

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 25 (1934)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Die Ermittlung der für den Verkaufspreis elektrischer Energie  
massgebenden Kosten  
**Autor:** Howald, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056540>

#### **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:** 24.01.2026

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

# ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

# BULLETIN

## RÉDACTION:

Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens  
et de l'Union de Centrales Suisse d'électricité, Zurich 8

## EDITEUR ET ADMINISTRATION:

S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4  
Stauffacherquai 36/40

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXV<sup>e</sup> Année

N<sup>o</sup> 5

Vendredi, 2 Mars 1934

## Die Ermittlung der für den Verkaufspreis elektrischer Energie massgebenden Kosten.

Von W. Howald, Winterthur.

621.311.003 : 621.317.8

Der Autor bespricht die Art und Weise, wie die Kosten bei der Verbuchung aufzuteilen sind und bei der Selbstkostenberechnung als Leistungs- oder Arbeitskosten in Erscheinung treten. Für die Verteilung der Leistungskosten werden verschiedene Verfahren einander gegenübergestellt. Die vollständige Kostenberechnung wird an einem Beispiel durchgeführt.

L'auteur étudie de quelle manière les frais doivent être répartis dans la comptabilité d'une entreprise et quelle influence ils exercent sur le prix de puissance et le prix de travail lors du calcul du prix de revient. Différentes méthodes pouvant être appliquées au calcul du prix de puissance sont comparées, puis suit un exemple complet de calcul du prix de revient.

Ueber die Frage der Selbstkostenberechnung elektrischer Energie und die daraus resultierende zweckmässige Gestaltung der Energietarife ist in der letzten Zeit mehrfach geschrieben worden. Im Nachstehenden wird versucht, diese Methoden auf ein konkretes Beispiel anzuwenden und zu untersuchen, ob einerseits die Energie zu theoretisch richtigen Preisen verkauft wird und ob anderseits das verwendete System der Verbuchung und Abrechnung überhaupt eine annähernd genaue Berechnung der Selbstkosten zulässt, und wie sich die Einflüsse einer ungenauen Verbuchung auswirken.

Um die Frage der Selbstkostenberechnung lösen zu können, ist es nötig zu wissen, durch welche Faktoren die Kosten überhaupt bedingt sind und wie sie sich ändern, wenn der Konsum und der Ausbau des Netzes ändern. Der Ausbau eines Netzes wird einerseits durch die maximal abzugebende Leistung in kW, anderseits aber auch durch die Art des Versorgungsgebietes, mit andern Worten durch dessen Aufnahmefähigkeit an kWh bedingt. Dadurch ergibt sich von vorneherein die Notwendigkeit, auch die Selbstkosten in leistungsabhängige und in arbeitsabhängige Kosten zu unterteilen.

Die Durchführung einer einigermassen den Tatsachen entsprechenden Selbstkostenberechnung setzt voraus, dass sämtliche Aufwendungen in zweckentsprechender Weise gegliedert werden. Dazu müssen die Kostenanteile getrennt festgestellt werden können, welche auf die einzelnen Anlageobjekte fallen. Es ist also hier eine möglichst weitgehende Unterteilung des Buchungsschemas, insbesondere auch für die allgemeinen Unkosten nötig. Diese Unterteilung auf die einzelnen Anlageobjekte ergibt sich am einfachsten aus der Betrachtung des Weges, den die Energie vom Erzeugungs- oder

Uebernahmestelle (Meßstelle) bis zum Verbraucher nimmt. Die bildliche Darstellung dieses Weges, dem sich also auch das Buchungsschema anzugliedern hat, sei das *Versorgungsschema* genannt. Für das

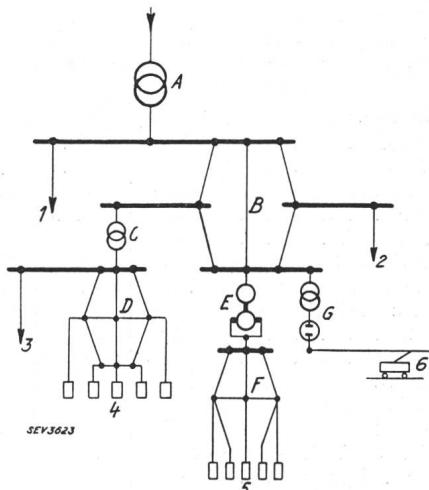


Fig. 1.  
Versorgungsschema.

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

in Betracht gezogene Elektrizitätswerk, welches ein reines Wiederverkäuferwerk ist, ergibt sich das in Fig. 1 dargestellte Versorgungsschema.

Wie bereits bemerkt wurde, sind die Kosten in Leistungskosten und in Arbeitskosten zu unterteilen. Es hat deshalb als erstes zu erfolgen:

*a) Die Bestimmung der Leistungskosten.*

Als Leistungskosten sind nach Definition alle Aufwendungen anzusprechen, die nur von der Grösse der Anlage, nicht aber von der abgegebenen Energiemenge abhängig sind. Es gehören also hierzu alle irgendwie festbestimmten Ausgaben, wie:

1. Aufwendungen für Kapitalzinsen.
2. » » » Abschreibungen.
3. » » » Rücklagen in Spezialfonds.
4. Beitrag an die allgemeine Verwaltung oder Kapitalsteuern.
5. Besoldungen und Löhne.
6. Soziallasten.
7. Versicherungen und Assekuranzan.
8. Allgemeine Unkosten.
9. Betriebsbedarfsmittel.
10. Diverse Anschaffungen.
11. Unterhalt und Reparaturen.
12. Entschädigungen für Spannungsumbau.
13. Grundgebühren für Energiebezug.

Bei dieser Aufstellung tritt die Frage auf, ob z. B. die Lohnkonti (5. und 6.) hier untergebracht

Die Zusammenstellung der für das betrachtete E.W. entstehenden Leistungskosten findet sich auf Tabelle I.

*b) Die Bestimmung der Arbeitskosten.*

Alle übrigen Aufwendungen, wie

1. Reingewinne oder Abgabe an die Stadtkasse
2. Umsatzsteuern
3. Brennstoffkosten für thermische Anlagen
4. Arbeitsgebühren für Energiebezug

gehören zu den Arbeitskosten.

**Die Kostenverteilung.**

Aus dem Versorgungsschema ergibt sich, dass verschiedene Abnehmergruppen mehrere Anlage- teile gemeinsam benützen. Es sind daher die Kostenanteile festzustellen, welche auf jede Gruppe bei dieser gemeinsamen Benützung zu belasten sind. Es betrifft dies für das Beispiel:

*Zusammenstellung der Leistungskosten in Franken.*

Tabelle I.

|                            | Produktive Anlagen         |                          |                           |                               |                         |                             |                            | unproduktive Anlagen |                     |                        | Total     |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|-----------|
|                            | Haupt-Tr.Stat.<br>A<br>Fr. | Hochsp.-Netz<br>B<br>Fr. | Netz-Tr.Stat.<br>C<br>Fr. | Normalspann.-Netz<br>D<br>Fr. | Umf. Anlage<br>E<br>Fr. | Gleichstromnetz<br>F<br>Fr. | Straßbahn-Umf.<br>G<br>Fr. | Werkstätte<br>Fr.    | Projekt-Arb.<br>Fr. | Oeffentl. Belg.<br>Fr. |           |
| <b>Zinsen:</b>             |                            |                          |                           |                               |                         |                             |                            |                      |                     |                        |           |
| Grundstücke . . . . .      | 645                        | 150                      | 2 110                     | 250                           | 3 500                   | 50                          | 50                         | 135                  | —                   | —                      | 6 890     |
| Gebäude . . . . .          | 16 700                     | 2 500                    | 12 300                    | —                             | 4 400                   | —                           | 500                        | 2900                 | —                   | —                      | 39 300    |
| Maschinen und Apparate     | 1 615                      | —                        | 1 710                     | —                             | 2 685                   | —                           | 504                        | 200                  | —                   | —                      | 6 714     |
| Leitungen . . . . .        | —                          | 22 000                   | —                         | 54 500                        | —                       | 22 050                      | —                          | —                    | —                   | 6 250                  | 104 800   |
| Rheinkraftwerk . . . . .   | —                          | —                        | —                         | —                             | —                       | —                           | —                          | —                    | 14 900              | —                      | 14 900    |
| <b>Abschreibungen:</b>     |                            |                          |                           |                               |                         |                             |                            |                      |                     |                        |           |
| Grundstücke . . . . .      | 130                        | 30                       | 420                       | 42                            | 707                     | 8                           | 10                         | 30                   | —                   | —                      | 1 377     |
| Gebäude . . . . .          | 8 710                      | 600                      | 7 816                     | —                             | 4 670                   | —                           | 100                        | 820                  | —                   | —                      | 22 716    |
| Maschinen und Apparate     | 26 250                     | —                        | 28 060                    | —                             | 43 700                  | —                           | 8 200                      | 3 275                | —                   | —                      | 109 485   |
| Leitungen . . . . .        | —                          | 56 100                   | —                         | 142 600                       | —                       | 56 200                      | —                          | —                    | —                   | 15 890                 | 270 790   |
| Rheinkraftwerk . . . . .   | —                          | —                        | —                         | —                             | —                       | —                           | —                          | —                    | 18 600              | —                      | 18 600    |
| Einlage in Spezialfonds .  | 3 000                      | —                        | 6 000                     | —                             | 16 000                  | —                           | 6 000                      | —                    | —                   | —                      | 31 000    |
| Allgemeine Verwaltung .    | 7 700                      | 9 800                    | 7 700                     | 24 200                        | 9 800                   | 9 400                       | 1 400                      | —                    | —                   | —                      | 70 000    |
| Besoldungen und Löhne .    | 7 500                      | 25 000                   | 22 500                    | 48 360                        | 30 000                  | 11 640                      | 10 000                     | —                    | —                   | —                      | 155 000   |
| Soziallasten . . . . .     | 700                        | 3 100                    | 2 800                     | 7 090                         | 3 500                   | 1 510                       | 1 300                      | —                    | —                   | —                      | 20 000    |
| Versicherungen . . . . .   | 360                        | 460                      | 360                       | 1 190                         | 460                     | 420                         | 50                         | —                    | 60                  | —                      | 3 360     |
| Allgemeine Unkosten . .    | 1 530                      | 3 000                    | 1 600                     | 12 550                        | 600                     | 1 750                       | 50                         | —                    | —                   | —                      | 21 080    |
| Betriebsbedarfsmittel . .  | 700                        | 1 000                    | 1 000                     | 1 840                         | 1 600                   | 160                         | 50                         | 350                  | —                   | —                      | 6 700     |
| Unterhalt und Reparaturen  | 110                        | 34 060                   | 18 124                    | 23 018                        | 18 228                  | 28 722                      | 736                        | 1 990                | —                   | —                      | 124 988   |
| Diverse Anschaff. (Zähler) | 2 350                      | 7 200                    | 4 500                     | 26 860                        | 150                     | 3 790                       | 50                         | —                    | —                   | —                      | 44 900    |
| Umbauentschädigungen .     | —                          | —                        | —                         | 8 000                         | —                       | —                           | —                          | —                    | —                   | —                      | 8 000     |
| Grundtaxe d. Energiebezugs | 409 600                    | —                        | —                         | —                             | —                       | —                           | —                          | —                    | —                   | —                      | 409 600   |
|                            | 487 600                    | 165 000                  | 117 000                   | 350 500                       | 140 000                 | 135 700                     | 29 000                     | 9 700                | 33 500              | 22 200                 | 1 490 200 |

werden sollen. Da aber der Stab eines Werkes von dessen Ausdehnung bestimmt wird, erscheint diese Aufteilung berechtigt.

Konto 9 enthält alle Ausgaben für Betriebsbedarfsmittel, welche durch den normalen Betrieb verursacht werden; Brennstoff für thermische Anlagen gehört dagegen nicht hieher, sondern ist unter den Arbeitskosten zu verbuchen. Für die übrigen Konti braucht die Zugehörigkeit nicht weiter begründet zu werden.

**Gruppe 1 mit Anlageteil A**

- » 2 » » A B
- » 3 » » A B C
- » 4 » » A B C D
- » 5 » » A B E F
- » 6 » » A B G

Da sich die Verteilung nur auf die Leistungskosten zu beziehen braucht, indem die Arbeitskosten pro kWh berechnet und somit ohne weiteres auf die einzelnen Abnehmergruppen verteilt werden können, so wird daher die Lösung der Aufgabe

naturgemäß auch in Abhängigkeit der von den einzelnen Gruppen beanspruchten Leistung zu suchen sein. Für den gesamten Betrieb ist der Tag der maximalen Belastung massgebend und es wird mit Vorteil zur Kostenverteilung auch das Diagramm dieses Tages als Berechnungsgrundlage herangezogen. Für das Verfahren im einzelnen haben sich mehrere Methoden herausgebildet, die im Nachstehenden kurz beschrieben werden sollen:

### 1. Die Spitzenteil-Methode.

Diese Berechnungsart geht davon aus, dass allen Abnehmergruppen ihre Anteile an den Gesamt-Leistungskosten der gemeinsam benützten Anlagen im Verhältnis ihrer Belastungen zur Zeit der Werk-höchstbelastung zu berechnen seien.

Das Verfahren ist sehr einfach. Es hat aber den Nachteil, auf einen kurzen Moment während eines einzigen Tages abzustellen und ist daher von verschiedenen Zufälligkeiten abhängig. Ferner wird z. B. eine Abnehmergruppe, die zur Zeit der Werkspitze keine Leistung beansprucht, zur Tragung von Leistungskosten nicht herangezogen. Es wird auch nicht berücksichtigt, ob die Leistung während kürzerer oder längerer Zeit beansprucht wird. Diese Methode ist daher vielfach geändert und ergänzt worden.

### 2. Abgeänderte Spitzenteil-Methode.

Die Abänderungen zielen alle darauf hin, die Zufälligkeiten, welche durch die Berücksichtigung einer einzigen Tagesbelastung entstehen, auszuschalten.

Strickler<sup>1)</sup> schlägt vor, die Leistungskosten auf das Sommer- und Winterhalbjahr zu verteilen und die Kostenverteilung nach den Leistungsanteilen an der Sommer- und Winterspitze vorzunehmen. Ein weiterer Vorschlag, von Rückwarth<sup>2)</sup>, geht dahin, die Leistungskostenverteilung monatlich vorzunehmen. Das erste Verfahren dürfte für Werke mit regelmässigem Verbrauch und einfachen Abnehmerverhältnissen (nur Grossabnehmer) genügend genaue Resultate geben. Das zweite Verfahren bedingt ein grosses Unterlagenmaterial.

### 3. Die Methode des «Phantom-Customer» von Hills.

Die Methode von Hills<sup>3)</sup> sucht die einzelnen Abnehmer nach Massgabe der Gebrauchsdauer ihres Maximums zum Tragen von Leistungskosten heranzuziehen. Dazu werden die Leistungskosten in Grund- und Spitzenteile unterteilt, wobei die Grösse des Grundanteiles durch die Differenz zwischen Spitzbelastung und mittlerer Jahresbelastung bestimmt wird. Es sei

|                   |   |
|-------------------|---|
| $P$               | höchste Gesamtbelastung des Werkes in kW.                                 |
| $P_1, P_2, \dots$ | Belastung der einzelnen Abnehmergruppen in kW zur Zeit des Maximums $P$ . |
| $K$               | Leistungskosten des Werkes in Franken.                                    |
| $K_G$             | Grundleistungskosten in Franken.  |
| $K_S$             | Spitzeneistungskosten in Franken.   |
| 8760              | Zahl der Stunden im Jahr.   |

<sup>1)</sup> Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| $A_{\max}$              | $P \cdot 8760 \text{ kWh}$ .   |
| $A$                     | tatsächliche Produktion (Umsatz) des Werkes in kWh.                        |
| $A_{t1}, A_{t2}, \dots$ | tatsächlicher Anteil der einzelnen Abnehmergruppen an der Produktion $A$ . |
| $k$                     | Anteil jeder kWh von $A_{\max}$ an den Leistungskosten.                    |

$$\text{Dann ist: } k = \frac{K}{A_{\max}} = \frac{K}{P \cdot 8760} \quad (1)$$

Da nun  $A_t$  aber kleiner ist als  $A_{\max}$ , so werden nicht die vollen Leistungskosten gedeckt, wenn jede kWh von  $A_t$  mit dem Kostenanteil  $k$  belastet wird, sondern nur die Grundleistungskosten

$$K_G = kA_t = k(A_{t1} + A_{t2} + \dots) < K \quad (2)$$

und es ist

$$K_S = K - K_G \quad (3)$$

Der Rest  $K_S$  entspricht dem Anteil derjenigen kWh, welche der «phantom-customer» abnehmen müsste, um die Produktion  $A_t$  auf  $A_{\max}$  zu ergänzen. Diese Spitzeneistungskosten werden nun auf diejenigen Abnehmergruppen verteilt, die zur Zeit des Maximums mehr als ihre Jahresschnittsleistung beanspruchen. Diese Durchschnittsleistung bestimmt sich zu:

$$P_{m1} = \frac{A_{t1}}{8760} \text{ usw.} \quad (4)$$

Damit ergeben sich die Anteile an den Spitzeneistungskosten für die einzelnen Abnehmergruppen wie folgt:

$$K_{S1} = \frac{(P_1 - P_{m1})}{(P_1 - P_{m1}) + (P_2 - P_{m2}) + \dots} \cdot K_S$$

$$K_{S2} = \frac{(P_2 - P_{m2})}{(P_1 - P_{m1}) + (P_2 - P_{m2}) + \dots} \cdot K_S$$

usw. (5)

wobei

$$K_S = K_{S1} + K_{S2} + \dots \text{ wird. Es ist also}$$

$$K = k \cdot (A_{t1} + A_{t2} + \dots) + K_{S1} + K_{S2} + \dots \quad (6)$$

Diese Methode ist ebenfalls mehrfach ausgebaut und ergänzt worden, da auch sie keine vollkommene Lösung des Problems ergibt. Als Nachteil ist besonders angeführt worden, dass ein reiner kurzzeitiger Spitzenenehmer pro kW weniger bezahle als ein Abnehmer mit grosser Benutzungsdauer.

### 4. Änderungen der Methode von Hills.

Oram und Robison<sup>4)</sup> gehen davon aus, dass die Verschlechterung des Belastungsfaktors  $m = 1$  nicht nur auf Ueberschreitungen der mittleren Jahresbelastung während der Spitzzeit, sondern auch auf Unterschreitungen während anderer Zeiten zurückzuführen ist. Die Rechnung des «phantom-customer» wird daher zerlegt in kWh-Flächen unter und über der mittleren Jahresbelastung, und jede Abnehmergruppe vorerst mit denjenigen Leistungs-

kosten belastet, welche auf Arbeitsmengen entfallen, die infolge Unterschreitung der mittleren Belastung nicht bezogen worden sind. Der Rest wird dann nach der Hillschen Methode ausgewertet.

Dieses Verfahren gibt eine gute Lösung, bedingt aber einen reichlichen Rechnungsaufwand.

### 5. Weitere Verteilungsmethoden.

Eisenmenger<sup>5)</sup> macht einen Vorschlag, nach welchem die Leistungskosten zerlegt werden:

in solche, die durch die ausschliesslich den einzelnen Abnehmergruppen zur Verfügung stehende Leistung verursacht werden, und

in solche, die durch die allen Abnehmergruppen gemeinsam zur Verfügung stehende Leistung verursacht werden.

Diese Methode steht wissenschaftlich sehr hoch. Ihre Verfeinerung bedingt aber auch ein Unterlagenmaterial, das bis ins kleinste genau den gestellten Voraussetzungen gerecht wird. Für den allgemeinen Gebrauch wird sie daher weniger in Betracht fallen.

Ein ganz interessantes Verfahren gibt Schneider<sup>6)</sup> an, wonach die Kurven der einzelnen Abnehmergruppen aufgeteilt und mit sogenannten Gütezahlen versehen werden. Sobald aber die Abgabeverhältnisse etwas komplizierter werden wie im vorliegenden Beispiel, so werden weitläufige Rechnungsarbeiten notwendig.

### 6. Die Mittelwert-Methode.

Aus der Betrachtung der verschiedenen Methoden für die Verteilung der Leistungskosten geht hervor, dass die Spitzenanteil-Methode wohl die geringste Auswertungsarbeit erfordert, dafür aber stark von Zufälligkeiten abhängig ist. Die Hillsche Methode erfasst die Abnehmer mehr nach ihrer Benützungsdauer, gibt aber vermehrte Rechenarbeit. Im folgenden ist nun ein Verfahren dargelegt, welches die Vorteile der beiden vorerwähnten Methoden zu kombinieren versucht.

Es wird analog der Hillschen Methode eine Aufteilung der Leistungskosten in Grund- und Spitzenleistungskosten vorgenommen. Diese Aufteilung wird aus dem Verhältnis der mittleren Jahresleistung zur Spitzenleistung berechnet. Die Verteilung der Grundleistungskosten auf die gemeinsam den gleichen Anlageteil benützenden Abnehmergruppen erfolgt dann im Verhältnis ihrer mittleren Jahresleistung, während die Spitzenleistungskosten

im Verhältnis der Spitzenleistungen verteilt werden. Bedeutet:

$P$  höchste Gesamtbelastung des Werkes in kW,  
 $P_1; P_2; \dots$  Belastung der einzelnen Abnehmergruppen in kW zur Zeit des Maximums  $P$ ,  
 $P_m; P_{m1}; P_{m2}; \dots$  mittlere Jahresbelastung des Werks und der einzelnen Abnehmergruppen =  $\frac{\text{kWh}}{8760}$ .

$K$  Leistungskosten des Werkes in Franken,  
 $K_G$  Grundleistungskosten in Franken,  
 $K$  Spitzenleistungskosten in Franken.

dann verhält sich:

$$\frac{K_G}{K} = \frac{P_{m1} + P_{m2} + \dots}{P_1 + P_2 + \dots} \quad (7)$$

woraus sich  $K_G$  ermitteln lässt. Hieraus ist weiter:

$$K_S = K - K_G \quad (8)$$

Es verhält sich dann:

$$\begin{aligned} K_G : K_{G1} : K_{G2} \dots &= P_m : P_{m1} : P_{m2} \dots \\ K_S : K_{S1} : K_{S2} \dots &= P : P_1 : P_2 \dots \\ &\text{usw.} \end{aligned} \quad (9)$$

Die Anteile der einzelnen Abnehmergruppen sind dann:

$$\begin{aligned} K_1 &= K_{G1} + K_{S1} \\ &\text{usw.} \end{aligned} \quad (10)$$

### 7. Die Berücksichtigung des Leistungsfaktors.

Der Einfluss des Verbrauches an Blindleistung kann für die Kostenberechnung ebenfalls herangezogen werden. Entsprechende Vorschläge finden sich in der Literatur<sup>7)</sup> bereits vor. Die einfachste Art der Berücksichtigung besteht darin, dass bei der Verteilung der Leistungskosten nicht der kW-Anteil, sondern der kVA-Anteil berücksichtigt wird. Es liesse sich auch eine getrennte Rechnung nach kW-Anteil und kVA · sin φ-Anteil durchführen. Der praktischen Ausführung stehen einerseits die gebräuchliche Tarifform, wonach nur der Wirkverbrauch berücksichtigt wird, und anderseits die für derartige Messungen zu wenig vollständigen Einrichtungen gegenüber. Im vorliegenden Beispiel ist deshalb verzichtet worden, näher darauf einzugehen.

### Die praktische Auswertung.

Für das betrachtete Beispiel finden sich in Tabelle II die aufgetretenen maximalen und mittleren Leistungen.

Zusammenstellung der Energiemengen und Leistungen.

Tabelle II.

| Gruppe | Abgegebene Energie in kWh |           |           | Anteil an der maximalen Leistung in kW |        | Mittlere Leistung in kW |        |        |
|--------|---------------------------|-----------|-----------|--|--------|-------------------------|--------|--------|
|        | Total                     | Sommer    | Winter    | Sommer                                 | Winter | Jahr                    | Sommer | Winter |
| 1      | 9 300 000                 | 5 100 000 | 4 200 000 | 3700                                   | 2700   | 1065                    | 1 165  | 960    |
| 2      | 12 500 000                | 5 750 000 | 6 750 000 | 1450                                   | 1300   | 1428                    | 1 310  | 1540   |
| 3      | 235 000                   | 91 000    | 144 000   | 400                                    | 70     | 27                      | 21     | 33     |
| 4      | 8 700 000                 | 3 400 000 | 5 300 000 | 1300                                   | 3280   | 990                     | 776    | 1210   |
| 5      | 1 700 000                 | 634 000   | 1 066 000 | 240                                    | 850    | 194                     | 145    | 244    |
| 6      | 615 000                   | 266 000   | 349 000   | 180                                    | 200    | 70                      | 61     | 80     |

ren Leistungen sowie die verbrauchten kWh der einzelnen Abnehmergruppen zusammengestellt. Fig. 2 und 3 zeigen die zugehörigen Tagesdiagramme der Sommer- und Winterbelastung. Auf

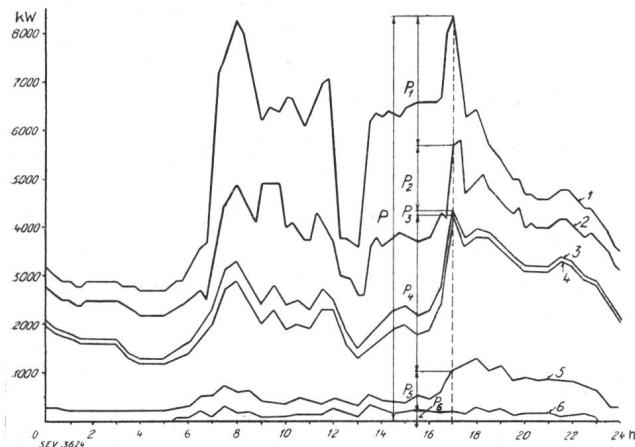


Fig. 2.

Diagramm der maximalen Winterbelastung.

$$\begin{aligned}
 P &= 8400 \text{ kW} & P_1 &= 3280 \text{ kW} \\
 P_1 &= 2700 \text{ kW} & P_2 &= 1300 \text{ kW} \\
 P_2 &= 1300 \text{ kW} & P_3 &= 70 \text{ kW} \\
 P_3 &= 70 \text{ kW} & P_4 &= 2700 \text{ kW} \\
 P_4 &= 8400 \text{ kW} & P_5 &= 850 \text{ kW} \\
 P_5 &= 850 \text{ kW} & P_6 &= 200 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

1-6 Abnehmergruppen

Grund der in Tabelle I zusammengestellten Leistungskosten wurden die Leistungskosten der einzelnen Abnehmergruppen nach verschiedenen Methoden bestimmt. Für die Auswertung wurde so vorgegangen, dass die Werkstattlekosten nur den Gruppen 2 bis 6 belastet wurden. Dagegen wurden die Aufwendungen für die Projektstudien auf sämtliche Abnehmergruppen verteilt. Im weiteren wurden die Aufwendungen für die öffentliche Beleuchtung im Verhältnis der von ihr bezogenen kWh-Mengen auf die Kosten für das Normalspannungs- und das Gleichstromnetz verteilt. Die Auswertung der Leistungskosten ergibt nun folgendes Bild:

Prozentanteil der Leistungskosten bei Berücksichtigung  
Tabelle III.

| Gruppe | nur des Winter-Diagrammes |          |            | des Sommer- und Winter-Diagramms |            |
|--------|---------------------------|----------|------------|----------------------------------|------------|
|        | Spitzen-Anteil            | Hills    | Mittelwert | Strickler                        | Mittelwert |
| 1      | (1) 11,4                  | (2) 11,4 | (3) 10,6   | (4) 11,9                         | (5) 10,3   |
| 2      | 8,1                       | 11,2     | 9,0        | 9,3                              | 14,6       |
| 3      | 0,6                       | 0,5      | 0,7        | 2,2                              | 1,2        |
| 4      | 52,8                      | 50,5     | 52,8       | 50,0                             | 48,3       |
| 5      | 23,9                      | 23,4     | 23,6       | 23,3                             | 22,5       |
| 6      | 3,2                       | 3,0      | 3,3        | 3,3                              | 3,1        |

Bei der Betrachtung dieser Tabelle fällt sofort auf, dass die Kolonnen 1 bis 3, wobei nur das Wintermaximum berücksichtigt wird, ziemlich übereinstimmende Resultate ergeben. Bei der Spitzenanteil-Methode wird Gruppe 2 mit dem während der Werksspitze reduzierten Bezug zu schwach belastet, während die Hillsche Methode einen zu grossen Kostenanteil ergibt. Die Mittelwert-Methode schafft hier einen guten Ausgleich.

Sobald das Sommerdiagramm mitberücksichtigt wird, entstehen grössere Differenzen (Kolonnen 4

und 5), indem durch zu hohe Sommerspitze der Gruppe 3 dieser zugunsten der kleinen Belastungen im Normalspannungs- und im Gleichstromnetz vermehrte Kosten aufgebürdet werden. Bei der halbjährlich ausgewerteten Mittelwert-Methode erhält auch die Gruppe 2 infolge der hohen mittleren Belastung einen hohen Kostenanteil.

Bei der speziellen Eigenart des betrachteten Werkes entspricht eine Verteilung, welche die Gruppen 1 bis 3 möglichst entlastet, den Verhältnissen am besten und es erfolge die Bestimmung der Selbstkosten daher nach der Mittelwert-Methode in Kolonne 3.

Die hierfür in Franken ausgedrückten Leistungskosten betragen für:

|          |                 |
|----------|-----------------|
| Gruppe 1 | Fr. 158 500.—   |
| » 2      | » 134 500.—     |
| » 3      | » 9 650.—       |
| » 4      | » 786 750.—     |
| » 5      | » 352 200.—     |
| » 6      | » 48 600.—      |
| Total    | Fr. 1 490 200.— |

Aus der Rechnung des Werkes ermitteln sich ferner die Arbeitskosten zu 2,91 Rp./kWh für Energiebezug und 2,04 Rp./kWh für die Abgabe an die

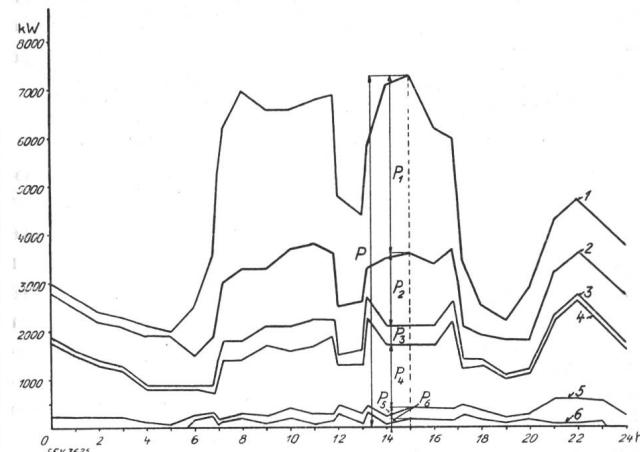


Fig. 3.  
Diagramm der maximalen Sommerbelastung.

$$\begin{aligned}
 P &= 7270 \text{ kW} & P_1 &= 1300 \text{ kW} \\
 P_1 &= 3700 \text{ kW} & P_2 &= 240 \text{ kW} \\
 P_2 &= 1450 \text{ kW} & P_3 &= 180 \text{ kW} \\
 P_3 &= 400 \text{ kW} & P_4 &= 3700 \text{ kW} \\
 P_4 &= 7270 \text{ kW} & P_5 &= 240 \text{ kW} \\
 P_5 &= 180 \text{ kW} & P_6 &= 240 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

1-6 Abnehmergruppen

Verwaltungsbehörden. Daraus ermitteln sich folgende Energiekosten für die einzelnen Abnehmergruppen unter Berücksichtigung der beanspruchten kW resp. der abgegebenen kWh für die Leistungskosten:

Tabelle IV.

| Gruppe | Leistungs-kosten |         | Arbeits-kosten |         | Leistungs-kosten |         | Arbeits-kosten |         |
|--------|------------------|---------|----------------|---------|------------------|---------|----------------|---------|
|        | Fr./kW           | Rp./kWh | Rp./kWh        | Rp./kWh | Fr./kW           | Rp./kWh | Fr./kW         | Rp./kWh |
| 1      | 58,7             | 4,95    | oder           | 1,7     | +                | 4,95    |                |         |
| 2      | 103,6            | 4,95    | „              | 1,08    | +                | 4,95    |                |         |
| 3      | 137,8            | 4,95    | „              | 4,1     | +                | 4,95    |                |         |
| 4      | 240,0            | 4,95    | „              | 9,04    | +                | 4,95    |                |         |
| 5      | 414,0            | 4,95    | „              | 20,7    | +                | 4,95    |                |         |
| 6      | 243,0            | 4,95    | „              | 7,9     | +                | 4,95    |                |         |

Wie nun das Werk seinen Tarif aus diesen Kosten bestimmt, ist an und für sich gleichgültig und gehört nicht in den Rahmen dieser Untersuchung. Es kann z. B. ein Grundgebührentarif angewendet werden, wobei die Verschiebung des Maximums mitberücksichtigt werden muss. Diese beträgt im vorliegenden Beispiel für Gruppe 1 zwischen Anteil an der Werkspitze und Gruppenhöchstbelastung 80 % und zwischen Gruppenhöchstbelastung und Maximum des Abnehmers 95 %. Dadurch würde sich der Grundgebührentarif ergeben zu:  $58,7 \cdot 0,80 \cdot 0,95 = \text{Fr. } 44.60/\text{kW}$  Grundpreis + 4,95 Rp./kWh Arbeitsgebühr.

Es kann aber auch ein Blocktarif angewendet werden, für den der mittlere kWh-Preis ebenfalls in Tabelle IV bestimmt ist. Für die Haushaltabnehmer wird es sich empfehlen, die abgegebene Energie in Licht- und Wärmeenergie zu zerlegen und die kWh-Preise so anzusetzen, dass bei der gegebenen Verteilung die benötigten Einkünfte resultieren.

#### Vergleichsrechnung.

Wenn nun noch der errechnete Preis mit den durch die bestehenden Tarife des Werkes erzielten Einnahmen verglichen wird, so ergibt sich folgendes Resultat:

| Gruppe | theoretische Preise | Effektive Einnahmen | Errechnet | Aenderung a) | Aenderung b) |
|--------|---------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
|        | Rp./kWh             | Rp./kWh             |           |              |              |
| 1      | 6,65                | 5,725               |           |              |              |
| 2      | 6,03                | 4,22                |           |              |              |
| 3      | 9,05                | 9,03                |           |              |              |
| 4      | 13,99               | 18,6                |           |              |              |
| 5      | 25,65               | 22,38               |           |              |              |
| 6      | 12,85               | 7,9                 |           |              |              |

Es zeigt sich daraus, dass die den Abnehmergruppen 1 und 2 abgegebene Energie für das Werk wohl die Selbstkosten deckt, aber nur einen geringen Ueberschuss für die Abgabe an die Stadtkasse abwirft. Durch eine Tarifreduktion der Gruppe 1 ist inzwischen ein Ausgleich gegenüber Gruppe 2 vorgenommen worden. Bei Gruppe 3 stimmen theoretischer und effektiver Preis überein. Gruppe 4 wird mit dem Ausfall an Gewinn, welcher bei den Abnehmergruppen 1 und 2 auftritt, über das theoretische Mass belastet. Da es sich hier hauptsächlich um die Haushaltbezüger mit kleinen Energierechnungen handelt, ist diese stärkere Belastung zulässig und für den einzelnen Bezüger leicht tragbar.

Die Gleichstrombezüger in Gruppe 5 bezahlen einen zu geringen Energiepreis. Dies erklärt sich dadurch, dass infolge fortschreitenden Umbaues der Konsum im Gleichstromnetz zurückgegangen ist, wobei aber die Leistungskosten für die nun überdimensionierte Anlage geblieben sind. Eine Erhöhung des Tarifes gegenüber dem Drehstromtarif lässt sich aber nicht rechtfertigen. Der Ausgleich muss daher intern in der Rechnung des Werkes

erfolgen. Die Abgabe an die Strassenbahn erfolgt innerhalb der kommunalen Verwaltung und der Preis wurde daher seinerzeit nach anderen Gesichtspunkten festgelegt.

Es sei noch untersucht, wie sich die Kosten verändern, wenn

- sämtliche Lohnkosten als Arbeitskosten gewertet werden;
- die Lohnkosten für die Umformer- und Strassenbahn anlage bei den Leistungskosten verbleiben, dagegen die restlichen Lohnkosten als Arbeitskosten gewertet werden.

Die entsprechenden Resultate finden sich in Tabelle V zusammengestellt:

Tabelle V.

| Gruppe | Energiekosten in Rp./kWh |              |              |
|--------|--------------------------|--------------|--------------|
|        | Errechnet                | Aenderung a) | Aenderung b) |
| 1      | 6,55                     | 7,14         | 7,03         |
| 2      | 6,03                     | 6,47         | 6,36         |
| 3      | 9,05                     | 9,15         | 9,04         |
| 4      | 13,99                    | 13,35        | 13,24        |
| 5      | 25,65                    | 23,75        | 25,65        |
| 6      | 12,85                    | 11,25        | 12,99        |

Es ist daraus ersichtlich, dass mit dem wechselnden Verhältnis von Leistungsanteil zu abgesetzter Energie, d. h. mit stark variierender Benutzungsdauer sofort grössere Verschiebungen im Energiepreis auftreten. Eine Aenderung nach a) würde den Verhältnissen des betrachteten Werkes in keiner Weise gerecht, während eine Aenderung nach b) eher entsprechen dürfte; immerhin ist Gruppe 1 zu stark belastet.

Im ganzen genommen kann gesagt werden, dass die vorhandene Buchungsart eine genügend genaue Selbstkostenberechnung erlaubt. Es zeigt sich aber deutlich die Notwendigkeit, alle entstehenden Kosten nach Möglichkeit zu unterteilen und richtig zu buchen, damit die Selbstkostenberechnung auch den Anspruch auf die gewünschte Genauigkeit und Zweckmässigkeit erheben kann.

#### Literatur.

- Dr. A. Strickler, Die Selbstkosten für Abgabe elektrischer Energie, Bull. SEV 1928, S. 413.
- Dr. H. Rückwardt, Methoden der Verteilung fester Kosten, Vereinigung d. EW 1926.
- H. W. Hills, Proposed allocation of demand costs, Electr. Wld. NY., Vol. 90, 1927, S. 249.
- J. Oram und H. H. Robison, The complete peak method, Electr. Wld. NY., Vol. 92, 1928, S. 359.
- Eisenmenger/Arnold, Stromtarife der Elektrizitätswerke, Oldenbourg, 1929.
- Prof. R. Schneider, Ein praktisches Verfahren zur Verteilung der festen Kosten, ETZ 1932, S. 174.
- Dr. H. Nissel, Der Einfluss des  $\cos \varphi$  auf die Tarifbildung, Springer, 1929; R. Rolland, Einfluss des Leistungsfaktors auf die Tarifbildung, ETZ 1925, S. 289.