**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

**Band:** 25 (1934)

**Heft:** 26

Artikel: Tarifgestaltung auf Grund einer Selbstkostenberechnung

Autor: Howald, W.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-1056593

## Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

## **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

## Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF: 25.11.2025** 

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

# Tarifgestaltung auf Grund einer Selbstkostenberechnung.

Von W. Howald, Winterthur.

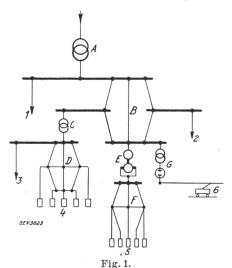
621.317.8

Selbstkosten der elektrischen Energie, Tarifbildung und Absatzentwicklung stehen zueinander in einem engen Verhältnis. Sie müssen bis in die Einzelheiten bekannt sein, wenn ein Werk seinen Umsatz vergrössern und die Belastung verbessern will. Es dürfte daher interessant sein, die Grundzüge der praktischen Tarifgestaltung und das Wesen der verschiedenen Tarifformen zu einem Beispiel zu entwickeln, dessen Kostenstellung und Absatzverhältnisse genau untersucht sind.

Le prix de revient de l'énergie, la tarification et le développement de la vente d'énergie sont entre eux dans un rapport très étroit. Si une centrale veut augmenter ses débouchés et améliorer sa charge, elle doit connaître ces facteurs jusque dans leurs plus petits détails. Il sera donc intéressant d'étudier les principes d'une tarification pratique et le caractère des différentes formes de tarifs à l'aide d'un exemple pour lequel les prix de revient et les débouchés sont exactement connus.

## Einleitung.

Für ein grösseres Werk, das sein Versorgungsgebiet nach dem in Fig. 1 dargestellten Schema beliefert, wurden die Kosten der Energie durch eine

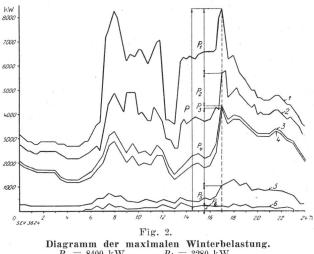


Versorgungsschema.

A	Haupt-Transformatorenstation	1	Abnehmer	ab	$\mathcal{A}$
B	3000 V-Netz	. 2	>>	>>	B
C	Netz-Transformatorenstation	3	>>	" >>	C
D	Normalspannungsnetz	4	»	>>	D
E	Umformerstation				
F	Gleichstromnetz	5	>>	>>	F
G	Strassenbahnumformer	6	»	>>	G

eingehende Rechnung ermittelt 1). Dabei erwies sich eine Aufteilung derselben in einen «leistungsabhängigen» und einen «arbeitsabhängigen» Anteil als zweckmässig. Zur besseren Uebersicht der Be-

Unter Berücksichtigung der Verluste, welche zwischen der Meßstelle des Werkes in der Haupttransformatorenstation A und den Zählern der Bezüger entstehen, ergeben sich die in Tabelle I zusammengestellten Kosten, in welchen der zu erzielende Reingewinn ebenfalls eingerechnet ist. Dieser Gewinn muss entweder so angesetzt sein, dass außer den nötigen Abschreibungen und Rück-



 $P_3 = \frac{1500 \text{ kW}}{70 \text{ kW}}$   $\frac{P_4 = 200 \text{ kW}}{1-6 \text{ Abnehmergruppen}}$  lagen auch eine Verzinsung und sichere Rendite

lagen auch eine Verzinsung und sichere Rendite des Unternehmers gewährleistet ist, oder aber, wenn es sich um Abgaben an die öffentliche Hand handelt (z. B. bei Gemeindewerken), wird meistens

Zusammenstellung der Absatzverhältnisse und Energiekosten.

Tabelle I.

Abnehmer- Gruppe	Leistungs- Anspruch kW	ach Absatz in		Arbeitskosten einschl. Verluste in Rp./kWh	Gewinnanteil Rp./kWh	Mittlerer Energieprei Rp./kWh	
	IL II	TO K II	11./14.44	Ttp://k tt li	Itp./it tt ii	101/11/11	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1 2 3 4 5 6	2700 1300 70 3280 850 200	9,3 12,5 0,235 8,7 1,7 0,615	58.70 103.60 137.80 240. — 414.— 243.—	1,7 1,08 4,1 9,04 20,7 7,9	$\begin{array}{c} 2,91 + 0^{\circ}/_{0} = 2,91 \\ 2,91 + 2^{\circ}/_{0} = 2,97 \\ 2,91 + 4^{\circ}/_{0} = 3,03 \\ 2,91 + 8^{\circ}/_{0} = 3,14 \\ 2,91 + 28^{\circ}/_{0} = 3,72 \\ 2,91 + 10^{\circ}/_{0} = 3,2 \end{array}$	0,3 0,94 1,5 5,31 	4,91 4,99 8,63 17,49 29,73 11,10

zugsverhältnisse ist in Fig. 2 auch das der Kostenberechnung zugrunde gelegte Belastungsdiagramm des Werkes wiedergegeben.

durch den Fiskus aus Gründen, die ausserhalb der Einflußshäre des Werkes liegen, ein minimal zu erreichender Betrag als Norm festgesetzt.

Die Verteilung der hierzu nötigen Aufwendungen kann z. B. so erfolgen, dass jede kWh, gleich-

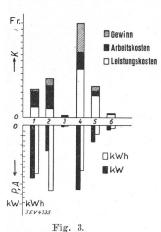
<sup>1)</sup> Die Ermittlung der für den Verkaufspreis elektrischer Energie massgebenden Kosten. Bull. SEV 1934, Nr. 5.

gültig wofür sie verwendet wird, mit dem gleichen Betrag belastet wird. Diese Methode hat den Nachteil, dass Grossbezüger gleich behandelt werden wie die kleinen Bezüger. Die im Handel sonst übliche Preissenkung für vergrösserten Umsatz tritt dabei nicht ein. Eine andere Methode geht davon aus, die zu verkaufende Energie so mit der Abgabe zu belasten, dass alle Bezüger die Energie zu Preisen erhalten, die sie zahlen können und die nach Bezugsart und Verwendungszweck so abgestuft sind, dass zum Mehrverbrauch angeregt wird. Dieses Prinzip der Wertschätzung führt in seiner extremen Auswirkung zu einer grossen Mannigfaltigkeit von Preisen, da die Energie für jeden Bezüger verschiedenen Wert hat. Als praktische Regel wird sich in den meisten Fällen eine Mischung der beiden Methoden ergeben.

# 1. Grundlagen und allgemeine Gesichtspunkte.

Für das in Betracht gezogene Werk sei mit einem Gewinnbetrag von 700 000 Fr. gerechnet. Die hierfür nötigen Gewinnzuschläge sind für die einzelnen Bezügergruppen so angesetzt, dass für die grossen und grössten Bezüger ein Energiepreis entsteht, der die Verwendung der elektrischen Energie zu allen benötigten Zwecken zulässt und vor allem die Aufstellung oder Inbetriebnahme eigener Energieerzeugungsanlagen verhindert.

Für kleinere Bezüger und besonders für gewisse Zwecke der Haushaltenergie kann ohne weiteres mit einem grösseren Zuschlag gerechnet werden, da diese für die Annehmlichkeit des elektrischen



Absatzverhältnisse der verschiedenen Abnehmergruppen. K Energiekosten.

A Energierosten.

P Beanspruchte
Leistung.

A Energieabgabe.

1—6 Abnehmergruppen.

Die Strassenbahn, als unter der gleichen Verwaltung stehend, ist mit keiner Gewinnbelastung

Betriebes gerne einen hö-

heren Betrag auslegen. Es

kommt daher hier neben

dem Prinzip der Kosten-

gleichheit mit anderen

Energieträgern das Prin-

durch den Kunden zur

Anwendung. Dieser Zu-

schlag hindert, wie später

gezeigt wird, die Abgabe

von billiger Energie (zum

Kochen, zur Heisswasser-

bereitung) in keinerWeise,

wobei diese immer noch

über dem Selbstkosten-

preis verrechnet werden

zip der

Wertschätzung

versehen, da dies einer blossen Kostenverschiebung entsprechen würde.

kann.

In Fig. 3 sind die anteiligen Kosten, der Gewinnzuschlag, sowie Energieverbrauch und Leistungsanspruch am Werksmaximum aufgetragen. Es ist daraus neben der starken Kostenzunahme im Leistungsteil auch der relativ grössere Gewinn in der Niederspannungsanlage ersichtlich. Beide sind durch die zunehmende Veredelung der Energie bedingt.

Es kommt ferner darin auch die Lageabhängigkeit zum Ausdruck, d. h. der Einfluss des Leistungsanspruches am Maximum und die Ausnützung bezogen auf diesen Leistungsanspruch.

Auf Grund dieser Erkenntnisse sind nun die Tarife festzulegen. Sie sollen möglichst folgenden Bedingungen genügen:

- Bei gleicher Qualität der bezogenen Energie soll der grössere Bezüger billigere Preise geniessen.
- 2. Kann der Bezug vom Abnehmer so reguliert werden, dass für das Werk eine Kurvenverbesserung eintritt (Auffüllen der Belastungstäler), so soll eine weitere Vergünstigung gewährt werden.
- 3. Bessere Ausnützung der beanspruchten Leistung soll billigere Preise zur Folge haben.

Der Tarifaufbau soll somit den Bezüger zu einem Mehrverbrauch bei möglichst guter Ausnützung seiner Leistung veranlassen. Bezüge ausserhalb der Hauptbelastungszeit, speziell der Verbrauch von Nacht- und Saisonenergie, sind besonders zu fördern.

#### 2. Tarifarten.

Wie aus Fig. 3 hervorgeht, weichen die Bezugsverhältnisse der einzelnen Bezügergruppen stark voneinander ab. Die Hochspannungsbezüger der Gruppen 1 und 2 bilden eine ähnlich geartete Kategorie, während Gruppe 3 schon eher zu den Niederspannungsbezügern in Gruppen 4 und 5 überleitet, bei denen der Leistungsanteil der Kosten erheblich überwiegt. In entsprechender Weise werden sich daher auch die Tarife gestalten.

Für die Festlegung der vom Bezüger zu bezahlenden Entschädigung für den Energiebezug kann man folgende Methoden unterscheiden:

- 1. Tarife, beruhend auf der Leistungsbeanspruchung (kW);
- 2. Tarife, beruhend auf dem Energiebezug (kWh);
- 3. Tarife, beruhend auf der Leistungsbeanspruchung und dem Energiebezug (kW und kWh).

Zu den Tarifen der ersten Art gehören die Pauschaltarife. Sie sind im Interesse von Werk und Bezüger nur da anzuwenden, wo der Verbrauch genau bestimmt werden kann, z. B. für einzelne Lampen-, Reklame- und Strassenbeleuchtung, Anleuchtung, Treppenhausbeleuchtung und Kleinstverbraucher, wie Klingeltransformatoren, Uhren usw.

Der Einheitspreis pro angeschlossenes kW kann entweder konstant sein oder für grössere Bezüge stufenweise kleiner werden.

Für den ersten Fall lautet die Tarifgleichung:

$$K = a \cdot P \tag{1}$$

K =Energiekosten

a = Einheitspreis der abonnierten Leistung

P = abonnierte Leistung

und für den zweiten Fall:

$$K = a_1 (P - P_2 - P_3 - ..) + a_2 (P - P_1 - P_3 - ...) + ..$$
 (2)

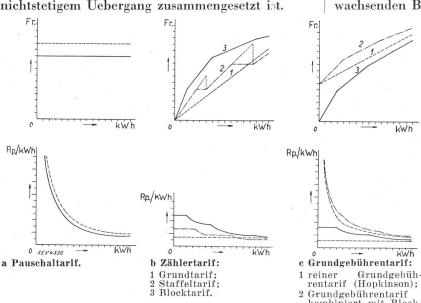
worin

$$a_1 > a_2 > a_3 > \dots$$

Der kWh-Preis für die Gleichung (1) ergibt sich dann

$$k = \frac{a \cdot P}{A} \tag{3}$$

und lässt sich als Hyperbel darstellen. A bedeutet dabei die abgegebene Arbeit in kWh (Fig. 4a). Für die Tarifform nach Gleichung (2) ergibt sich eine Kurve, die aus Teilen von Hyperbeln mit nichtstetigem Uebergang zusammengesetzt ist.



Staffeltarif:

Fig. 4. Prinzipdarstellung der Tarifformen: Oben: Gesamtposten der bezogenen Energie; unten: Einheitspreise.

Die Zählertarife sind Tarifformen der zweiten Art. Hier wird die verbrauchte Arbeit gemessen und taxiert. Der Einheitspreis ist entweder durchgehend gleich (Einfachtarif) oder variiert je nach der Tageszeit (Doppel- und Mehrfachtarife). Um das Prinzip der Umsatzvergünstigung anwenden zu können, kann statt der Grundform mit vom Bezug unabhängigem Einheitspreis dieser je nach dem Bezug wechseln (Staffeltarif) oder stufenweise für jeden Mehrbezug gesenkt werden (Blocktarif). Es ist somit:

$$K = b \cdot A$$
 (4) Grundform oder

$$K_1 = b_1 \cdot A_1$$
 $K_2 = b_2 \cdot A_2$  (5) Staffeltarif usw.

wo  $b_1 > b_2$  für  $A_1 < A_2$ .

Es kann hierbei  $K_1 \geq K_2$  werden, wenn ein Bezüger die höhere Staffel gerade erreicht hat und damit in den Genuss des tieferen Einheitspreises kommt. Der Tarif wird daher so angewendet, dass eine gewisse kWh-Zahl, welche an der obern Grenze einer Staffel liegt, zu einem konstanten Preis abgegeben wird. Die Grösse dieser Anzahl wird begrenzt durch die Anzahl kWh, welche mit dem nächstliegenden kleinern Einheitspreis multipliziert den gleichen Rechnungsbetrag ergibt.

Die Form des Blocktarifes umgeht diese Schwierigkeit, indem der niedrigere Einheitspreis immer nur auf den höheren Bezugsblock angewendet wird.

Es wird somit

Grundgebührentarif

3 Blocktarif basiert auf Benützungsdauer (Wrighttarif).

kombiniert mit Block

$$K = b_1 \cdot A_1 + b_2 \cdot A_2 + \dots$$
 (6) Blocktarif

Der Einheitspreis für den Gesamtbezug ist für wachsenden Bezug stets abnehmend und daher für

> die Absatzwerbung vorteilhafter als der Staffeltarif.

> Die graphische Darstellung der drei Tarifformen gibt Fig. 4b.

> Als kombinierte Tarife, welche die Beanspruchung an kW und den Bezug von kWh erfassen, sind in erster Linie die Grundgebührentarife zu nennen. Ihre einfachste Gleichung lautet:

$$K = a \cdot P + b \cdot A \tag{7}$$

und der Preis pro kWh wird bestimmt zu:

$$k = \frac{a \cdot P + b \cdot A}{A}$$
$$= b + \frac{a \cdot P}{A} \tag{8}$$

entsprechend einer Hyperbel mit verschobener Abszissenachse. Als Kombination der kW- und kWh-

Tarife können die einzelnen Glieder mit allen ihren Abarten versehen sein. Häufig findet man für den Arbeitspreis einen Blocktarif oder einen Tarif mit Gewährung eines steigenden Umsatzrabattes.

Eine weitere Abart ist der Dreigliedtarif mit einer festen, pro Bezüger zu erhebenden Kundengebühr, welche die Kosten für die Einzüger- und Rechnungsstellungsarbeit decken soll. Diese Kosten fallen einerseits nur bei den Haushalt- und kleineren Gewerbebezügern ins Gewicht und können anderseits auch in der Kostenberechnung bei der Verteilung der Unkosten berücksichtigt werden, so dass hier von einer näheren Besprechung dieses Tarifes Umgang genommen werden kann.

Oft wird auch der Wright-Tarif zu den Grundgebührentarifen gezählt, obschon er seinem Aussehen nach eher als Blocktarif angesprochen werden könnte. Bei dieser Tarifform wird die Grösse des Blockes von der Gebrauchsstundenzahl, somit vom Leistungsanspruch des Abonnenten, abhängig gemacht.

Es wird z. B. verlangt: eine Gebühr von

- b, Rp./kWh für die ersten x Gebrauchsstunden
- b<sub>2</sub> Rp./kWh für die zweiten y Gebrauchstunden
- b<sub>3</sub> Rp./kWh für die weitern Gebrauchsstunden. Hieraus ergibt sich:

$$K = b_1 \cdot P \cdot x + b_2 \cdot P \cdot y + b_3 \{A - P(x + y)\}$$
  
=  $(b_1 \cdot x + b_2 \cdot y) P + b_3 [A - (x + y)P]$  (9)

Die Form dieser Gleichung entspricht derjenigen des reinen Grundgebührentarifes.

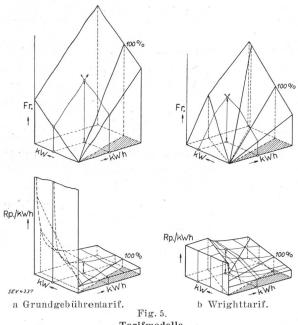
Der Einheitspreis beträgt:

$$k = \frac{P[x(b_1-1) + y(b_2-1)]}{A} + b_3 \quad (10)$$

und entspricht ebenfalls der Form des Grundgebührentarifes.

Fig. 4c zeigt die graphische Darstellung.

Da die Grundgebührentarife eine Darstellung der Funktion zweier Veränderlicher verlangen, so liegt es nahe, auf die dreidimensionale Darstellung überzugehen. Man gelangt somit zum Tarifmodell. In Fig. 5a ist der reine Grundgebührentarif und in Fig. 5b der Wright-Tarif dargestellt. Der über



Tarifmodelle.

Oben: Gesamtkosten der bezogenen Energie;
Unten: Einheitspreise.

der schraffierten Grundfläche liegende Teil des Modelles bezeichnet eine Abgabe, welche über 100 % Ausnützung liegen würde und fällt somit für das praktische Beispiel weg.

Auf diese Weise lassen sich sämtliche Tarifformen räumlich darstellen <sup>2</sup>).

#### 3. Die Tarife der Hochspannungsbezüger.

Aus den vorhergehenden Betrachtungen über Energiekosten und Tarifform ergibt sich ohne weiteres, dass für die Bezüger von Energie aus dem Hochspannungsnetz der Grundgebührentarif in irgendeiner Form zur Anwendung zu kommen hat.

a) In Gruppe 1 befinden sich drei Abnehmer, welche, mit 2700 kW Anspruch am Maximum des Werkes, eine zur Verrechnung gelangende Leistung von 3002 kW aufweisen. Der Gleichzeitigkeitsfaktor beträgt also 90 %. Auf Grund der in Tabelle I zusammengestellten Kosten errechnet sich somit die Grundgebühr zu Fr.  $58.70 \times 0.9 = Fr. \frac{52.80}{kW}$  bei einer Arbeitsgebühr von  $3.21 \ Rp./kWh$ .

Die Anwendung dieser Ansätze für den Tarif wäre möglich; sie verstösst aber gegen die Forderung der Verbilligung für Mehrverbrauch und für Verbrauch ausserhalb der Hauptbelastungszeit (Nachtenergieabgabe).

Wenn von der abgegebenen Energie 49 % im Winter, 51 % im Sommer und je ca. 15 % hiervon in der Nacht verbraucht werden, so lassen sich folgende Tarife anwenden:

genue raine	anwenden.			
1. Reiner Grund	dgebührentarif:			Fr./kW
Grundgebühr				52.80
			I	Rp./kWh
Arbeitsgebühr	: Wintertagesenergie			3.5
	Winternachtenergie			2,9
	Sommertagesenergie			3,1
	Sommernachtenergie			2,5
				.,
2. Grundgebühre	entarif mit Umsatzrabatt:			Fr./kW
Grundgebühr				52.80
			F	Rp./kWh
Arheitsgehühr	: Wintertagesenergie			3,8
211 Deltogebuilt	Winternachtenergie			3,0
	Sommertagesenergie			3,5
**	Sommernachtenergie			2,85
Umsatzrabatt				0 %
	500 000—1 000 000			
	1 000 000—3 000 000	) kWh	$_{1} = 5$	-15 %
	Maximaler	Rabatt	=	15 %
3 Crundachiihr	entarif mit blockweiser A	nh oite	anhiihu	
J. Granageounre	еншні ти отоскшетser A	roeus	geounr	
				Fr./kW
Grundgebühr				52.80
		kW	/h J	Rp./kWh

. Granageounren	unij mii biockweiser.	Arvensgeo	unr.
			Fr./kW
Grundgebühr			52.80
		kWh	Rp./kWh
Arbeitsgebühr:	Wintertagesenergie	45 000	7,45
	weitere	105 000	6
		150 000	5
		300 000	4
		3 260 000	3,25
	Winternachtenergie	675 000	2,9
	Sommertagesenergie	45 000	6
	weitere	105 000	. 5
		150 000	4
		300 000	3,3
		3 510 000	2,95
	Sommernachtenergie	655 000	2,53

Die Auswertung dieser Tarife ergibt für die in Frage stehenden Bezüger die in Tabelle II zusam-

Mittlere Energiepreise der Gruppe 1.

Tabelle II.

Be-	Energiel	ezug	Lei- stungs-	Mittl. Energiepreise				
züger	kWh	kW	Anteil	Tarif 1 Rp./kWh	Tarif 2 Rp./kWh	Tarif 3 Rp./kWh		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		
$\mathbf{A}$	600 000	250	2,2	5,37	5,69	6,08		
$\mathbf{B}$	2300000	832	1,91	5,11	5,30	5,20		
C	6400000	1920	1,58	4,83	4,7	4,71		

<sup>2)</sup> Siehe auch Arnold/Eisenmenger, Die Stromtarife der Elektrizitätswerke.

mengestellten mittleren kWh-Preise. Die relativ hohe Benützungsdauer erklärt sich aus der zugestandenen Leistungstolerierung für die Nichtbenützung der bei den Bezügern installierten thermischen Eigenleistung.

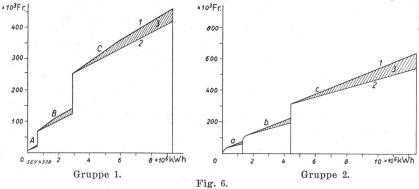
Aus dieser Aufstellung zeigt sich, dass bei Tarif 1 der grösste Abonnent, C, zu viel zahlt, während B zu wenig belastet ist. Tarif 2 dürfte am ehesten entsprechen; bei Tarif 3 nimmt der Energiepreis von A einen Wert an, der den Betrieb von Eigenerzeugungsanlagen unter gewissen Umständen fördern könnte.

b) In Gruppe 2 werden 12 500 000 kWh mit einem Leistungsanspruch von 1300 kW zur Zeit des Werkmaximums und einer verrechneten Leistung von 2185 kW abgegeben. Hiervon werden 110 000 kWh mit ca. 40 kW Anspruch am Maximum an Gewerbe und Grosswohnungen zu einem reduzierten Detailpreis abgegeben. Der Gleichzeitigkeitsfaktor der Gruppe berechnet sich somit zu

$$\frac{1300 - 40}{2185} \cdot 100 = x \%$$

und beträgt 57,6 %, wodurch sich die Grundgebühr zu Fr.  $103.60 \cdot 0.576 = Fr. 59.70 \text{ kW bestimmt.}$ 

Die weitere Betrachtung der Bezügerverhältnisse zeigt, dass eine Einteilung der Bezüger in drei ver-



Einnahmen aus der Energieabgabe aus dem Hochspannungsnetz.

- Einnahmen aus Energieabgabe; Selbstkosten der Energie;
- 2 Selbsiko. 3 Gewinn. Abo
- -C Abonnenten. Wrighttarif; b Grundgebührentarif, reduziert; c Grundgebührentarif.

schiedene Kategorien nach Tabelle III möglich ist, für die verschiedene Tarife aufgestellt werden können.

Bezugsverhältnisse der Gruppe 2.

Tabelle III.

An- zahl	Mittlerer Bezug in					
züger	kWh	kW	kWh	kW		
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
8	$500\ 000 - 1\ 500\ 000$	100 - 400	7 350 000	1510		
12	$100\ 000 - 500\ 000$	40 - 100	3 080 000	440		
15	10 000 - 100 000	10- 40	970 000	345		
	zahl züger (2) 8 12	zahl Mittlerer Bezu züger kWh  (2) (3)  8 500 000 - 1 500 000  12 100 000 - 500 000	zahl         Mittlerer Bezug in           züger         kWh         kW           (2)         (3)         (4)           8         500 000 - 1 500 000         100 - 400           12         100 000 - 500 000         40 - 100	zahl         Mittlerer Bezug in         Energ           züger         kWh         kW         kWh           (2)         (3)         (4)         (5)           8         500 000 - 1 500 000         100 - 400         7 350 000           12         100 000 - 500 000         40 - 100         3 080 000		

Für die grösseren Bezüger wird sich wieder ein Grundgebührentarif mit Umsatzrabatt als günstig erweisen. Auch eine Form mit reduzierter Grundgebühr für die grösseren Bezüger kann von Vorteil sein. Diese Reduktion muss aber mit einer Ausnützungsklausel verbunden sein, um zu vermeiden, dass der Bezüger mit einer kurzzeitigen Leistungserhöhung seinen Energiepreis verbessern kann.

Für die Kategorie der mittleren Bezüger wird ein Tarif mit einer kleineren Grundgebühr, bei dem die dadurch nicht gedeckten Leistungskosten mit einer höheren Arbeitsgebühr in den ersten Blöcken nachgeholt werden, gute Resultate ergeben, da hier die Abnahme ziemlich ausgeglichen ist. Es werden z. B. verrechnet:

Grundgebühr			 	Fr./kW 40.—
1.0				Rp./kWh
Arbeitsgebühr:	1.	Block	 	8
	2.	Block	 	5
- 3		IISW.		

Für die Kategorie der kleinsten Bezüger kommt mit Vorteil der Wright-Tarif in Frage, welcher in folgender Form aufgestellt werden kann:

	Sommer	Winter
		Rp./kWh
Erste 150 Gebrauchsstunden der abonnie		
ten Leistung im Quartal	. 10	12,5
Weitere 150 Gebrauchsstunden der abonnie	r-	
ten Leistung im Quartal	. 6	6,5
Uebrige Gebrauchsstunden der abonnierte	n	
Leistung im Quartal	. 2,5	4,3

Es kann auch hier, um den Mehrverbrauch zu begünstigen, für die grösseren Bezüger ein Rabatt gewährt werden.

c) Für Gruppe 3 gelten die gleichen Ueberlegungen, so dass es sich erübrigt, näher darauf einzutreten.

In Fig. 6 ist der Verlauf der Energiekosten und der Einnahmen für die Bezüger von Hochspannungsenergie dargestellt, wenn Tarife entsprechend den vorstehen-Ausführungen angewendet werden.

## 4. Die Tarife der Niederspannungsbezüger.

Aus Tabelle I ergibt sich der Preis pro kWh am Sekundärnetz zu 17,49 Rp. und am Gleichstromnetz zu 29,73 Rp. Daraus könnte geschlossen werden, dass für die beiden Netze verschiedene Tarife in Anwendung gebracht werden müssen, oder wenigstens im Gleichstromnetz keine billige Haushaltenergie abzugeben sei. Eine solche Massnahme wirkt aber anschluss- und verbrauchshemmend und ist auch aus wohnpolitischen Gründen nicht durchführbar. Einzig für die Beleuchtung und Motorenenergieabgabe werde als Entgelt für die Störungsreserve in Form einer grossen Batterie ein Zuschlag von 5 Rp./kWh erhoben.

In den beiden Netzen sind somit folgende Einnahmen zu erzielen:

der

Sekundärnetz 8 700 000 kWh zu 17,49 Rp. = Fr. 1 531 630.— Gleichstrom 1 700 000 kWh zu 29,73 Rp. = Fr. 505 410.—

Total = Fr. 2 027 040.

oder 19,5 Rp./kWh, wovon der arbeitsabhängige Teil mit 3.24 Rp./kWh in Rechnung zu setzen ist. Die Untersuchung der Absatzverhältnisse ergibt für die beiden Netze die Tabelle IV.

Absatzverhältnisse der Niederspannungsbezüger. Tabelle IV.

Tarif	Abgabe	An- schluß-	daner	ungs- in h	Belastungs- wert		
	kWh	wert	des An- schluß- wertes	effek- tiv	kW	0/0	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Licht				080			
ET+HT	2 750 000	7 600	362	700	3940	72,4	
Licht NT.	600 000	(800)	75	1350	445	8,2	
Kraft	1 100 000	7 900	139	1800	610	11,1	
Wärme HT	2 350 000	15 600	151	5200	452	8,3	
Wärme NT	3 600 000	2 100	1710		_	_	
	10 400 000	33 200	314	-	5447	100	
	1.00	75 11 -	1 1 1 X 1 X 1 X 1	S SA 11/35		1 . 10	

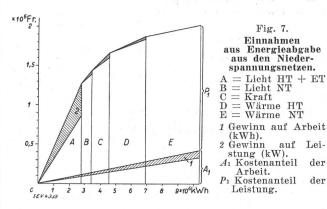
Der Tarif soll nun versuchsweise so angesetzt werden, dass sämtliche Energiequalitäten mit dem gleichen Arbeitsanteil belastet sind, während die restlichen Einnahmen durch den Leistungsanteil aufzubringen sind. Dieser Arbeitsanteil muss somit so niedrig sein, dass er auch die Warmwasserbereitung ermöglicht; er soll aber den vom Werk seinem eigenen Energielieferanten zu bezahlenden Arbeitspreis einschliesslich Verluste decken. Dieser wurde zu 3,24 Rp./kWh ermittelt; somit kann als Arbeitsgebühr 4 Rp./kWh festgesetzt werden. Dadurch wird von den aus Gruppe 4 und 5 nötigen Einnahmen im Betrage von Fr. 2 027 040.— die Summe von Fr. 416 000.— eingebracht, während der Rest von Fr. 1611040.— als Leistungsanteil durch die Beleuchtungs-, Motoren- und Wärme-tagesenergie zu decken ist. Wird die in Tabelle III (Kolonne 5) angegebene, aus den Absatzverhältnissen bekannte effektive Benutzungsdauer der Maximalleistung der einzelnen Energiearten zur Ermittlung des Belastungswertes in Kolonne 6 verwendet, so zeigt sich, dass die massgebende Abendspitze von 4130 kWh (Fig. 2) offensichtlich zum grössten Teil durch den Beleuchtungsenergiebezug verursacht wird und dieser somit mit den anteiligen Leistungskosten zu belasten wäre. Da der Netzausbau aber gleichzeitig auch zur Abgabe der andern Energiequalitäten ausreichen muss, sind auch diese zur Tragung eines Kostenanteiles heranzuziehen. Wird diese Kostenverteilung entsprechend dem prozentuellen Verhältnis des Belastungswertes (Kolonne 7) vorgenommen, so ergeben sich die in Tabelle V zusammengestellten Energiepreise, die mittleren Verhältnissen durchaus entsprechen.

Die Tarifbildung ist auf Grund dieser Ergebnisse einfach, indem z. B. die Werte der Kolonne 6 ohne weiteres als Tarifpreise verwendet werden könnten. Die hiermit erreichten Einnahmen sind in Fig.

Energiepreise in den Niederspannungsnetzen.

Tarif	Bela- stungs- wert	Leistungsan	Leistungsanteil		
	0/0	Fr.	Rp./kWh	Rp./kWh	Rp./kWh
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Beleuchtung				111	15.5
ET + HT	72,4	1 145 200.—	40,8	4,0	45,0
Beleuchtung NT.	8,2	129 320.—	21,2	4,0	25,0
" GlStr.	_	25 000.—	_		50,0
Motoren	11,1	176 000.—	15,8	4,0	20,0
" Gl.·Str	_	3 920.	-	_	25,0
Wärme HT	8,3	131 600.—	5,1	4,0	9,0
" NT	-	_		4,0	4,0
			9.0		1 11

7 graphisch dargestellt. Im Interesse der Absatzwerbung ist aber vorteilhafter, auch hier eine Dif-



ferenzierung vorzunehmen und die Tarife verschieden zu gestalten, je nachdem es sich um gewerbliche oder Haushalt-Bezüger handelt.

#### 5. Tarife für Gewerbezwecke.

Auch für diese Tarife gelten sinngemäss die Ausführungen über Zweck und Ausbau der Tarife bei den Hochspannungsbezügern. Es sollen daher im nachstehenden die Grundlagen für die Gestaltung eines Grundgebühren- und eines Wright-Tarifes untersucht werden.

Für Bezüger mit geringer Leistung wird der Tarif auf die Grösse des Anschlusses (z. B. Motorschildangabe) bezogen. Für grössere Bezüger kommt der Einbau eines Maximumanzeigers in Frage. Die Bestimmung der Grundgebühr stösst allerdings auf einige Schwierigkeiten; rechnet man z. B. mit dem Anschlusswert von 7900 kW, so berechnet sie sich zu Fr 22.30 pro kW und Jahr. Für die mittlere Benützungsdauer von 151 Stunden ergibt sich daraus der gewünschte Energiepreis von 20 Rp./kWh. Berechnet man dagegen die Grundgebühr aus dem Belastungswert nach Tabelle IV, so ergibt sich ein Betrag von Fr. 289.— pro kW und Jahr. Diese Grundgebühr ergibt nur einen annehmbaren Preis, wenn die Benützungsdauer mindestens den theoretischen Wert von 1800 h erreicht.

Die Untersuchung der verschiedenen Bezüger zeigt nun, dass sie in Gruppen von 100 bis 150 h, 200 bis 300 h und über 300 h Benützungsdauer eingeteilt werden können. Die Grundgebühr lässt sich dadurch so bestimmen, dass für jede der Gruppen im Mittel die gewünschte Einnahme von 20 Rp./kWh resultiert. Dabei ist es vorteilhaft, den Einfluss der Benützungsdauer kleiner zu halten, als der genauen Kostenaufteilung entspricht, d. h. die Grundgebühr ist kleiner anzusetzen und statt dessen die Arbeitsgebühr zu erhöhen. Die Arbeitsgebühr soll mit steigendem Umsatz fallen.

Ein maximaler Energiepreis muss zum Schutz des Bezügers bei ganz schlechter Ausnützung festgelegt werden. Für Bezüge ausser der Spitzenzeit können niedrigere Preise gewährt werden, z. B. ohne Verrechnung der Grundgebühr.

Für die vorliegenden Verhältnisse dürfte etwa folgender Ansatz genügen:

Grundgebühr: Fr. 10.- pro kW und Jahr.

Arbeitsgebühr: 16 bis 13 Rp./kWh bei Bezug von 2000 bis 8000 kWh.

Maximaler Energiepreis: 25 Rp./kWh.

Die Gewährung von tieferen Sommerpreisen kann ebenfalls zur Konsumbelebung und zum Belastungsausgleich dienen.

#### 6. Haushalttarife.

Für die Abgabe der Haushaltenergie ergibt sich auf Grund der Preiszusammenstellung nach Ta $\begin{array}{cccc} 30~\% & bis & 50~kWh \\ 20~\% & > & 100~kWh \\ 20~\% & > & 170~kWh \\ 30~\% & \ddot{u}ber & 170~kWh \end{array}$ 

verbrauchen, so kann für die Beleuchtungsenergieabgabe im ET für einen Bezug im Halbjahr von

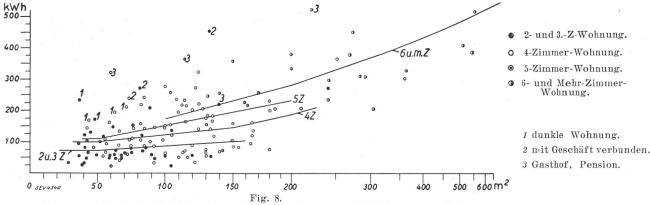
$$0 - 25 \text{ kWh} = 50 \text{ Rp./kWh}$$
  
 $26 - 50 \text{ kWh} = 45 \text{ Rp./kWh}$   
über  $50 \text{ kWh} = 40 \text{ Rp./kWh}$ 

als Tarif angesetzt werden, wodurch eine Anregung zum Mehrverbrauch erfolgt.

Als weitere Vergünstigung wird mit Vorteil den Kochenergiebezügern auch im Winter die Wärmetagesenergie zum gleichen Preis wie im Sommer abgegeben, und zwar für die gleiche Zahl kWh, als im Sommer bezogen wurden. Um auch die Zwischensaisonheizung zu fördern, kann z. B. der Winterpreis auf die Monate November bis März beschränkt werden.

Die Zweiteilung der Kosten und das Bestreben, die Installation und den Zählerbestand möglichst einfach zu gestalten, legen den Wunsch nahe, auch für die Haushalttarife die Form des *Grundgebühren*- oder des *Blocktarifes* (Regelverbrauchstarif) anzuwenden.

Die Höhe der Grundgebühr oder die Blockgrösse kann von Grundfläche, Zimmerzahl, Anschlusswert, oder in ländlichen Bezirken vom Ertragswert der Felder etc. abhängig gemacht werden. Hierbei sei festgestellt, dass die Abhängigkeit vom Anschlusswert, bzw. von der Lampenzahl an-



Jahresenergiebedarf für Beleuchtung in Haushaltungen nach Wohnungsgrundfläche.

belle V folgende Kombination von maximal zwei Doppeltarifzählern mit getrennter Installation (Wechselstromnetz):

						$\mathbf{R}$	p./kWh
1.	Zähler:	Beleuchtung	ET	und	HT		45
			NT				25
2.	Zähler:	Wärme	$\mathbf{E} \mathbf{T}$	und	HT	Sommer	6,5
						Winter	10,5
		«	NT				4

Die Gleichstromtarife sind nach der früheren Festlegung mit 50/30 Rp./kWh anzusetzen.

Berücksichtigt man, dass der mittlere Bezug pro Bezüger 170 kWh im Jahr beträgt und dass von den 16 000 Haushaltungsbezügern des Werkes ungefähr schlusshemmend wirken dürfte und daher als Bezugsgrösse vermieden werden sollte.

Im folgenden ist an Hand von 150 Bezügern, deren Wohnungs- und Anschlussverhältnisse bekannt sind, versucht, zu einer zweckmässigen Bestimmung der anzuwendenden Grundgebühr bzw. der Blockgrösse zu gelangen.

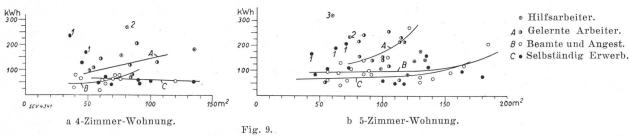
Die Auswahl der Bezüger wurde so getroffen, dass immer eine Gruppe gleichartiger Wohnungen in den verschiedenen Stadt- und Vorstadtgebieten, sowie in älteren und neuen Siedlungsgebieten herangezogen wurde. Das Ergebnis der Untersuchung ist in Fig. 8 dargestellt. Es geht daraus deutlich hervor, dass der Verbrauch an Beleuchtungsenergie ausser von der Zimmerzahl auch von der Raumgrösse abhängt. Stellt man für die Tarifgestaltung nur auf die eine oder andere dieser Bezugsgrössen ab, so muss die resultierende Rechnung daher für gewisse Bezüger zu ungerechten Härten führen, während andere bevorzugt sind.

Trägt man den Lichtverbrauch ausser in Funktion der Zimmerzahl und der Wohnungsgrösse auch noch nach Berufsarten ausgeschieden auf, so zeigt sich nach Fig. 9, dass auch hier noch starke Differenzen auftreten. Der gelernte Arbeiter be-

Energieverbrauch in Funktion der Beleuchtungsanschlüsse dargestellt ist.

Wenn für diese Verhältnisse mit einer Arbeitsgebühr von 7 Rp./kWh im H T und von 4 Rp./kWh im Spätnachttarif zum Zwecke der Heisswasserbereitung gerechnet wird, so ergibt sich folgender Grundgebührentarif:

```
1. 2- und 3-Zimmerwohnung bis 50 m² Grundfläche . . . . = Fr. 2.20 /Mona über 50 m² » jeder weitere m² . . . . = » -.01 / »
```



Jahresenergiebedarf für Beleuchtung in Haushaltungen nach Wohnungsgrundfläche und Berufen.

1 dunkle Wohnung.
2 mit Geschäft verbunden.
3 Gasthof, Pension.

zieht z. B. etwas mehr Beleuchtungsenergie als der Hilfsarbeiter, im Durchschnitt sind aber beide Verbraucherzahlen von der Wohnungsgrösse unabhängig und ändern sich nur mit der Zimmerzahl. Der Beamte und Angestellte verbraucht dagegen schon bei kleinen Wohnungen 50 % mehr Beleuchtungsenergie und steigert seinen Bezug rasch mit zunehmender Grundfläche. Dunkle Wohnungen in gewissen Teilen der Altstadt, sowie Wohnungen mit Pensionsbetrieb oder mit Ladengeschäft fallen ausserhalb der mittleren Verhältnisse und müssen besonders behandelt werden.

Tarife, die auch auf die Berufsverhältnisse Rücksicht nehmen, dürften aber reichlich kompliziert werden, und es wird in der folgenden Vergleichsrechnung darauf nicht eingegangen. Ebendastnot, Tension.

```
2. 4-Zimmerwohnung bis 50 m² Grundfläche . . . = Fr. 3.15 /Monat von 50—150 m² Grundfläche jeder weitere m² . . . = » -.015/ » über 150 m² Grundfläche jeder weitere m² . . . = » -.025/ »
```

4. 6- und Mehr-Zimmerwohnung
bis 100 m² Grundfläche . . . = Fr. 5.50 /Mon
von 100—200 m² Grundfläche
jeder weitere m² . . . = » —.035/ »
von 200—500 m² Grundfläche
jeder weitere m² . . . = » —.02 / »
über 500 m² Grundfläche
jeder weitere m² . . . = » —.01 / »

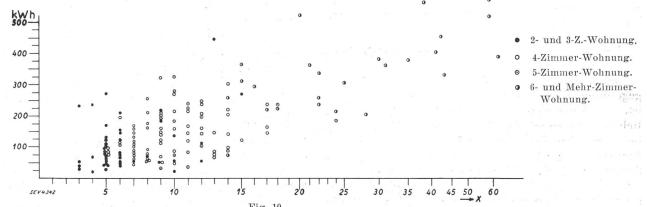


Fig. 10.

Jahresenergiebedarf für Beleuchtung in Haushaltungen nach Anzahl Lampen (x).

falls wurden Wohnungen mit besonderen Verhältnissen ausgeschieden.

Dass auch eine Unterteilung nach Lampenzahl (Anschlusswert) nicht die gewünschte Einheitlichkeit ergibt, welche für die Grundlagen der Tarifbildung nötig ist, zeigt Fig. 10, in welcher der

Entsprechend den gefundenen Verbrauchszahlen kann auch ein Regelverbrauchstarif aufgestellt werden. Dieser verlangt ebenfalls einen Doppeltarifzähler zur Abgabe von Spätnachtenergie für Heisswasserbereitung oder getrennten Heisswasserspeicheranschluss. Die beiden Blöcke für Beleuchtungsund Kochenergie würden zu 45 und 7 Rp./kWh abgegeben und bestimmen sich folgendermassen:

## 1. 2- und 3-Zimmerwohnung bis 50 m<sup>2</sup> Grundfläche, 1 Block . . = 80 kWh/Jahr darüber jede weitern 5 $m^2$ . . . . =

#### 2. 4-Zimmerwohnung

```
bis 50 m<sup>2</sup> Grundfläche, 1 Block . . = 120 kWh/Jahr
von 50—150 m², jede weitern 5 m² über 150 m², jede weitern 5 m² . .
```

#### 3. 5-Zimmerwohnung

```
50 \text{ m}^2 Grundfläche, 1 Block . . = 120 kWh/Jahr
über 50 m², jede weitern 5 m²... =
```

#### 4. 6- und Mehr-Zimmerwohnung

```
bis 100 m² Grundfläche, 1 Block . = 200 kWh/Jahr von 100—200 m², jede weitern 5 m² = 4 » / » über 200 m², jede weitern 2 m² . . = 1 » / »
```

In Tabelle VI sind die totalen Rechnungen für den Beleuchtungsenergiebezug der untersuchten Berife aufzustellen. Diese werden sich aber je nach den Verhältnissen ergeben und lassen sich ohne weiteres nach den erläuterten Grundsätzen als Pauschal- oder Grundgebührentarif ableiten.

## 8. Zusammenfassung.

Wenn für ein EW. die Energiekosten für die einzelnen Bezügerkategorien getrennt ermittelt werden, so ist es möglich, bei der Tarifgestaltung so vorzugehen, dass in allen Fällen die für Werk und Bezüger günstigsten Formen gefunden werden, d. h. Tarife, die zum Mehrverbrauch anregen und die immer eine Rechnung ergeben, welche den durch den Bezug entstehenden Kosten angepasst ist. Infolge der Kostenzweiteilung werden alle Tarife, die den Leistungsbezug berücksichtigen, vorteilhafter sein, sofern nicht bei den kleinen Abonnenten ein Ausgleich mit nach der Tageszeit abgestuften Mehrfachtarifen gemacht wird.

Vergleich der Beleuchtungsenergiekosten.

Tabelle VI.

	Zähler-Tarif Grundgebührentarif			rif	Regel-VerbrTarif		
	W	Beispiel	EKZ	EWB	Beispiel	St. W. B.	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Energiekosten Fr.	9724.—	10 018.60	10 161.90	8 817.30	9 166.24	7 234.55	
$\Sigma$ + Abweichungen . Fr.		1 863.85	1 690.75	743.55	1 357.35	0	
$\Sigma$ — Abweichungen . Fr.		1 569.25	1 252.85	1 892.70	1 906.80	2 489.45	
Max. + Abweichungen 0/0		300 0/0	400 0/0	190 °/o	35 0/0	0	
Max. — Abweichungen 0/0		$51^{-0}/_{0}$	64 0/0	51 0/0	40 0/0	$42^{-0}/_{0}$	

züger zusammengestellt, die sich ergeben, wenn der Verbrauch nach:

- 1. Gültigem Zählertarif zu 45 Rp./kWh,
- 2. Grundgebührentarif nach Beispiel,
- EKZ (Raumabhängig),
- EW. Burgdorf (Grössenabh.),

berechnet wird. Dabei ist bei den Tarifen «nach Beispiel» Keller- und Estrichgrundfläche eingeschlossen, sofern sie Beleuchtung haben.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich deutlich der Vorteil des ausgeglichenen Tarifes nach Beispiel, indem hierbei die Einnahmeveränderung gegenüber dem bestehenden Tarif am geringsten ist. Die Abweichungen halten sich ebenfalls in ähnlichen Grenzen wie bei den andern Tarifen. Ob dabei der Grundgebührentarif oder der Regelverbrauchstarif zu bevorzugen ist, ist Sache der Auffassung und der Einstellung der Bezüger. Die Grundlagen sind für beide Tarife auf gleicher Basis zu beschaffen und müssen auf jeden Fall die Untersuchung eines grösseren Prozentsatzes der Bezüger umfassen als in der vorliegenden Studie.

# 7. Spezialtarife.

Für gewisse Spezialzwecke, z. B. Schaufensterbeleuchtung, Anleuchtung von Gebäuden, Kirchenheizungen usw., wird es nötig sein, besondere Ta-

Die Frage, wo eine Tarifverbilligung einen Mehrverbrauch erreichen lässt, muss an Hand der Absatzentwicklung untersucht werden. So wurden z. B. abgesetzt:

Entwicklung des Energieabsatzes.

Tabelle VII.

Tarif	1922 kWh	Zu- wachs	1927 kWh	Zu- wachs	1932 kWh
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Beleuchtung ET + HT Beleuchtung	1 560 000	45	2 270 000	21	2 750 000
NT	210 000	45	304 000	97	600 000
Motoren · .	402 000	82	735 000	50	1 100 000
Wärme HT	900 000	14	1 020 000	131	2 350 000
" NT	710 000	151	1 780 000	102	3 600 000

Die Abnahme der Absatzentwicklung für den Beleuchtungsenergieverbrauch lässt darauf schliessen, dass im Zuwachs der Beleuchtung eine gewisse Sättigung eingetreten ist. Eine Tarifermässigung hätte hier einen Einnahmeausfall zur Folge, der in keiner Weise durch Mehrverbrauch kompensiert würde. Bezieht z. B. jemand 100 kWh zu 45 Rp., so zahlt er eine Rechnung von Fr. 45.—. Bei einer Ermässigung auf 40 Rp. erhält der Abonnent ein Geschenk von Fr. 5.—, wird aber nicht zum Mehrverbrauch angeregt. Verlangt das Werk aber für die ersten 50 kWh den gleichen Preis von 45 Rp. und für die weitern 50 kWh einen Preis von 35 Rp.,

so beträgt die Rechnung ebenfalls Fr. 40.—; dafür bezieht der Abonnent infolge des günstigeren Angebotes möglicherweise aber weitere Energie.

Durch ähnliche Massnahmen kann für das betrachtete Werk zweifellos der Motorenenergieverbrauch und besonders die Wärmeenergieabgabe im HT noch gefördert werden. Dabei dürfte speziell eine Beschränkung des Wintertarifes auf die Monate November bis Februar von grossem Einfluss sein, um den Verbrauch für Zwischensaisonheizung und die noch entwicklungsfähige Kochenergieabgabe zu heben.

# Schutzmassnahmen zur Vermeidung elektrischer Unfälle in den Hausinstallationen.

Von M. Wettstein, Zürich.

(Fortsetzung von Seite 715 und Schluss.)

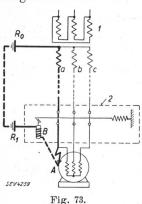
621.316.99

# E. Die Anwendung der Schutzschaltung \*).

# 1. Allgemeines.

Die Schutzschaltung beruht darauf, dass man denjenigen Objekten und denjenigen Installationsteilen, deren Metallteile bzw. deren Metallumhüllungen bei einem Isolationsfehler mit einem Polleiter in Berührung kommen und dadurch eine Spannung gegen Erde annehmen können, einen Schalter vorschaltet, der mit einer Auslösespule versehen ist, welche die zwischen den zu schützenden Metallteilen und der Erde herrschende Spannung kontrolliert und die Anlage abschaltet, sobald eine gefährliche Spannung auftritt.

Die einfachste Anordnung ergibt sich, wenn nur ein einzelnes Objekt geschützt werden muss. In diesem Fall kann der Schutzschalter dem Objekt direkt vorgeschaltet werden. Die schematische Anordnung einer solchen Schutzschaltung ist in Fig. 73 dargestellt und es kann an Hand dieses Schemas

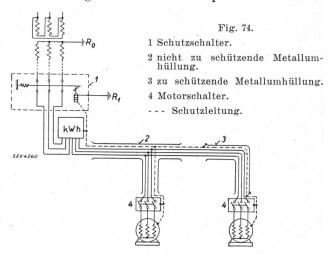


Netztransformator.
 Schutzschalter.

die Wirkungsweise leicht erklärt werden. Tritt an dem zu schützenden Objekt ein Isolationsfehler angedeuteten Sinne auf, so fliesst von der Transformatorklemme a ein Strom über den einen Polleiter zur Fehlerstelle und von da über die sogenannte Schutzleitung A-B zur Auslösespule und weiter über die Erdleitung und die Erdelektrode  $R_1$ zur Erde und von der Erde über die Erdelek-

trode des Transformatornullpunktes  $R_0$  zum Transformator zurück. Ist der Fehlerstrom gross genug, so löst der Schalter aus und trennt das Objekt vom Netz ab.

Müssen auch die Metallumhüllungen der Isolierrohre geschützt werden, oder will man mit einem Schutzschalter mehrere Objekte gemeinsam schützen, so wird der Schutzschalter der ganzen Installation vorgeschaltet und es müssen alle Objekte und die Metallumhüllungen der Isolierrohre durch eine Schutzleitung mit der Auslösespule des Schutz-



schalters verbunden werden. Eine solche Anordnung ist in Fig. 74 schematisch dargestellt.

2. Untersuchung über die Anforderungen, die an die Schutzschaltung gestellt werden müssen.

#### a) Auslösespule des Schutzschalters.

In erster Linie ist zu prüfen, welche Anforderungen an die Auslösespule gestellt werden müssen, damit der Schutzschalter einwandfrei funktioniert. Wie einleitend bemerkt, fällt der Auslösespule die Aufgabe zu, die Spannung zwischen den in Betracht kommenden, nicht für die Stromleitung dienenden Metallteilen und der Erde zu überwachen. Da aber die Erdungsstelle des Schutzschalters einen Widerstand aufweist, so ist ein vollständiges Erfassen der genannten Spannung durch die Auslösespule theoretisch unmöglich. Die wirklich zwischen den Metallteilen und der Erde herrschende Spannung wird stets grösser sein als die an der Auslösespule liegende Spannung. Trotzdem kann die Spule so gebaut werden, dass sie befriedigend arbeitet. Man muss nur die Auslösespannung der Spule unter der maximal zulässigen Spannung wählen, die bei einem Isolationsfehler zwischen Objektgehäuse und Erde auftreten darf. Die Differenz dieser Spannungen

<sup>\*)</sup> Vgl. Bull. SEV 1931, Nr. 2.