

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 25 (1934)

Heft: 26

Artikel: Tarifgestaltung auf Grund einer Selbstkostenberechnung

Autor: Howald, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060190>

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: 17.02.2026

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 Tariffarten 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 jusqu'à 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

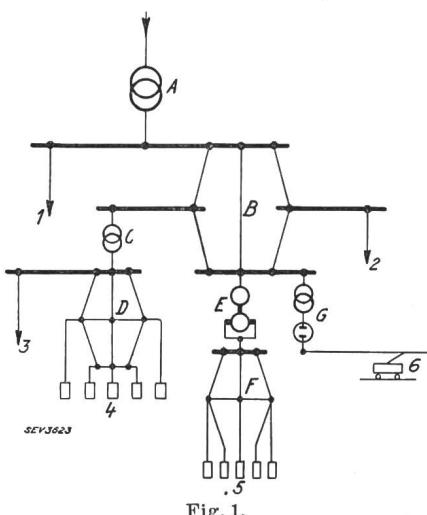


Fig. 1.

Versorgungsschema.

	1 Abnehmer ab A	2 Abnehmer ab B	3 Abnehmer ab C	4 Abnehmer ab D	5 Abnehmer ab E	6 Abnehmer ab F	7 Abnehmer ab G
A Haupt-Transformatorenstation	1 Abnehmer ab A	2 Abnehmer ab B	3 Abnehmer ab C	4 Abnehmer ab D	5 Abnehmer ab E	6 Abnehmer ab F	7 Abnehmer ab G
B 3000 V-Netz	1 Abnehmer ab A	2 Abnehmer ab B	3 Abnehmer ab C	4 Abnehmer ab D	5 Abnehmer ab E	6 Abnehmer ab F	7 Abnehmer ab G
C Netz-Transformatorenstation	2 Abnehmer ab B	3 Abnehmer ab C	4 Abnehmer ab D	5 Abnehmer ab E	6 Abnehmer ab F	7 Abnehmer ab G	
D Normalspannungsnetz	3 Abnehmer ab C	4 Abnehmer ab D	5 Abnehmer ab E	6 Abnehmer ab F	7 Abnehmer ab G		
E Umformerstation	4 Abnehmer ab D	5 Abnehmer ab E	6 Abnehmer ab F	7 Abnehmer ab G			
F Gleichstromnetz	5 Abnehmer ab E	6 Abnehmer ab F					
G Straßenbahnumformer	6 Abnehmer ab F	7 Abnehmer ab G					

eingehende Rechnung ermittelte¹⁾. 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 Bezugser 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-

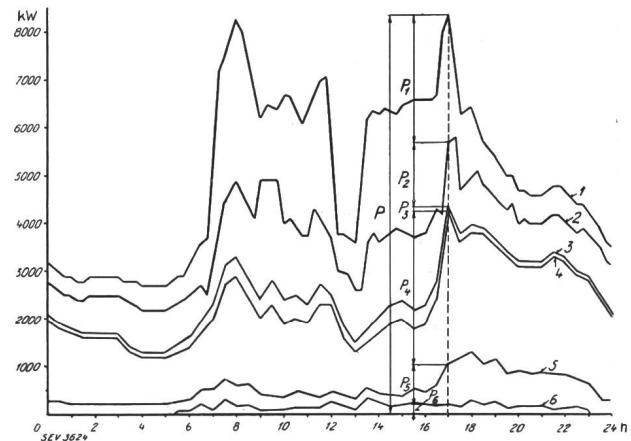


Fig. 2.

Diagramm der maximalen Winterbelastung.

$P_1 = 8400 \text{ kW}$	$P_4 = 3280 \text{ kW}$
$P_2 = 2700 \text{ kW}$	$P_5 = 850 \text{ kW}$
$P_3 = 1300 \text{ kW}$	$P_6 = 200 \text{ kW}$
$P_7 = 70 \text{ kW}$	1-6 Abnehmergruppen

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	Absatz in 10^6 kWh	Leistungskosten in		Arbeitskosten einschl. Verluste in Rp./kWh	Gewinnanteil Rp./kWh	Mittlerer Energiepreis Rp./kWh
			Fr./kW	Rp./kWh			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	2700	9,3	58,70	1,7	$2,91 + 0\% = 2,91$	0,3	4,91
2	1300	12,5	103,60	1,08	$2,91 + 2\% = 2,97$	0,94	4,99
3	70	0,235	137,80	4,1	$2,91 + 4\% = 3,03$	1,5	8,63
4	3280	8,7	240,—	9,04	$2,91 + 8\% = 3,14$	5,31	17,49
5	850	1,7	414,—	20,7	$2,91 + 28\% = 3,72$	5,31	29,73
6	200	0,615	243,—	7,9	$2,91 + 10\% = 3,2$	—	11,10

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

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

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-

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

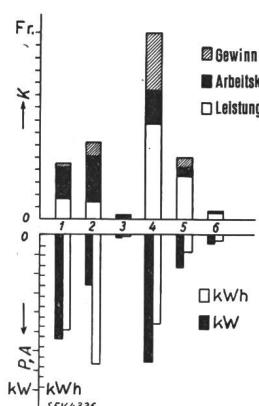
Betriebes gerne einen höheren Betrag auslegen. Es kommt daher hier neben dem Prinzip der Kosten-Gleichheit mit anderen Energieträgern das Prinzip der Wertschätzung durch den Kunden zur Anwendung. Dieser Zuschlag hindert, wie später gezeigt wird, die Abgabe von billiger Energie (zum Kochen, zur Heisswasserbereitung) in keiner Weise, wobei diese immer noch über dem Selbstkostenpreis verrechnet werden kann.

Die Strassenbahn, als unter der gleichen Verwaltung stehend, ist mit keiner Gewinnbelastung versehen, da dies einer blossen Kostenverschiebung entsprechen würde.

Fig. 3.
Absatzverhältnisse der verschiedenen Abnehmergruppen.

K Energiekosten.
P Beanspruchte Leistung.
A Energieabgabe.
1-6 Abnehmergruppen.

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 Ausnutzung 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.
- 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.
- Bessere Ausnutzung der beanspruchten Leistung soll billigere Preise zur Folge haben.

Der Tarifaufbau soll somit den Bezüger zu einem Mehrverbrauch bei möglichst guter Ausnutzung 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:

- Tarife, beruhend auf der Leistungsbeanspruchung (kW);
- Tarife, beruhend auf dem Energiebezug (kWh);
- 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:

$$K = a \cdot P \quad (1)$$

K = Energiekosten

a = Einheitspreis der abonnierten Leistung

P = abonnierte Leistung

und für den zweiten Fall:

$$K = a_1 (P - P_2 - P_3 - \dots) + a_2 (P - P_1 - P_3 - \dots) + \dots \quad (2)$$

worin $a_1 > a_2 > a_3 > \dots$

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

$$\text{zu } k = \frac{a \cdot P}{A} \quad (3)$$

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 Übergang zusammengesetzt ist.

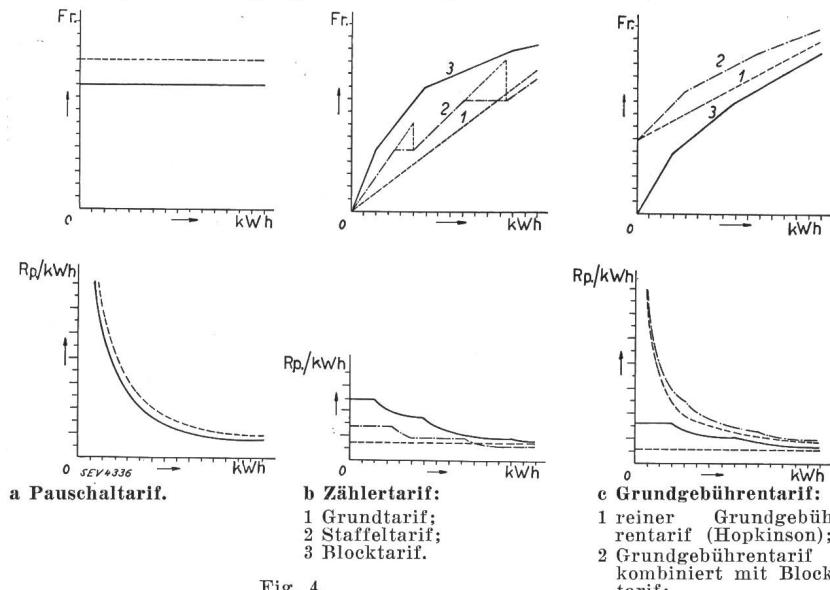


Fig. 4.

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

Die *Zähltarife* 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:

$$K = b \cdot A \quad (4) \text{ Grundform}$$

oder

$$K_1 = b_1 \cdot A_1$$

$$K_2 = b_2 \cdot A_2$$

usw.

$$(5) \text{ Staffeltarif}$$

wo $b_1 > b_2$ für $A_1 < A_2$.

Es kann hierbei $K_1 > K_2$ werden, wenn ein Bezugser 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 oberen Grenze einer Staffel liegt, zu einem konstanten Preis abgegeben wird. Die Grösse dieser Anzahl wird begrenzt durch die Anzahl kWh, welche mit dem nächstliegenden kleineren 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

$$K = b_1 \cdot A_1 + b_2 \cdot A_2 + \dots \quad (6) \text{ Blocktarif}$$

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:

$$K = a \cdot P + b \cdot A \quad (7)$$

und der Preis pro kWh wird bestimmt zu:

$$k = \frac{a \cdot P + b \cdot A}{A} = b + \frac{a \cdot P}{A} \quad (8)$$

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 Bezugser zu erhebenden Kundengebühr, welche die Kosten für die Einziger- und Rechnungsstellungsarbeit decken soll. Diese Kosten fallen einerseits nur bei den Haushalt- und kleineren Gewerbebezugern 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 Abonenten, abhängig gemacht.

Es wird z. B. verlangt: eine Gebühr von b_1 Rp./kWh für die ersten x Gebrauchsstunden b_2 Rp./kWh für die zweiten y Gebrauchsstunden b_3 Rp./kWh für die weiteren Gebrauchsstunden. Hieraus ergibt sich:

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

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

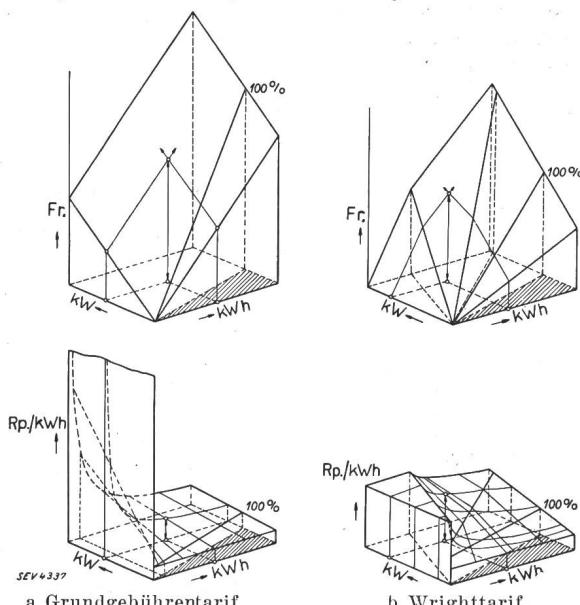


Fig. 5.
Tarifmodelle.

Oben: Gesamtkosten der bezogenen Energie;
Unten: Einheitspreise.

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

Auf diese Weise lassen sich sämtliche Tarifformen räumlich darstellen²⁾.

3. Die Tarife der Hochspannungsbezieher.

Aus den vorhergehenden Betrachtungen über Energiekosten und Tarifform ergibt sich ohne weiteres, dass für die Bezieher von Energie aus dem

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

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. $58.70 \times 0.9 = Fr. 52.80/kW$ 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:

1. Reiner Grundgebührentarif:	Fr./kW
Grundgebühr	52.80
Arbeitsgebühr: Wintertagesenergie	Rp./kWh 3,5
Winternachtenergie	2,9
Sommertagesenergie	3,1
Sommernachtenergie	2,5

2. Grundgebührentarif mit Umsatzrabatt:	Fr./kW
Grundgebühr	52.80
Arbeitsgebühr: Wintertagesenergie	Rp./kWh 3,8
Winternachtenergie	3,0
Sommertagesenergie	3,5
Sommernachtenergie	2,85
Umsatzrabatt für:	0—500 000 kWh = 0 %
	500 000—1 000 000 kWh = 0—5 %
	1 000 000—3 000 000 kWh = 5—15 %
	Maximaler Rabatt = 15 %

3. Grundgebührentarif mit blockweiser Arbeitsgebühr:	Fr./kW
Grundgebühr	52.80
Arbeitsgebühr: Wintertagesenergie	Rp./kWh
weitere	45 000 7,45
	105 000 6
	150 000 5
	300 000 4
	3 260 000 3,25
Winternachtenergie	675 000 2,9
weitere	45 000 6
	105 000 5
	150 000 4
	300 000 3,3
Sommertagesenergie	3 510 000 2,95
weitere	655 000 2,53
Sommernachtenergie	

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

Mittlere Energiepreise der Gruppe 1.

Tabelle II.

Be- züger	Energiebezug		Lei- stungs- Anteil Rp./kWh	Mittl. Energiepreise		
	(2) kWh	(3) kW		(5) Tarif 1 Rp./kWh	(6) Tarif 2 Rp./kWh	(7) Tarif 3 Rp./kWh
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
A	600 000	250	2,2	5,37	5,69	6,08
B	2 300 000	832	1,91	5,11	5,30	5,20
C	6 400 000	1920	1,58	4,83	4,7	4,71

mengestellten mittleren kWh-Preise. Die relativ hohe Benützungsdauer erklärt sich aus der zugeschriebenen 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 Eigenenerzeugungsanlagen 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 · 0,576 = Fr. 59,70 kW bestimmt.

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

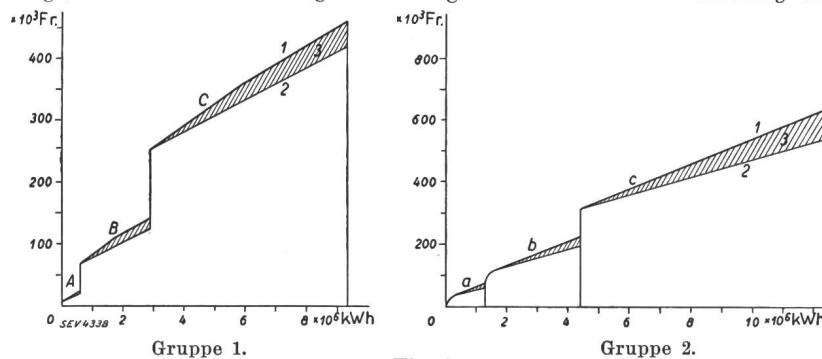


Fig. 6. Einnahmen aus der Energieabgabe aus dem Hochspannungsnetz.

1 Einnahmen aus Energieabgabe;
2 Selbstkosten der Energie;
3 Gewinn.
A—C Abonnenten.
a 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.

Klasse der Bezüger	An- zahl (1)	Mittlerer Bezug in		Verrechnete Energie	
		kWh (2)	kW (3)	kWh (4)	kW (5)
A	8	500 000 — 1 500 000	100 — 400	7 350 000	1510
B	12	100 000 — 500 000	40 — 100	3 080 000	440
C	15	10 000 — 100 000	10 — 40	970 000	345

Für die grössten Bezüger wird sich wieder ein Grundgebührentarif mit Umsatzrabatt als günstig erweisen. Auch eine Form mit reduzierter Grund-

gebühr für die grösseren Bezüger kann von Vorteil sein. Diese Reduktion muss aber mit einer Ausnutzungsklausel 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:

	Fr./kW
Grundgebühr	40.—
	Rp./kWh
Arbeitsgebühr: 1. Block	8
2. Block	5
usw.	

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

	Sommer Rp./kWh	Winter Rp./kWh
Erste 150 Gebrauchsstunden der abonnierten Leistung im Quartal	10	12,5
Weitere 150 Gebrauchsstunden der abonnierten Leistung im Quartal	6	6,5
Uebrige Gebrauchsstunden der abonnierten 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 Überlegungen, 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 vorstehenden 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:

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 kWh	An- schluß- wert kW	Benützungsdauer in h des An- schluß- wertes		Belastungs- wert	
			effek- tiv	kW	%	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Licht						
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

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. 1 611 040.— als Leistungsanteil durch die Beleuchtungs-, Motoren- und Wärmetagesenergie 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.

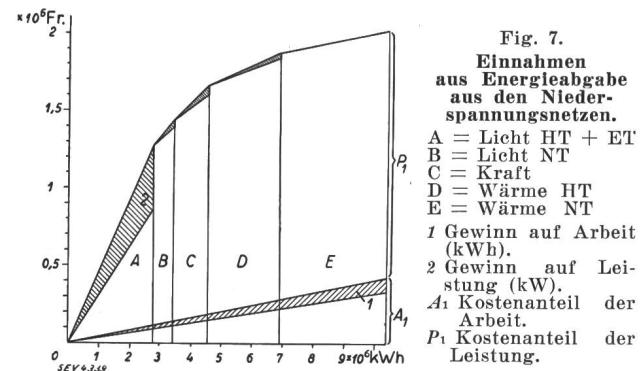
Die Tarifbildung ist auf Grund dieser Ergebnisse einfach, indem z. B. die Werte der Kolonne 6 ohne weiteres als Tarifpreise verwendet werden können. Die hiermit erreichten Einnahmen sind in Fig.

Energiepreise in den Niederspannungsnetzen.

Tabelle V.

Tarif	Belas- tungs- wert %	Leistungsanteil		Ar- beits- kosten Rp./kWh	Ener- gie- preis Rp./kWh
		Fr.	Rp./kWh		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Beleuchtung					
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
" Gl.-Str. .	—	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

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 Maximumzählers 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 Benutzungsdauer 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 Benutzungsdauer 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-

30 % bis	50 kWh
20 % »	100 kWh
20 % »	170 kWh
30 % über	170 kWh

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

$$0 - 25 \text{ kWh} = 50 \text{ Rp./kWh}$$

$$26 - 50 \text{ kWh} = 45 \text{ Rp./kWh}$$

$$\text{über } 50 \text{ kWh} = 40 \text{ Rp./kWh}$$

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-

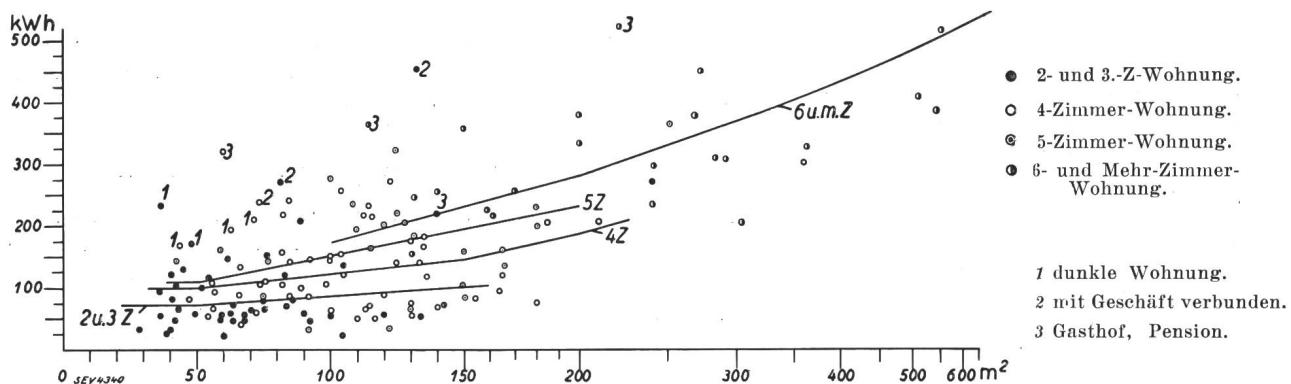


Fig. 8. Jahresenergiebedarf für Beleuchtung in Haushaltungen nach Wohnungsgrundfläche.

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

		Rp./kWh
1. Zähler: Beleuchtung	E T und H T	45
	N T	25
2. Zähler: Wärme	E T und H T Sommer	6,5
	Winter	10,5
«	N T	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 Beleuchtungsener-

gie 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 Bezieher 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 HT 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 /Monat
über 50 m² » = » —.01 / »
jeder weitere m² = » —.01 / »

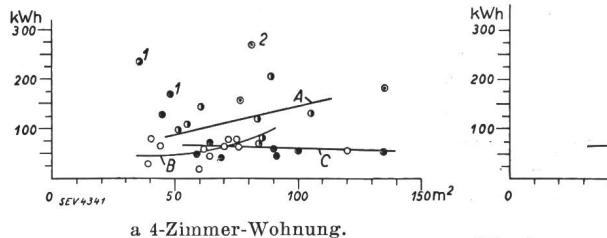
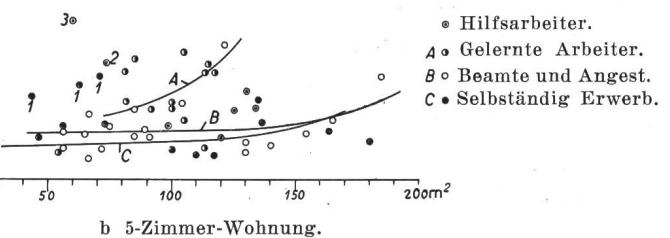


Fig. 9.



b 5-Zimmer-Wohnung.

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. Eben-

2. 4-Zimmerwohnung

bis 50 m² Grundfläche = Fr. 3.15 /Monat
von 50—150 m² Grundfläche = » —.015 / »
jeder weitere m² = » —.015 / »
über 150 m² Grundfläche = » —.025 / »
jeder weitere m² = » —.025 / »

3. 5-Zimmerwohnung

bis 50 m² Grundfläche = Fr. 3.50 /Monat
über 50 m² = » —.025 / »
jeder weitere m² = » —.025 / »

4. 6- und Mehr-Zimmerwohnung

bis 100 m² Grundfläche = Fr. 5.50 /Monat
von 100—200 m² Grundfläche = » —.035 / »
jeder weitere m² = » —.035 / »
von 200—500 m² Grundfläche = » —.02 / »
jeder weitere m² = » —.02 / »
über 500 m² Grundfläche = » —.01 / »
jeder weitere m² = » —.01 / »

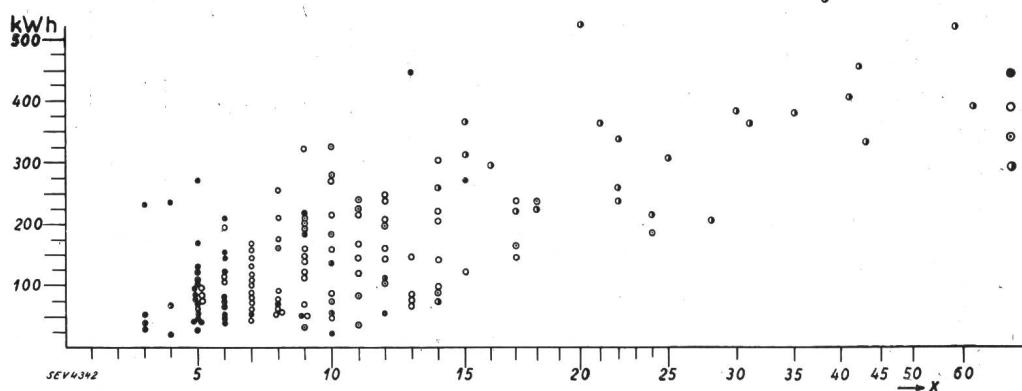


Fig. 10.

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 Spätnachttenergie für Heisswasserbereitung oder getrennten Heisswasserspeicheranschluss. Die beiden Blöcke für Beleuchtungs-

und Kochenergie würden zu 45 und 7 Rp./kWh abgegeben und bestimmen sich folgendermassen:

1. 2- und 3-Zimmerwohnung

bis 50 m² Grundfläche, 1 Block . . . = 80 kWh/Jahr
darüber jede weitern 5 m² = 3 » / »

2. 4-Zimmerwohnung

bis 50 m² Grundfläche, 1 Block . . . = 120 kWh/Jahr
von 50—150 m², jede weitern 5 m² . . . = 3 » / »
über 150 m², jede weitern 5 m² . . . = 6 » / »

3. 5-Zimmerwohnung

bis 50 m² Grundfläche, 1 Block . . . = 120 kWh/Jahr
über 50 m², jede weitern 5 m² . . . = 6 » / »

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 Be-

rife 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 Beleuchtungsenergiestufen.

Tabelle VI.

Zähler-Tarif W	(1)	(2)	Grundgebührentarif			Regel-Verbr.-Tarif	
			Beispiel	EKZ	EWB	Beispiel	St. W. B.
Energiekosten . . . Fr.	9724.—	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 %			300 %	400 %	190 %	35 %	0
Max. - Abweichungen %			51 %	64 %	51 %	40 %	42 %

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

1. Gültigem Zählertarif zu 45 Rp./kWh,
2. Grundgebührentarif nach Beispiel,
3. » » EKZ (Raumabhängig),
4. » » EW. Burgdorf (Grössenabh.),
5. Regelverbrauchstarif nach Beispiel,
6. » » St. W. Baden,

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	1 560 000	45	2 270 000	21	2 750 000
Beleuchtung 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 die Wirkungsweise leicht erklärt werden. Tritt an dem zu schützenden Objekt ein Isolationsfehler im 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 Erdelektrode des Transformatornullpunktes *R*₀ zum Transformator zurück. Ist der Fehlerstrom gross genug, so löst der Schalter aus und trennt das Objekt vom Netz ab.

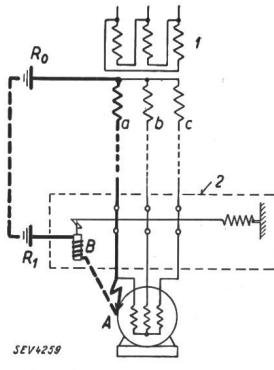


Fig. 73.
1 Netztransformator.
2 Schutzschalter.

Müssen auch die Metallumhüllungen der Isolierrohre geschützt werden, oder will man mit einem Schutzschalter mehrere Objekte gemeinsam schützen, so wird der Schutzschalter der ganzen Installa-

*) Vgl. Bull. SEV 1931, Nr. 2.

tion vorgeschaltet und es müssen alle Objekte und die Metallumhüllungen der Isolierrohre durch eine Schutzleitung mit der Auslösespule des Schutz-

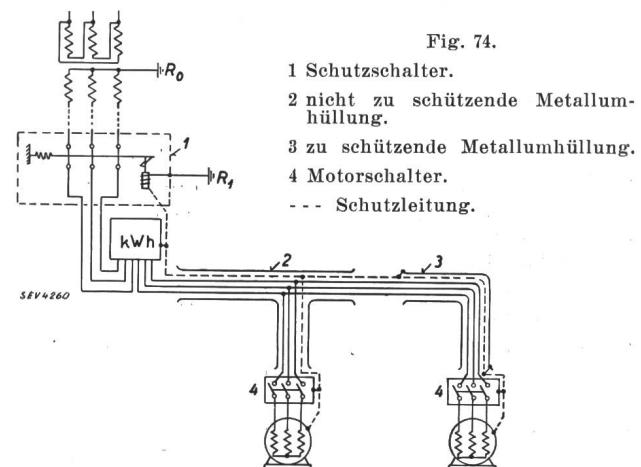


Fig. 74.

- 1 Schutzschalter.
- 2 nicht zu schützende Metallumhüllung.
- 3 zu schützende Metallumhüllung.
- 4 Motorschalter.
- Schutzleitung.

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