den Elektrizitätswerken ziemlich selten verwendet werden (Siehe 1.03). Die zwei vorliegenden Kurven, die aus der Bundesrepublik Deutschland und Frankreich stammen, sind sehr verwandt, was ihnen eine gewisse Glaubwürdigkeit verleiht.

1.22 Eine dieser Kurven (Frankreich) zeigt eine Erhöhung der Tagesbelastung gegen Mittag; dies entspricht einem tieferen kWh-Preis während der Mittagsstunden. Die Spitze erreicht aber bei weitem nicht die Höhe der Nachfrage während der Nacht. Im übrigen ist sie auch weit davon entfernt, die Mittagsspitzen der Heisswasserspeicher, die nur während den Schwachlastzeiten (siehe unter 1.3) funktionieren, zu erreichen.

Wenn das Elektrizitätswerk dem Benützer von Heisswasserspeichern während des Tages den Betrieb erlauben will, so ist ein Tarif, der für verschiedene Tageszeiten verschiedene Preise vorsieht, einem Tarif, der den Betrieb nur während der Schwachlastzeiten gestattet, vorzuziehen.

Dieses Resultat überrascht nicht: In der Tat bedingt die letzte Tarifart notwendigerweise ein Bedienungssystem mit automatischer Einschaltung, das systematisch zu einer Spitze führt (ganz besonders im Augenblick der Mittagsschwachlastzeiten); demgegenüber ist bei dem Tarif mit Preisen, die während des Tages variieren, das Einschalten oft dem Abnehmer überlassen, der seinen Apparat nicht immer in Betrieb setzt: Die entsprechende Mittagsspitze wird dadurch vermindert.

1.23 Es ist ferner interessant, die Belastungskurven der Heisswasserspeicher zu vergleichen, die zu einem je nach Tageszeit variablen Tarif (Fig. 9) und mit einem Tarif ohne Sperrung funktionieren (Fig. 1): Sie haben natürlich gegensätzliche Eigenschaften.

1.24 Man kann sich schliesslich fragen, welchen Einfluss das Verhältnis der kWh-Preise bei Vollast zu den kWh-Preisen bei Schwachlast ausübt. Ein Einfluss dieser Art ist unbestritten; man hätte aber eine grosse Anzahl Kurven von der Art der hier behandelten heranziehen müssen, um gültige Schlussfolgerungen zu erhalten. Dieser Zusammenhang sollte noch untersucht werden.

1.3 Belastungskurven von Heisswasserspeichern mit einem Fassungsvermögen von über 50 l und einem Tarif, der nur den Betrieb in Schwachlastzeiten vorsieht

(Tabelle IV und zugehörige Fig. 10;
Tabelle V und zugehörige Fig. 11) (Gruppen 1 A c_1, 1 A c_2)

1.31 Obwohl weniger verbreitet als der Tarif ohne Sperrung, ist der Tarif mit Betrieb der Heisswasserspeicher in Schwachlastzeiten doch sehr häufig; in gewissen Ländern bildet er sogar die hauptsächliche tarifliche Grundlage für die Heisswasserspeicher.

Wir haben 11 Kurven aufgeführt, die aus den folgenden 5 Ländern stammen: England, Österreich, Belgien, Holland, Schweiz.

Tabelle IV

Land	Ort	Kurvennummer	Anzahl Apparate zu jeder Kurve	Mittleres Fassungsvermögen [Liter]	Mittlere Anschlussleistung der Apparate [W]	Mittlerer täglicher Energieverbrauch (Werktag) [kWh]
England	Wolverhampton	1	—	135	3 000	6
Belgien	Anvers Anvers	2 3	4 200 5 300	65 (total für beide Kurven)	1 060 1 690	3,9 4,2
Belgien	Niel	4	18	72	1 850	1,75
Holland	Den Haag	5	94	61,8	757	3,4
Schweiz	Trafostation Horw	6	1 723	87	1 170	7,2

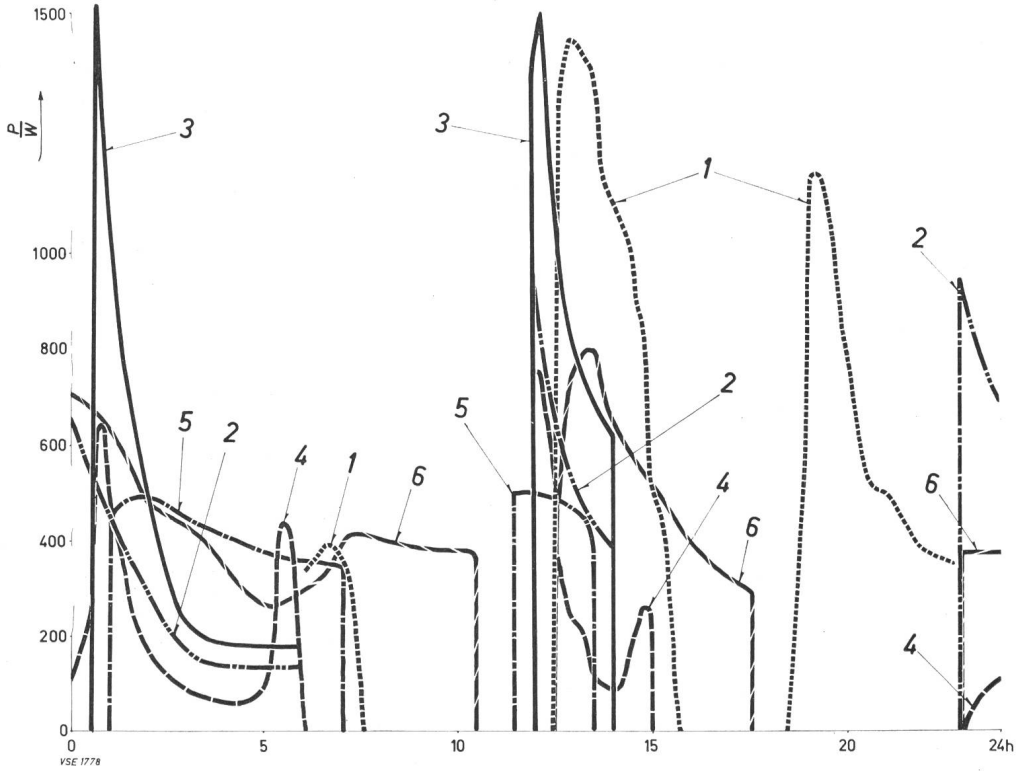


Fig. 10
Belastungskurven von Heisswasserspeichern mit einem Fassungsvermögen von über 50 l mit Tarif für Schwachlastzeiten allein, mit Mittagsschwachlast. (Untersuchte Gruppe I Ac_1)

P: Leistung
1...6: Analysierte Kurven

1.32 Auf den ersten Blick erscheint eine Gegenüberstellung dieser Kurven nicht von grossem praktischen Nutzen zu sein, da sie je nach Tarif und Steuermechanismus verschieden aussehen. Erfolgt die Steuerung über Rundsteueranlagen, so kann die Einschaltleistung, deren Auswirkungen man bei den Heisswasserspeichern immer noch fürchten muss, herabgesetzt werden. Gerade dieser Einschaltleistung — sei es diejenige am Mittag (wenn es auch mittags Schwachlastzeiten gibt) oder sei es jene zu Beginn der Nachtbelastung — haben wir unsere besondere Aufmerksamkeit zugewendet. Es zeigt sich rasch, dass die Einschaltspitzen mit der Aufheizgeschwindigkeit der Apparate, d. h. mit einem uns schon bekannten Parameter der spezifischen Leistung, anwachsen.

1.33 Bei Kurven, deren Schwachlastzeiten sich auch über die Mittagsstunden erstrecken, was noch relativ häufig ist, da uns sechs Belastungsverläufe dieser Art zur Verfügung stehen (Tabelle IV und Fig. 10), haben wir die Korrelation zwischen der spezifischen Leistung und dem Verhältnis $\frac{P_m}{P_n}$ untersucht.

Dabei ist P_m die mittlere Leistung während den Mittagsschwachlastzeiten und P_n die mittlere Leistung während den Schwachlastzeiten in der Nacht. Die Ergebnisse sind in Fig. 12a dargestellt. Man erkennt daraus ganz deutlich, dass trotz der relativ kleinen Anzahl Punkte dieses Verhältnis sich ungefähr verdoppelt, wenn die spezifischen Leistungen in gleicher Proportion ansteigen. Bezüglich der Tagesspitze lässt sich die gleiche Erscheinung auch durch die Untersuchung der täglichen Gebrauchsdauer der Spitzenbelastung (in Stunden ausgedrückt) feststellen (Fig. 12b): Sie ist nämlich sehr viel höher für kleine spezifische Leistungen.

Im übrigen ist es, wie schon gesagt, bemerkenswert, dass die während den *Tagesstunden* nachgefragten Leistungen relativ hoch sind im Verhältnis zu denen der Nacht; dies ist das Gegenteil dessen, was sich bei den Apparaten ereignet, die einem Mehrfachtarif bei Schwachlastzeiten während der Mittagsstunden unterworfen sind (eine der Kurven in Fig. 9).

1.34 Das Auftreten einer Spitze beim Einschalten am Abend scheint auch an die spezifischen Leistungen gebunden zu sein.

Diese Erscheinung ist aber bedeutend weniger ausgeprägt als die vorhergehende. Vorläufig werden Schwierigkeiten, die sich daraus ergeben könnten, dank der sukzessiven Einschaltung leicht verhindert.

Die hauptsächliche Schlussfolgerung aus dieser Art von Kurven ist also, dass die Mittagsspitze, wenn sie auftritt, stark durch die spezifische Leistung beeinflusst wird.

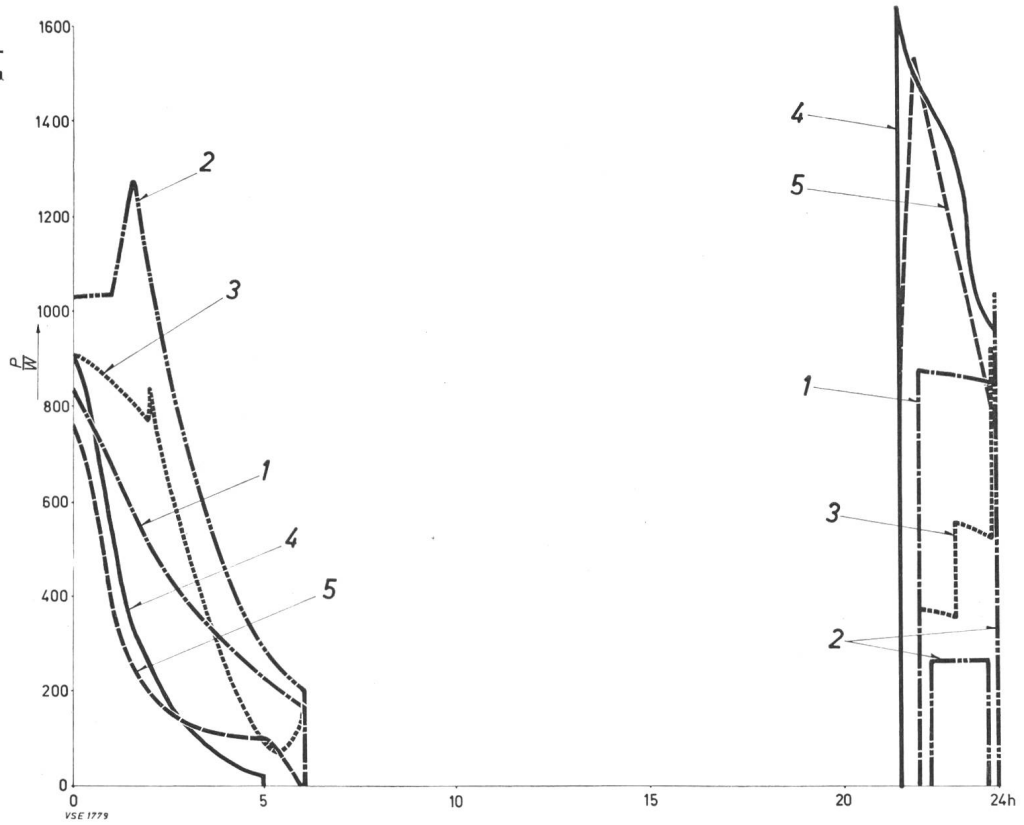
Tabelle V

Land	Ort	Kurvennummer	Anzahl Apparate zu jeder Kurve	Mittleres Fassungsvermögen [Liter]	Mittlere Anschlussleistung der Apparate [W]	Mittlerer täglicher Energieverbrauch (Werktag) [kWh]
Österreich	Klagenfurt	1 2	6 500 { 3 600 2 900	— —	1 300 (in 8 Std.) 1 500 (in 6 Std.)	3,6 4,5
	Salzburg	3	23 832	93	1 425	3,8
Schweiz	Freiburg i/Ue	4	86	120	1 500	4,05
	Freiburg i/Ue	5	45	125	1 645	4,7

Fig. 11

Belastungskurven von Heisswasserspeichern mit Tarif für Schwachlastzeiten allein, ohne Mittagsschwachlast. (Untersuchte Gruppe I Ac_2)

P: Leistung
1...5: Analysierte Kurven



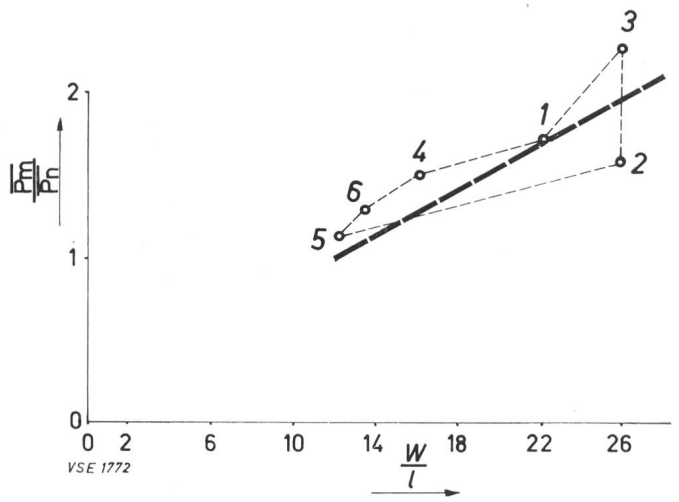


Fig. 12a

Heisswasserspeicher mit grossem Fassungsvermögen mit Tarif für Schwachlastzeit allein, mit Mittagsschwachlast

Korrelation zwischen der spezifischen Anschlussleistung W/l und dem Verhältnis $\frac{P_m}{P_n}$ (Mittlere Leistungen während des Tages und während der Nacht.) Die Ziffern in Fig. 12a entsprechen den Kurven der Fig. 10.

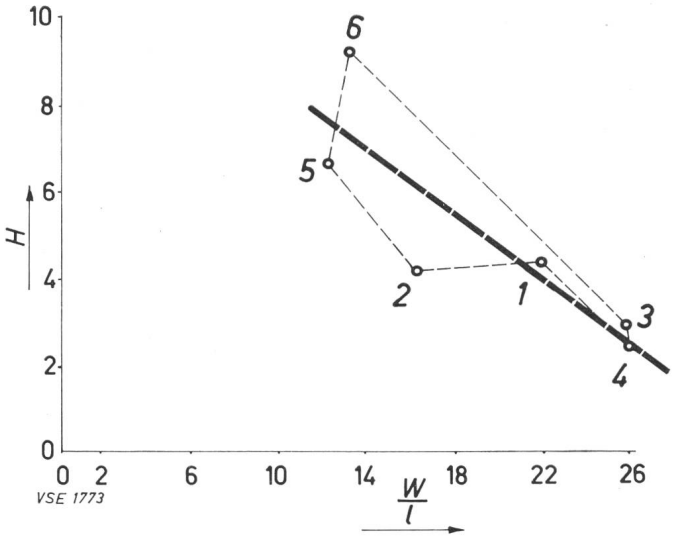


Fig. 12b

Heisswasserspeicher mit grossem Fassungsvermögen mit Tarif für Schwachlastzeit, mit Mittagsschwachlast

Korrelation zwischen der spezifischen Anschlussleistung W/l und der täglichen Gebrauchsdauer H der Mittagsspitze. (Die Ziffern in Fig. 12b entsprechen den Kurven in Figur 10.)

Tabelle VI

Land	Ort	Kurvennummer	Anzahl Apparate zu jeder Kurve	Mittleres Fassungsvermögen der Apparate [Liter]	Mittlere Anschlussleistung der Apparate [W]	Mittlerer täglicher Energieverbrauch [kWh]
Bundesrepublik Deutschland	[1])	1 2	130 200	10 und 15 5	1 200 2 000	1,85 1,1
	Freisbach Belheim	3 4	76 78	5 6,5	2 000 2 000	1,67 1,67
Frankreich	Paris	5	90	25	408	2,28

[1]) Diese Unterlagen sind der Zeitschrift «Elektrizität» vom 25. Oktober 1961 entnommen; sie enthalten keine Ortsangaben.

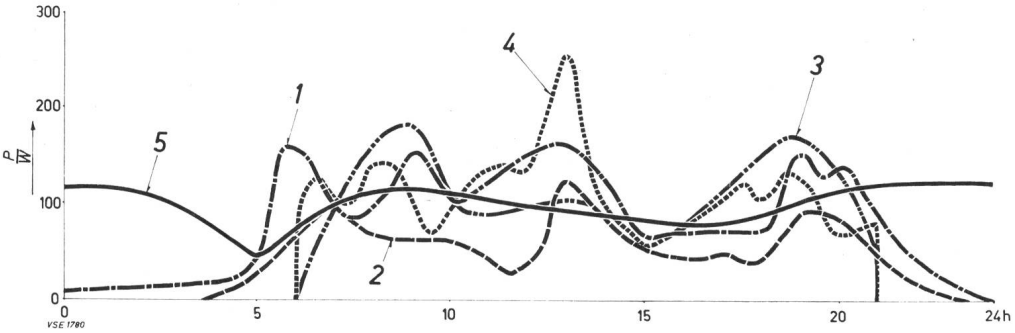


Fig. 13
Heisswasserspeicher mit einem Fassungsvermögen unter 50 l. (Untersuchte Gruppe I B)
P: Leistung
1...5: Analysierte Kurven

1.4 Belastungskurven von Heiswasserspeichern mit einem Fassungsvermögen unter 50 l (Tabelle VI und zugehörige Kurven Fig. 13) (Gruppe I B)

1.41 Wie schon bemerkt, funktioniert der grösste Teil dieser Apparate in allen Ländern mit Tarifen, die keine Sperrung kennen; eine einzige Ausnahme konnten wir aus Holland erfahren: Sie betrifft Geräte, deren Fassungsvermögen ziemlich nahe an der oberen Grenze dieser Kategorie ist (34 1).

Im allgemeinen sind die Warmwasserbereiter mit kleinem Fassungsvermögen in der Tat Küchengeräte, oder sie sind an den für alle Haushaltgeräte gemeinsamen Stromkreis angeschlossen.

Die Warmwasserbereiter von kleinem Fassungsvermögen sind im übrigen Geräte mit «beschleunigter Aufheizung», d. h. mit einer Aufheizzeit von weniger als fünf Stunden. Das heisst aber, dass ihr Einsatz eine bedeutende Tagesbelastung zur Folge hat, die natürlich (wie oben gesehen) im Verhältnis zur Nachtbelastung um so schwerer wiegt, als die Aufheizzeit kürzer ist, oder — was auf dasselbe herauskommt — als der spezifische Anschlusswert höher ist.

1.42 Diese verhältnismässig einleuchtenden Gesichtspunkte scheinen eine vertiefte Untersuchung nicht zu rechtfertigen.

Das Vorhandensein kleiner Warmwasserbereiter mit den Eigenschaften von Speichergeräten (im Gegensatz zu den Durchlauferhitzern besitzen sie einen wärmeisolierten Vorrat an Warmwasser) und hohe spezifische Anschlussleistungen (sie können bei Apparaten von 10 l 1000 W/l erreichen oder übersteigen), führt uns dazu, näher zu prüfen, was aus der Belastungskurve unter diesen Umständen wird.

Wir betonen zum vorneherein, dass es sich hier (wie in dieser ganzen Untersuchung) um die Belastungskurven einer grossen Zahl von Abonnenten handelt, so dass die Gleichzeitigkeit vollständig zur Auswirkung kommen kann. Die nachstehenden Ergebnisse lassen infolgedessen das Problem der Gleichzeitigkeit für eine kleine Gruppe von Abnehmern, die solche Apparate benutzen, offen; dieses Problem ist aber für die Dimensionierung der letzten Leitungsabschnitte des Verteilnetzes (Steigleitungen, Einzelabzweigungen) von grosser Wichtigkeit.

1.43 Die Zahl der Belastungskurven, die eine Untersuchung dieser Frage erlaubt haben, ist sehr klein. (Tabelle VI):

— Eine Belastungskurve, die einer kleinen spezifischen Anschlussleistung von 16 W/l entspricht (Frankreich).
— Vier Belastungskurven mit hohen spezifischen Anschlussleistungen, die von 300 bis 1000 W/l gehen können (Bundesrepublik Deutschland).

Bei 16 W/l befindet sich die Belastungskurve praktisch während der Nacht und während des Tages auf einem konstanten Niveau von ca. 100 W.

Bei sehr hohen Anschlussleistungen fällt die Belastungskurve während der Nacht auf Null und erreicht während des Tages Werte zwischen 120 und 200 W.

1.44 Die Schwankungen der Kurven während des Tages sind sehr verschiedenartig; es lassen sich aber dennoch die folgenden wichtigen Feststellungen machen:

a) Alle Belastungskurven weisen eine Einbuchtung im Laufe des Nachmittags auf; diese Lastabsenkung ist für Kurven mit hoher spezifischer Anschlussleistung viel besser ersichtlich.
b) Die Spitzen in der Tagesnachfrage treten gegen 9 Uhr am Morgen, gegen 18 bis 20 Uhr am Abend und manchmal am Mittag auf: sie sind bedeutend grösser, wenn die spezifischen Anschlussleistungen hoch sind.

1.45 Aus allem Gesagten ergeben sich für die Elektrizitätswerke zwei Folgerungen, die unseres Erachtens besonders interessant erscheinen:

a. Die sehr starke Erhöhung der spezifischen Anschlussleistungen ist die Ursache für das Verschwinden des Verbrauches während der Nacht; sie führt aber, da sie um kaum 50 % die relativ konstante Belastung der Apparate mit schwacher Anschlussleistung übersteigt, zu keinen hohen Belastungsspitzen.

b. Die Erhöhung der Anschlussleistungen ist aber der Grund für die Nachfrageverminderung am Nachmittag zwischen 17 und 18 Uhr, also in einem Zeitraum, die die Belastungsspitze des Netzes enthalten kann.

Die kleinen Warmwasserbereiter mit hoher spezifischer Anschlussleistung stellen infolgedessen für den Energieverteiler ein Risiko dar, wenn die Belastungsspitze des Netzes am Morgen auftritt; dieses Risiko ist aber relativ gering und es steht in keinem Verhältnis zum Anwachsen der Anschlussleistungen der Apparate.

Wenn aber die Spitze des Netzes am Abend zwischen 17 und 18 Uhr auftritt, so können die Apparate mit grossen spezifischen Anschlussleistungen im Gegenteil eine Leistung beanspruchen, die im Mittel geringer ist, als die der Apparate mit kleiner Anschlussleistung.

Es ist aber doch wahrscheinlich, dass die Gebrauchsdauer des Spitzenbelastungsanteils der Warmwasserbereiter mit kleiner Anschlussleistung infolge des nächtlichen Verbrauches immer grösser bleiben wird, als diejenige der Apparate mit grossem Anschlusswert.

2. Belastungskurven der Kochherde

2.00 Im Gegensatz zu den Warmwasserbereitern muss man hier nicht zwischen den verschiedenen Apparatetypen unterscheiden. Die Kochherde mit Speicherung, die vor einigen Jahrzehnten sehr zaghaft und in beschränktem Umfange auf dem Markt erschienen waren, sind heute total verschwunden.

2.01 Man hat heute natürlich verschiedenartige Kochapparate: vom Rechaud mit einer Kochplatte bis zum Herd mit vier Platten, Backofen und Grill, gibt es alles.

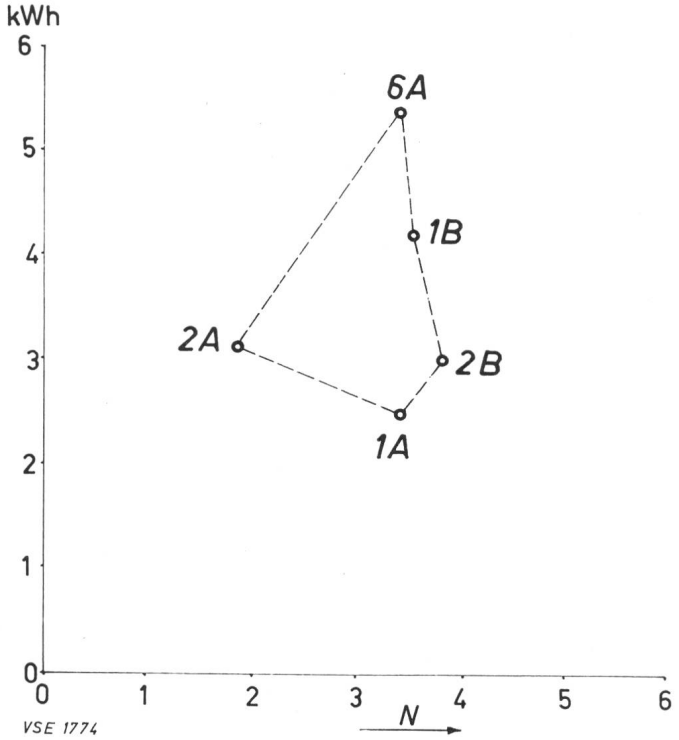


Fig. 14
Kochherde
Korrelation zwischen der Anzahl Personen pro Haushalt (N) und dem mittleren täglichen Energieverbrauch (kWh). Untersuchung über die Mittelwerte der verschiedenen Abonnentengruppen

Praktisch stellt aber der Grossteil der Kochherde, die man in bestimmten geographischen Gegenden und Versorgungsgebieten findet, *im Mittel* sehr gut vergleichbare Grundgesamtheiten dar.

Die gesammelten Belastungskurven beziehen sich nur auf Gesamtheiten von Kochherden, deren mittlere charakteristische Werte sehr nahe beieinanderliegen.

2.02 Es scheint, dass unter diesen Umständen die Zahl der Personen in einem Haushalt als wesentlicher Parameter eine Rolle spiele. Die Variationsbreite dieses Parameters ist aber praktisch nicht sehr gross: er schwankt bei den fünf Kurven, für die man uns diese Grösse mitgeteilt hat, zwischen 1,85 und 3,8; die Untersuchung über einen Zusammenhang mit dem mittleren täglichen Verbrauch ergab praktisch keine Korrelation (Fig. 14).

Diese würde sich zeigen, wie es schon bei andern Korrelationen festgestellt wurde, wenn die Untersuchung Abonnent für Abonnent innerhalb jeder Gruppe, über die eine Belastungskurve erstellt wurde, durchgeführt werden könte: das ist aber nicht das Ziel dieser Studie.

Wir gelangen also zum Schluss, dass in unserer über Gesamtheiten von Abonnenten ausgeführten Analyse die Anzahl Personen pro Haushalt nicht in Betracht gezogen werden kann.

2.03 Nach diesen Beobachtungen zeigte es sich, dass die ausschlaggebenden Einflussgrössen bei den Belastungskurven für elektrische Kochherde sozialen Charakter haben.

Als Gruppeneinteilung der Kochherd-Belastungskurven nach der Umgebung haben wir wie folgt unterschieden:

— Elektrische Kochherde in Stadtgebieten
— Elektrische Kochherde in Landgebieten

Es haben sich ferner auch bestimmte Ähnlichkeiten zwischen den Kurven des gleichen Landes ergeben; in Stadtgebieten bemerkt man ferner auch zwei sehr unterschiedliche Kurvenformen: die einen mit einer Spitze am Mittag, die anderen mit der Spitze am Abend.

Wir legen deshalb unsere Untersuchung in drei verschiedenen Teilen vor:

A Kochherde in städtischem Gebiet, klassischer Typ
B Kochherde in städtischem Gebiet, nordischer Typ
C Kochherde in ländlicher Zone

2.1 Belastungskurven von Kochherden in städtischem Gebiet, klassischer Typ

(Tabelle VII und zugehörige Fig. 15) (Gruppe II A)

2.11 Wir haben in dieser Zusammenstellung die Belastungskurven einer Küche in städtischer Umgebung angeführt, die eine Belastungsspitze am Mittag aufweist. Es sind sechs Kurven, die aus folgenden Ländern stammen: Belgien, Frankreich, Irland, Wales.

2.12 Diese Kurven entsprechen täglichen Verbrauchsmengen, die zwischen 2,2 und 5,4 kWh liegen, während die am Mittag beanspruchte Maximalleistung zwischen 0,35 kW und 0,98 kW schwankt.

Um diese Belastungsspitzen untersuchen zu können, schien es uns angezeigt, sie auf gleiche tägliche Verbrauchsmengen zu beziehen: d. h. wir betrachteten nicht mehr die Belastungsspitzen, sondern ihre täglichen Gebrauchsdauern.

2.13 Nun erhielten wir (Fig. 16) eine relativ schwache Korrelation; sie lässt aber doch eine Tendenz zwischen der

Tabelle VII

Land	Ort	Kurven-nummer	Anzahl Apparate zu jeder Kurve	Mittlere Anschlussleistung der Apparate [kW]	Beanspruchte Maximalleistung [W]	Mittlerer täglicher Verbrauch [kWh]	Anzahl Personen pro Haushalt
Belgien	Gebiet um Malmedy	1	23	8,1	11 h 45 : 980	2,5	3,4
Frankreich	Paris	2	170	3,85	13 h : 353	3,175	1,85
	[1])	3	1 484	3,11	12 h : 666	3,8	—
	[2])	4	223	6,1	12 h : 520	2,2	—
Irland	Vorstädte von Dublin	5	169	6	12 h 45 : 900	4,5	—
Wales	Cardiff	6	240	6	12 h : 750	5,4	3,4

[1]) Zusammenfassung dreier homogener Stichproben aus folgenden Orten: Dijon, Cachan, Issy-les-Moulineaux
[2]) Zusammenfassung von vier homogenen Stichproben aus folgenden Orten: Rischeim, Mansle

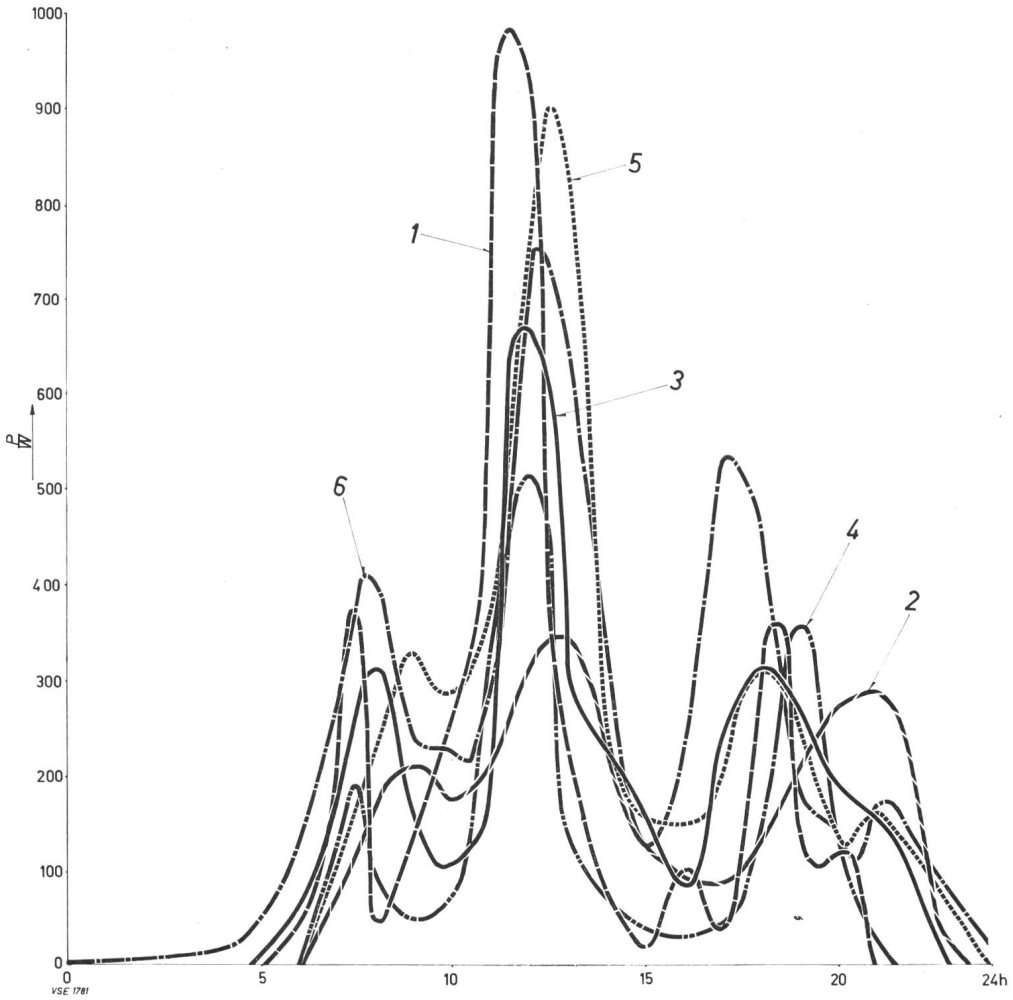


Fig. 15
Elektrische Kochherde, städtisches Gebiet, klassischer Typ. (Untersuchte Gruppe II A)
P: Leistung
1...6: Analysierte Kurven

Gebrauchsdauer der Spitze und der mittleren Anschlussleistung der Apparate erkennen.

Mit andern Worten: Je grösser die mittlere Anschlussleistung der elektrischen Herde ist, um so stärker wird die Spitze durch die Beziehung zur mittleren beanspruchten Leistung beeinflusst.

Um eine Grössenordnung festzuhalten, lässt sich für diese Art von Kurven sagen, dass die tägliche Gebrauchsdauer der Mittagsleistungsspitze durch 1,5 zu teilen ist, wenn man den Abonnenten zweimal stärkere elektrische Herde zur Verfügung stellt (oder auch, dass bei gleichem täglichen Verbrauch die Leistungsspitze mit 1,5 zu multiplizieren ist).

2.14 Bei diesen Kurven kann auch eine den verschiedenen Lebensgewohnheiten in den verschiedenen Ländern entsprechende Verschiebung der Abendspitze festgestellt werden (das ist besonders für Paris ausgeprägt). Aber diese Feststellung ist nur im Sinne einer Beschreibung interessant.

2.2 Belastungskurven von Herden in städtischem Gebiet, nordischer Typ (Tabelle VIII und zugehörige Fig. 17) (Gruppe IIB)

2.21 Die Bezeichnung «nordisch», die wir für diese Gruppe eingeführt haben, bedeutet nicht, dass dieser Kurventyp überall in den nordischen Ländern angetroffen würde und dass er anderswo nicht vorkomme.

Wir haben nur festgestellt, dass die in dieser Gruppe erfassten Länder sich ausschliesslich im Norden und Nord-Osten von Europa befinden, wie Finnland, Polen und Schweden.

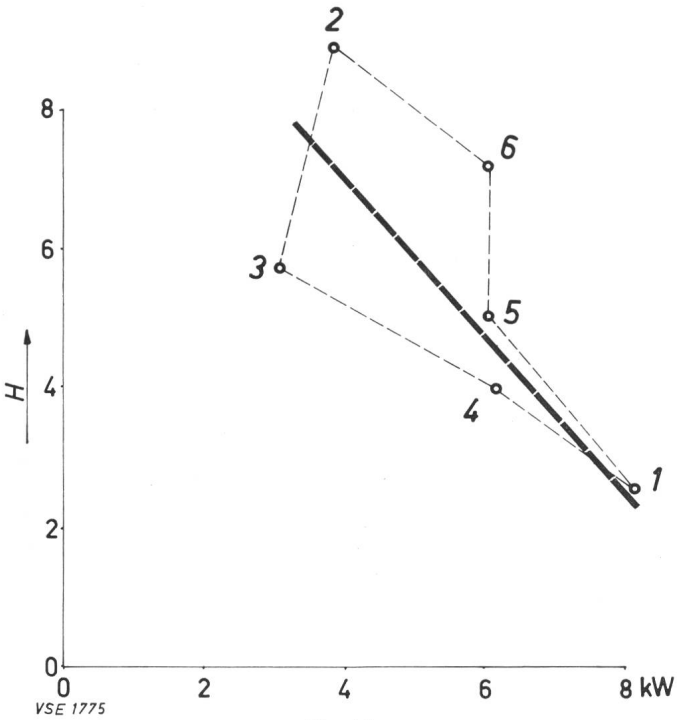


Fig. 16

Kochherde in städtischem Gebiet, klassischer Typ

Korrelation zwischen der Gebrauchsdauer der Spitze (*H*) und der mittleren Leistung der Apparate (kW). (Die Ziffern der Fig. 16 entsprechen den Kurven der Fig. 15)

2.22 Die Belastungskurven der Kochherde sind durch eine Spitze nach 15 Uhr gekennzeichnet; gleichzeitig zeigt sich eine noch viel ausgesprochenere Verschiebung der Spitze als beim Typ II A: Dies ist auf das Fehlen oder auf die geringe Bedeutung der zu Hause eingenommenen Mittagsmahlzeit zurückzuführen.

2.23 Es scheint also, dass bei diesen Kurven nur die Lebensgewohnheiten betrachtet werden müssen. Wenn die Analyse aber in Bezug auf die mittleren Anschlussleistungen hätte durchgeführt werden können, so hätte man mit grosser Wahrscheinlichkeit (vielleicht in geringerem Ausmass) die gleiche Korrelation wie für die Kurven des klassischen Typs festgestellt.

Wenn wir sagen «in geringerem Ausmass», so deshalb, weil die vorliegenden Absolutwerte dieser Spitzen im Vergleich zu den Mittagsspitzen, die in der als klassisch bezeichneten Gruppe erreicht wurden, viel kleiner sind (200 bis 400 W).

Dieses Ergebnis ist durchaus normal, da die Mittagsspitze in dem Lande, in dem sie auftritt, immer durch eine Mahlzeit verursacht ist, die zu einem bestimmten Zeitpunkt zwischen den Arbeitshalbtagen eingenommen wird; die Abendspitze ist nicht durch solche Umstände verursacht.

2.24 Auf alle Fälle geht aus dem Gesagten hervor, dass die elektrischen Kochherde für die Energieverteiler in den Ländern, in denen sich die Kurven nach dem nordischen Typ entwickeln, eine weniger grosse Belastung darstellen.

2.3 Belastungskurven in ländlichem Gebiet

Tabelle IX und zugehörige Fig. 18) (Gruppe II C)

Die Methode für die Untersuchung der Belastungskurven erschwert die Bestimmung solcher Kurven in ländlichen Gebieten [1]).

[1]) Vergleiche die Methode im Bericht VIII A (Beilage D) des Kongresses der UNIPEDE 1958.

Tabelle VIII

Land	Ort	Kurvennummer	Anzahl Apparate zu jeder Kurve	Mittlere Anschlussleistung der Apparate [kW]	Beanspruchte Maximalleistung [W]	Mittlerer täglicher Verbrauch [kWh]	Anzahl Personen pro Haushalt
Finnland	Helsinki	1	31 100	5,2	17 h : 490	4,2	3,5
Polen	Warschau	2	365	1,97	15 h 30 oder 20 h 45 : 260	2,97	3,84
Schweden	Stockholm	3	2 200	—	17 h : 330	1,9	—
	Göteborg	4	—	—	17 h : 420	3,05	—
	Hälsingborg	5	—	—	16 h : 202	1,8	—

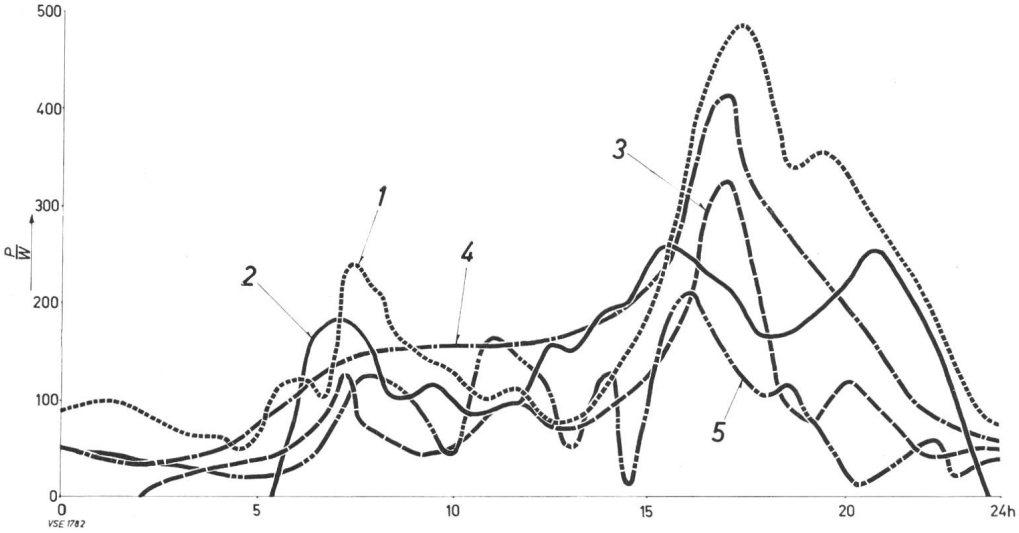


Fig. 17

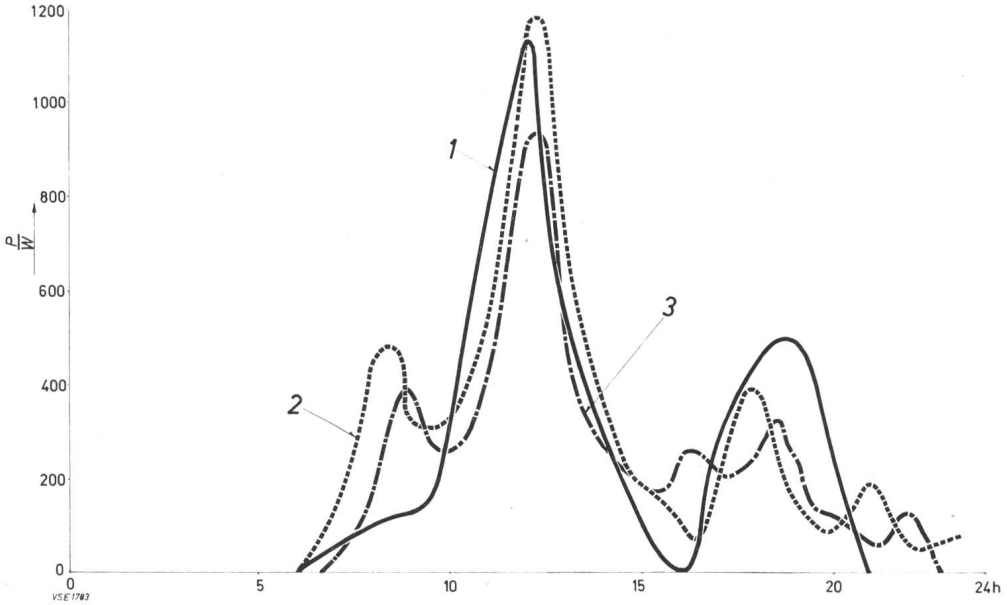
Elektrische Kochherde, städtisches Gebiet, nordischer Typ. (Untersuchte Gruppe II B)

P: Leistung
1...5: Analysierte Kurven

Tabelle IX

Land	Ort	Kurvennummer	Anzahl Apparate zu jeder Kurve	Mittlere Anschlussleistung der Apparate [kW]	Beanspruchte Maximalleistung [W]	Mittlerer täglicher Verbrauch [kWh]	Anzahl Personen pro Haushalt
Frankreich	Perpignan	1	22	4,7	12 h : 1 140	4,525	—
Irland	Mitchelstown	2	85	6	12 h 15 : 1 175	5	—
	Mullingar	3	63	6	12 h 15 : 950	4,2	—

Fig. 18
Elektrische Kochherde, ländliches Gebiet. (Untersuchte Gruppe II C)
P: Leistung
1...3: Analysierte Kurven



Die Zahl der von uns in dieser Gruppe bearbeiteten Belastungskurven ist infolgedessen sehr beschränkt.

Es stehen aus Frankreich, Irland und der Schweiz zur Verfügung.

Die drei aufgeführten Kurven liegen auffallend nahe beisammen.

Dies scheint den Schluss zuzulassen, dass die Lebensgewohnheiten in den ländlichen Gebieten der verschiedenen Länder weniger unterschiedlich sind als in städtischen Gebieten; obwohl man diese Folgerung leicht versteht, führt sie uns doch auf Bestimmungsgründe, auf die der Energieverteiler keinerlei Einfluss hat.

3. Allgemeine Schlussfolgerungen

Die Gegenüberstellung der Belastungskurven verschiedener Länder, so beschränkt sie auch sei, hat es doch erlaubt, den Einfluss des Parameters «Leistung» sowohl für die Heisswasserspeicher als für die Kochherde relativ genau (und fast quantitativ) zu bestimmen. Es ist dies der einzige Parameter, von dem man — neben den sozialen Einflüssen und den örtlichen Lebensgewohnheiten — charakteristische Aussagen erwarten konnte.

Wir fassen diese wie folgt zusammen:

1. Bei Heisswasserspeichern mit grossem Fassungsvermögen führt eine wesentliche Erhöhung der spezifischen Anschlussleistung zu merklich höheren Belastungsspitzen während des Tages oder zu grossen Verschiebungen des Nachtverbrauchs auf den Tag.

2. Bei kleinen Heisswasserspeichern beschränkt die starke Erhöhung der spezifischen Anschlussleistung (die man in einigen Ländern häufig antrifft) den Verbrauch auf die Tagesstunden; wenn die Gesetze der Gleichzeitigkeit ganz zur Auswirkung kommen (d. h. bei einer grossen Zahl von Abonnenten) beeinflusst sie aber die beanspruchte Maximalleistung kaum.

3. Bei den Kochherden führt das Anwachsen der Apparateleistungen zu einer fast proportionalen Erhöhung der Spitze, wenn diese Spitze um die Mittagszeit herum auftritt.

Nicht alle diese Feststellungen sind ohne weiteres einleuchtend; selbst wenn es so wäre, war es doch besser, sie durch Messungen zu erhärten, was das eigentliche Ziel dieser Untersuchung war. Man darf nicht vergessen, dass man dabei in ein Gebiet vorgedrungen ist, das noch nie erforscht wurde. *D : Gr*