

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 9 (1916-1917)

**Heft:** 13-14

  

**Artikel:** Die Kosten der Verteilung elektrischer Energie im Vergleich zu den Erzeugungskosten

**Autor:** Strickler, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-920624>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.01.2025

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

### Inhaltsverzeichnis:

Die Kosten der Verteilung elektrischer Energie im Vergleich zu den Erzeugungskosten. — Der Schweiz. Wasserwirtschaftsverband zur Einführung der Sommerzeit, sowie der Ergreifung anderer wirtschaftlicher Massnahmen. — Verwertung der Wasserkräfte am obern Linth- und Sernftgebiet. — Bootshaus des Zürcher Jachtklub. — Schweiz. Wasserwirtschaftsverband. — Tessinischer Wasserwirtschaftsverband. — Wasserrecht. — Wasserkraftausnutzung. — Schifffahrt und Kanalbauten. — Elektrochemie. — Geschäftliche Mitteilungen. — Zeitschriftenschau. — Comunicazione dell'Associazione Ticinese. — Mitteilungen des Linth-Limmatverbandes.

## Die Kosten der Verteilung elektrischer Energie im Vergleich zu den Erzeugungskosten.

Von Ing. Dr. A. Strickler, Zürich.

In den Spalten dieser Zeitschrift wurde schon des öfters darauf hingewiesen, in welcher hohen Masse der Ausnutzungsgrad unserer Wasserkraftwerke bestimmd ist für die Höhe der Gesteungskosten der erzeugten Energie. Bei fast allen Fabrikations-Industrien, wo die Rohstoffkosten einen wesentlichen, oder sogar den überwiegenden Anteil der jährlichen totalen Produktionskosten ausmachen, sind diese stark abhängig von der Produktionsgrösse. Im Gegensatz dazu sind bei Wasserkraft-Elektrizitätswerken die totalen Jahreskosten nur in sehr geringem Grade von der Produktionsgrösse abhängig, so dass hier die Gesteungskosten für die Einheit des Produktes, die Kilowattstunde, nahezu umgekehrt proportional der Menge der erzeugten Energie werden. Das Bestreben nach Verbilligung der elektrischen Energie muss sich daher zu einem grossen Teil auf die Möglichkeit einer Steigerung der Produktionsgrösse der Zentrale, d. h. auf eine bessere Ausnutzung der installierten Maschinenleistung stützen. Nun herrschen aber in vielen Kreisen oft übertriebene Vorstellungen darüber, wie weit eine solche Verbilligung der Erzeugung eine Ermässigung der Energiepreise ermöglichen kann, indem häufig die grossen Kosten der Energie-Verteilung bedeutend unterschätzt werden.

Bei den meisten unserer städtischen Elektrizitätswerke und denjenigen Überlandwerken, die sich mit der Detail-Verteilung der Energie befassen, sind die mittlern Kosten der Übertragung und Verteilung das Mehrfache derjenigen der Erzeugung der Energie.

Es sei der Zweck der vorliegenden Arbeit, dies an einigen Beispielen zu zeigen. Aus der grossen Zahl unserer schweizerischen Werke konnten natürlich nur einige typische Fälle herausgegriffen werden, bei denen es möglich war, vermittelst der nachfolgend erläuterten Methoden die gesamten Gesteungskosten in solche der Erzeugung und solche der Verteilung zu zergliedern. Als Grundlagen dienten lediglich die veröffentlichten Jahresberichte der betreffenden Unternehmungen; es sei mir an dieser Stelle gestattet, den Werkleitungen für die freundliche Überlassung der Jahresberichte meinen besten Dank auszusprechen. Es sei auch hervorgehoben, dass mit den nachfolgenden wirtschaftlichen Vergleichen durchaus keine

Kritik an der Leitung dieser Unternehmungen verbunden sein soll; die Vergleichsziffern sind ja charakteristisch für die wirtschaftliche Struktur der Absatzgebiete, und nicht etwa ein Maßstab für die Güte der Leitung der Werke.

So weit als möglich sind alle Ziffern auf gleicher Basis aufgebaut; die Einnahmen für Zählermiete sind zum Beispiel in den Strom-Einnahmen inbegriffen, die Erträge aus Installationsgeschäften dagegen nicht. Trotzdem konnten nicht alle kleinen Nebenumstände in genau gleicher Weise berücksichtigt werden, so dass die Vergleiche nur innert gewissen Grenzen durchführbar sind. Namentlich waren die Baukapitalien, das heisst die ursprünglichen Anlagekosten nicht immer mit gleicher Sicherheit festzustellen, da aus den Jahresberichten gewisser Werke die bisher gemachten Abschreibungen nicht genau ersichtlich sind.

Es werden folgende Bezeichnungen verwendet:

$E_1$ . . . .	Erzeugung der Zentrale in kWh. pro Jahr resp. Bezug von Strom.
$E_2$ . . . .	Abgabe an die Abonnenten in kWh. pro Jahr.
$E'$ . . . .	Energieverlust im Netz in kWh. pro Jahr.
$\eta = \frac{E_2}{E_1}$ . . . .	Wirkungsgrad des Netzes.
$K_a'$ . . . .	Anlagekosten der Zentrale in Franken.
$K_a''$ . . . .	Anlagekosten des Netzes (Übertragungs- und Verteilungsanlagen).
$L$ . . . .	installierte Maschinenleistung in der Zentrale in kW.
$A$ . . . .	Anschlussäquivalent aller an das Netz angeschlossenen Stromverbraucher in kW.
$k_a' = \frac{K_a'}{L}$ . . . .	Anlagekosten der Zentrale pro Einheit der installierten Leistung, in Fr./kW.
$k_a'' = \frac{K_a''}{A}$ . . . .	Anlagekosten des Netzes pro Einheit der angeschlossenen Leistung, in Fr./kW.
$T_M = \frac{E_1}{L}$ . . . .	mittlere jährliche Betriebsdauer der Zentrale, in Stunden.
$T_A = \frac{E_1}{A}$ . . . .	mittlere jährliche Benützungsdauer der Anschlüsse, in Stunden.
$p''$ . . . .	Jahreskosten des Netzes (exkl. Strombezug) als Bruchteil der Anlagekosten.
$K_1$ . . . .	Jahreskosten für Erzeugung resp. Bezug der Energie.
$K_2$ . . . .	Jahreseinnahmen für verkaufte Energie.
$K_v$ . . . .	Jahreskosten für Übertragung und Verteilung der Energie.
$k_1 = \frac{K_1}{E_1}$ . . . .	Erzeugungskosten pro kWh. der erzeugten Energie.
$k_2 = \frac{K_2}{E_2}$ . . . .	Einnahme pro kWh. der abgegebenen Energie = totale Gesteungskosten der abgegebenen Energie.*)

\*) Der „Reingewinn“ wird als in diesen totalen Gesteungskosten inbegriffen betrachtet.

$$k_v' = \frac{K_v}{E_1} \dots \text{Verteilungskosten pro erzeugte Kilowattstunde.}$$

$$k_v'' = \frac{K_v}{E_2} \dots \text{Verteilungskosten pro abgegebene Kilowattstunde.}$$

Ein erster Vergleich soll zwischen den Grössen  $K_1$  und  $K_v$  durchgeführt werden, indem für die ausgewählten Werke das Verhältnis

$\frac{K_v}{K_1}$  ermittelt wird, d. h. der Quotient aus den jährlichen totalen Verteilungskosten und den Erzeugungs- resp. Strombezugskosten.

Bei Unternehmungen, die ausschliesslich elektrische Energie verteilen, ist die Ermittlung dieser Zahlen relativ einfach; in Tabelle 1 sind die Kosten des Strombezuges und die übrigen Jahreskosten in Prozenten der Anlagekosten der Verteilungsanlagen dargestellt, woraus der Quotient  $\frac{K_v}{K_1}$  gefunden werden kann. Die gleiche Methode kann auch sinngemäss angewendet werden für Unternehmungen gemischter Art, d. h. solche, welche die zu verteilende Energie in eigenen Kraftwerken erzeugen. Die ganze Unternehmung wird dann gewissermassen in zwei Teile zerlegt, von denen der eine, die Verteilungs-Unternehmung, die Energie vom andern, dem Kraftwerk bezieht. Die Zahlen in Tabelle 1 gelten für die supponierte Verteilungsunternehmung.

Für die städtischen Werke von Basel, Luzern, Zürich und St. Gallen liegt das Verhältnis  $\frac{K_v}{K_1}$  zwischen 2 und 4; bei Schaffhausen ist es nur 0,9. In letzterer Stadt überwiegen die Anschlüsse für Grosskraft, welche bedeutend geringere Kosten verursachen als Lichtnetze. Die Bedeutung dieses Umstandes wird später noch klarer ersichtlich werden.

Bei den Überlandwerken sind die Werte  $\frac{K_v}{K_1}$  im allgemeinen wesentlich niedriger als bei städtischen Stromversorgungen. Dies beruht zu einem grossen Teile darauf, dass diese Werke unter ihren Abonnenten eine Reihe Wiederverkäufer (Gemeinde-Elektrizitätswerke, Genossenschaften) zählen, so dass bei ihnen selbst noch nicht sämtliche Kosten der Energie-Verteilung erscheinen.

Nach dieser vorläufigen Orientierung über die Grössenordnung der Verteilungskosten gegenüber denjenigen der Erzeugung soll versucht werden, dieselben auf die Einheit der verteilten Energiemenge, auf die Kilowattstunde zu beziehen. Dies kann auf zwei Arten geschehen:

1. indem man diese Kosten auf die erzeugte,
2. indem man sie auf die abgegebene Kilowattstunde berechnet.

Nach den eingeführten Bezeichnungen auf Seite 70 ist

$$K_1 = k_1 \cdot E_1$$

$$K_v = k_v' \cdot E_1$$

$$K_2 = k_2 \cdot E_2$$

Durch Benützung der Grundbeziehung zwischen Strom-Einnahmen und Ausgaben für Strombezug und Verteilung:

$$K_2 = K_1 + K_v$$

ergibt sich eine weitere Gleichung

$$k_1 \cdot E_1 + k_v' E_1 = k_2 E_2$$

Löst man diese nach der Grösse  $k_v'$  auf, so erhält man:

$$k_v' = \frac{k_2 E_2 - k_1 E_1}{E_1} = k_2 \frac{E_2}{E_1} - k_1$$

Da aber  $\frac{E_2}{E_1} = \eta =$  dem Wirkungsgrad des Netzes ist, wird

$$k_v' = \eta \cdot k_2 - k_1 \quad \text{I.}$$

Das Produkt  $\eta k_2$  bedeutet die mittlere Stromeinnahme pro erzeugte Kilowattstunde.

Bezieht man jedoch die Verteilungskosten auf die Einheit der an die Abonnenten abgegebenen Energie, so ist

$$K_v = k_v'' E_2$$

$$k_1 E_1 + k_v'' E_2 = k_2 E_2$$

$$k_v'' = \frac{k_2 E_2 - k_1 E_1}{E_2} = k_2 - k_1 \frac{E_1}{E_2}$$

$$k_v'' = k_2 - \frac{k_1}{\eta} = \frac{k_v'}{\eta} \quad \text{II.}$$

Sind für eine Unternehmung der mittlere Verkaufspreis  $k_2$ , der Bezugspreis  $k_1$  und der Wirkungsgrad  $\eta$  der Verteilungsanlagen bekannt, so lassen sich die zwei Werte  $k_v'$  und  $k_v''$  berechnen. Alle diese Einheitszahlen müssen bei einer bestimmten Unternehmung im allgemeinen von Jahr zu Jahr schwanken, denn einerseits sind die Kosten der Energieerzeugung pro kWh. von einer Reihe von Umständen abhängig, die sich im Laufe der Zeit ändern; andererseits bedeutet  $k_2$  nur einen Mittelwert, der auch bei gleichbleibenden Tarifen sich ändert, sobald die Stromabgabe nach einer Tarifart sich stärker oder schwächer entwickelt, als der Stromkonsum einer andern Art. Es sei daher ausdrücklich bemerkt, dass anhand dieser Ziffern ein Vergleich über die Stromverkaufspreise in verschiedenen Städten nicht möglich ist; es ist auch nicht der Zweck der vorliegenden Arbeit, über Tarife zu diskutieren.

Der Vollständigkeit halber sei auch noch eine dritte Betrachtungsweise der Verteilungskosten entwickelt. Berücksichtigt man nämlich den Umstand, dass infolge der Energieverluste in den Verteilungsanlagen die Zentrale eine grössere Energiemenge erzeugen muss, als wenn diese Verluste nicht vorhanden wären, so wird man darauf geführt, die Kosten für diese Mehrerzeugung ebenfalls als Verteilungskosten zu betrachten. Dabei wird allerdings die vereinfachende Annahme gemacht, dass die Erzeugungskosten  $k_1$  der entsprechend kleinern Zentrale die gleichen bleiben.

Tabelle 1.

Jahr	Werk	Energie- Erzeugung resp. -Bezug in Millionen kWh.	Jahreskosten der Netze in % des ursprünglichen Anlagekapitals derselben					Strom- kosten in % der totalen Jahres- kosten	$\frac{K_v}{K_1}$
			Zins-, Gewinn und Abschrei- bungen	Direkte Be- triebskosten (Rep., Be- dienung) u. Verwaltung	Totale Netz- kosten	Strom- bezug	Totale Jahres- kosten in % von $K_a$		
1915	Elek.-Werk der Stadt St. Gallen . . . . .	6,6	12,6	4,2	16,8	5,2	22,0	23,6	3,30
1913	" " " " Luzern . . . . .	6,7	12,4	6,0	18,4	7,7	26,1	29,5	2,38
1915	" " " " Schaffhausen . . . . .	13,3	13,8	5,2	19,0	21,0	40,0	52,5	0,90
1915	" " " " Basel . . . . .	31,3	12,8	5,1	17,9	4,7	22,6	20,8	3,8
1913	" " " " Zürich*) . . . . .	73	10,4	4,5	14,9	4,1	19,0	21,6	3,65
1913	" " " " Zürich, nur Stadtgebiet	31,9	10,5	5,3	15,8	5,5	21,3	25,8	2,87
1913	Elektrizitätswerk des Kantons St. Gallen .	14,1	10,7	2,8	13,5	10,5	24,0	43,7	1,29
1915	Zentralschweizerische Kraftwerke A.-G. . .	17,4	7,9	2,6	10,5	12,0	22,5	53,5	0,87
1914/15	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich . .	36,8	10,7	4,6	15,3	11,2	26,5	42,5	1,35
1915	Bernische Kraftwerke A.-G. . . . .	77,7	7,3	3,7	11,0	21,5	32,5	66,0	0,515

\*) Inklusive Stromabgabe an die Karbidfabrik Thusis und an die kantonalen Werke von St. Gallen und Zürich.

Tabelle 2.

Jahr	Werk	$k_1$ Cts. kWh.	$k_2$ Cts. kWh.	$\eta$	$k_{v'}$ Cts. kWh.	$\frac{k_{v'}}{k_1}$	$k_{v''}$ Cts. kWh.	$k_{v^*} = k_2 - k_1$	$\eta k_2$
1915	Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen . . .	4,3	24,6	0,75	14,2	3,30	18,9	20,3	18,5
1913	" " " " Luzern . . . . .	5,0	22,2	0,755	11,8	2,36	15,7	17,2	16,8
1915	" " " " Schaffhausen . . .	2,7			2,4	0,89			5,1
1915	" " " " Basel . . . . .	1,9	11,2	0,805	7,2	3,80	9,0	9,3	9,1
1915	" " " " Basel und Kraftwerk Augst*)	2,0			4,7	2,35			6,7
1913	" " " " der Stadt Zürich . . . . .	1,25			4,55	3,65			5,8
1913	" " " " der Stadt Zürich, nur Stadtgebiet	3,0**)	14,3	0,80	8,4	2,80	10,5	11,3	11,4
1913	Elek.-Werk der Gemeinde Buchs (St. Gallen)	5,8			3,7	0,64			9,5
1913/14	" " " " St. Moritz (Engadin)	10,1			5,9	0,58			16,0
1912/13	" " " " Pontresina A.-G. . . . .	16,0			7,3	0,45			23,3
1913	Elektrizitätswerk des Kantons St. Gallen .	4,1			5,2	1,27			9,3
1915	Zentralschweizerische Kraftwerke, A.-G. . .	3,4			2,9	0,86			6,3
1914/15	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich . .	3,7			5,0	1,35			8,7
1915	Bernische Kraftwerke . . . . .	2,8			1,45	0,52			4,25

\*) Das Kraftwerk Augst liefert Strom an das Elektrizitätswerk der Stadt Basel und ausserdem an den Kanton Baselland.

\*\*) Gesteungskosten im Primärnetz der Stadt, enthalten die Übertragungskosten Sils-Zürich.

Tabelle 3.

Jahr	Werk	Erzeugungs-Anlagen				Übertragungs- und Verteilungsanlagen				
		$k_a'$	$p'$	$T$	$k_1 = \frac{k_a' \cdot p'}{TM}$	$k_a''$	$p''$	$T_A$	$k_{v'} = \frac{k_a'' \cdot p''}{T_A}$	Lichtanschluss
		Fr./kWh.	%	Stunden pro Jahr	Cts./kWh	Fr./kWh.	%	Stunden pro Jahr	Cts./kWh.	Totalanschluss
1915	Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen . . . . .				4,3	535	16,8	635	14,2	
1913	" " " " Luzern . . . . .				5,0	535	18,4	830	11,8	0,63
1915	" " " " Schaffhausen . . . . .	950	10,0	3500	2,7	200	19,0	1580	2,4	0,16
1915	" " " " Basel*) . . . . .					475	17,8	1170	7,2	0,35
1915	Kraftwerk Augst (Basel)	760	8,2	3100	2,0					
1913	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich*) . . . . .	540	10,0	4300	1,25					
1913	" " " " der Stadt Zürich, nur Stadtgebiet					550	15,8	1030	8,4	0,38
1913	Elektrizitätswerk Buchs (St. Gallen) . . . . .	2100	9,0	3250	5,8	590	12,0	1900	3,7	
1913	Elektrizitätswerk des Kantons St. Gallen . .				4,1	560	13,5	1480	5,2	
1915	Zentralschweizerische Kraftwerke A.-G. . .				3,4	520	10,5	1890	2,9	0,195
1914/15	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich . . .				3,7	225	15,3	690	5,0	0,25
1915	Bernische Kraftwerke . . . . .	640	8,3	1900	2,8	228	11,0	1660	1,45	ca. 0,15
1915/16	Nordostschweizerische Kraftwerke . . . . .	640	10,5	3300	2,03					

\*) Die kalorischen Reservekraftstationen sind bezüglich des Wertes  $k_a$  zu den Verteilungsanlagen gerechnet worden; den Werten  $k_a''$  und  $T_A$  wurde das Anschlussäquivalent am Ende des Jahres zugrunde gelegt.

Die totalen Verteilungskosten  $k_v^*$  sind dann:

$$k_v^* = \frac{k_v'' E_2 + k_1 E'}{E_2} = k_v'' + k_1 \frac{E'}{E_2} = k_v'' + k_1 \frac{E_1 - E_2}{E_2}$$

$$= k_2 - \frac{k_1}{\eta} + k_1 \left( \frac{1}{\eta} - 1 \right)$$

$$k_v^* = k_2 - k_1 \quad \text{III.}$$

In Tabelle 2 sind die drei Grössen  $k_v'$ ,  $k_v''$  und  $k_v^*$  für eine Reihe von Werken enthalten; der Wirkungsgrad  $\eta$  der Netze war allerdings nicht für alle angeführten Unternehmungen aus den veröffentlichten Jahresberichten ersichtlich, so dass sich die Diskussion lediglich auf den Wert  $k_v'$  beschränken muss.

Dieser Mittelwert  $k_v'$  stellt sich laut Tabelle 2 bei der Mehrzahl der städtischen Werke höher als  $k_1$ , d. h. die mittlern Kosten der Verteilung für die erzeugte Kilowattstunde sind hier grösser als die Kosten der Erzeugung; dasselbe ist der Fall bei zweien von den vier angeführten Überlandwerken, während bei den kleinen Gemeindewerken von Buchs, St. Moritz und Pontresina die Kosten der Erzeugung (in eigenen Zentralen) überwiegen. Bei den zwei letztern sind aber die Werte  $k_v'$  absolut genommen doch nahezu so hoch wie in den grossen Städten Basel und Zürich. Dagegen sind bei den kleinen Werken die Erzeugungskosten viel höhere als bei den grossen, mit Ausnahme von Buchs, das einen selten günstigen Fall bildet. Die hier angeführten Ziffern bilden daher eine Erklärung der Zentralisationsbestrebungen auf dem Gebiete der Energieerzeugung.

Das Verhältnis  $\frac{k_v'}{k_1}$ , das sich aus Tabelle 2 ergibt, muss übereinstimmen mit den Verhältniswerten in der letzten Kolonne der Tabelle 1, denn

$$\left. \begin{array}{l} k_1 = \frac{K_1}{E_1} \\ k_v' = \frac{K_v}{E_1} \end{array} \right\} \text{somit } \frac{k_v'}{k_1} = \frac{K_v}{K_1} \quad *)$$

Noch wesentlich grösser als die Werte von  $k_1$  sind diejenigen von  $k_v^*$ , die totalen Verteilungskosten pro abgegebene Kilowattstunde. Für die Werke der grössern Städte liegt diese Zahl zwischen 9 und 20 Cts./kWh.

Die Gleichungen I, II und III geben uns die Möglichkeit, die Kosten der Verteilung zu berechnen, wenn die Erzeugungskosten und der mittlere Verkaufspreis bekannt sind. Einen Einblick in die Grundfaktoren, welche die Höhe der Verteilungskosten bestimmen, erhält man erst durch Berücksichtigung der Grössen  $k_a''$ ,  $p''$  und  $T_A$ , wie sie auf Seite 70 definiert sind. Zwischen diesen und der Grösse  $k_v'$  besteht eine Beziehung, die auf folgende Weise leicht abgeleitet werden kann:

$$k_v' = \frac{K_v}{E_1} = \frac{p'' \cdot K_a''}{A \cdot T_A} = \left( \frac{K_a''}{A} \right) \cdot \frac{p''}{T_A} = \frac{k_a'' \cdot p''}{T_A} \quad \text{IV.}$$

Die mittlern Verteilungskosten pro erzeugte kWh. sind somit proportional zu den Anlagekosten des

\*) Kleine Abweichungen liegen im Auf- oder Abrunden der Zwischenresultate begründet.

Netzes pro Kilowatt Anschluss, proportional zum Jahreskostenkoeffizient, und umgekehrt proportional zur mittlern jährlichen Betriebs- oder Benützungsdauer des totalen Anschlussäquivalentes, berechnet auf die ins Netz eingeführte Energiemenge  $E_1$ . In gleicher Weise kann eine entsprechende Beziehung gefunden werden für die Grösse  $k_v''$ .

$$k_v'' = \frac{k_v'}{\eta} = \frac{k_a'' \cdot p''}{\eta \cdot T_A} \quad \text{V.}$$

In dieser Gleichung bedeutet das Produkt  $\eta \cdot T_A$  die jährliche Benützungsdauer des Anschlussäquivalentes, bezogen auf die von den Abonnenten verbrauchte Energiemenge  $E_2$ , denn

$$\eta T_A = \eta \cdot \frac{E_1}{A} = \frac{E_2}{A}$$

Schliesslich kann auch  $k_v^*$  in dieser Weise dargestellt werden:

$$k_v^* = k_v'' + k_1 \left( \frac{1}{\eta} - 1 \right) = \frac{k_a'' \cdot p''}{\eta T_A} + \frac{k_a' p'}{T_M} \left( \frac{1}{\eta} - 1 \right) \quad \text{VI.}$$

(Die Grössen  $k_a'$ ,  $p'$  und  $T_M$  beziehen sich auf die Zentrale, s. Definitionen Seite 70.)

Aus Tabelle 3 ist zu ersehen, dass sowohl die Anlagekosten pro kW., als auch die mittlere Benützungsdauer innert weiten Grenzen schwanken, während die Verschiedenheit des Jahreskostenkoeffizienten  $p''$  geringer ist.

Vergleichen wir zunächst die städtischen Werke unter sich: die  $p''$  Werte sind nahezu dieselben;  $k_a''$  liegt zwischen 200 und 550 Fr./kW., und  $T_A$  ändert sich von 635 bis 1580 Stunden pro Jahr. Die Ursache dieser Unterschiede liegt hauptsächlich im verschieden hohen Anteil der Lichtanschlüsse am totalen Anschlussäquivalent; diese Ziffer ist laut Tabelle 3 für Schaffhausen am kleinsten, für Luzern relativ hoch. Wie schon in der Einleitung dieser Arbeit bemerkt wurde, drückt sich die wirtschaftliche Struktur der betreffenden Stadt in den Vergleichsziffern aus; und in der Tat sind Schaffhausen und Luzern gewissermassen zwei Gegensätze: jenes vorwiegend Industriestadt mit Grosskraftabonnenten, dieses mehr Fremdenzentrum mit viel Lichtstromkonsum. Mittlere Stellungen nehmen die Werke von Basel und Zürich ein. Lichtverteilungsnetze sind also in grössern Städten nicht nur ungünstiger als Kraftnetze in bezug auf Benützungsdauer, sondern sie sind auch in den Anlagekosten teurer. Die Unterschiede, die durch verschiedene Stromarten bedingt werden (z. B. ob Gleichstrom oder Einphasenwechselstrom für Lichtnetze etc.) sind mehr sekundärer Art.

Schwieriger zu vergleichen sind die Überlandwerke, weil hier bei jeder Unternehmung wieder ganz besondere Verhältnisse vorliegen. Im allgemeinen ist jedoch der Jahreskostenkoeffizient  $p''$  kleiner als bei städtischen Werken, und zwar sind laut Tabelle 1 sowohl die direkten Betriebskosten, als auch die Kapitalkosten geringer. Ebenso ist auch die Benützungsdauer im Durchschnitt höher als bei städtischen Werken,

Tabelle 4.

Jahr	1910	1911	1912	1913	1914	1915	
<b>Stadt St. Gallen</b>							
$k_2 =$	28,0	27,1	27,5	25,8	24,6	24,6	Cts./kWh.
$k_2 - k_1 =$	25,0	23,0	24,1	22,0	21,5	20,3	Cts./kWh.
$k_a'' =$	570	570	500	505	550	535	Fr./kW.
$T_A =$	535	665	720	655	635	635	h.
<b>Stadt Basel</b>							
$k_2 =$	17,0	15,8	13,0	10,2	10,8	11,2	Cts./kWh.
$k_2 - k_1 =$		ca. 13	10,2	8,3	8,9	9,3	Cts./kWh.
$k_a'' =$		720	635	540	510	475	Fr./kW.
$T_A =$		980	1230	1500	1300	1170	h.
<b>Stadtgebiet Zürich</b>							
$k_2 =$	17,8	16,2	14,8	14,3	12,6	11,4	Cts./kWh.
$k_2$ für Licht	53,5	53,0	46,5	44,0	44,5	40	Cts./kWh.
$k_a'' =$	710	630	595	550	525	530	Fr./kW.
Lichtnetz $\eta T_A =$	317	330	300	355	330	290	h.
<b>Kanton Zürich</b>	1909/10	1910/11	1911/12	1912/13	1913/14	1914 15	
$\eta k_2 =$	6,7	7,1	7,5	8,0	7,7	8,7	Cts./kWh.
$k_a'' =$	315	285	282	256	222	225	Fr./kW.
$T_A =$	1130	1030	1020	890	810	690	h.
$p'' =$	9,3	11,0	13,0	14,2	15,2	15,3	%
<b>Bernische Kraftwerke</b>	1910	1911	1912	1913	1914	1915	
$\eta k_2 =$	3,7	4,3	4,9	5,0	4,5	4,2	Cts./kWh.
$k_a'' =$	290	300	360	306	258	228	Fr./kW.
$T_A =$	2230	1980	1920	1790	1790	1660	h.
<b>Zentralschweiz. Kraftwerke</b>							
$\eta k_2 =$		5,4	5,8	6,4	6,7	6,3	Cts./kWh.
$k_a'' =$			ca. 600	600	560	520	Fr./kW.
$T_A =$		3000	2580	2430	1930	1890	h.

was zum Teil aber darauf zurückzuführen ist, dass bei einigen Überlandwerken, die Strom an Wiederverkäufer liefern, nicht die Gesamtleistung der eigentlichen stromverbrauchenden Apparate, sondern die Transformatorenstärke als Anschlussäquivalent angegeben wird. Letztere ist aber meistens bedeutend kleiner als die Summe der Apparate-Leistungen, so dass die Benützungsdauer höher erscheint. Bei den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich werden aber die eigentlichen Anschlüsse auch in den Netzen der Wiederverkäufer gezählt, der kleine Wert von  $T_A = 690$  Stunden ist daher auf diesen Umstand zurückzuführen. Gleichzeitig muss auch der Wert  $k_a''$  gering erscheinen zum Beispiel gegenüber Kanton St. Gallen. Auch bei dieser Gelegenheit sei wieder hervorgehoben, dass diese Ziffern durchaus keinen Maßstab bilden können für eine kritische Vergleichung im finanziell wirtschaftlichen Sinne.

Der Vollständigkeit halber sind in Tabelle 3 bei einigen Werken auch Anlagekosten, Jahreskostenkoeffizient und Betriebsdauer der Zentralen angeführt. Deren Ausnützung ist meistens eine wesentlich höhere als diejenige der Verteilungsanlagen, weil die installierte Maschinenleistung im allgemeinen kleiner gehalten werden kann als die Summe aller Anschlussleistungen.

Es dürfte von Interesse sein, die Entwicklung einiger massgebender Zahlen während der letzten Jahre zu verfolgen. Aus Tabelle 4 ist ersichtlich,

dass sich die mittleren totalen Gestehungskosten  $k_2$  bei den städtischen Werken von 1910 bis 1915 mehr oder weniger ermässigt haben, und dies hauptsächlich aus dem Grunde, weil die mittleren Verteilungskosten  $k_p^*$  geringer geworden sind. Die Mittelwerte  $k_2$ , als Strom-einnahmen betrachtet sind nicht nur darum geringer geworden, weil der Anteil der motorischen Anschlüsse mit an sich niedrigen Tarifen sich stärker entwickelt hat als derjenige der Lichtanschlüsse, sondern zum Teil auch direkt infolge von Tarifiermässigungen (Lichtstrom in Zürich).

Die mittlern Verteilungskosten haben sich ihrerseits darum günstig entwickelt, weil die Anlagekosten pro Leistungseinheit der Anschlüsse gesunken sind, während die Ausnützung nicht überall wesentlich zugenommen hat (im Lichtnetz Zürich eher abgenommen, s. T. 4; in Basel seit 1913 wieder abgenommen).

Einen andern Verlauf scheint die Entwicklung bei den Überlandwerken genommen zu haben: laut Tab. 4 sind die mittleren Einnahmen  $\eta k_2$  pro erzeugte kWh. gestiegen, namentlich bei den E. W. des Kantons Zürich. Sie mussten steigen, weil die mittlere Benützungsdauer sämtlicher Anschlüsse stark gesunken ist, und weil der Jahreskostenkoeffizient  $p''$  stärker zugenommen hat als der Abnahme von  $k_a''$  entsprechen würde. Aus dem steigenden Wert von  $\eta k_2$  darf nicht etwa der Schluss gezogen werden, dass sich die Energie für den einzelnen Abonnenten verteuert habe, sondern

dieser Mittelwert ist hier darum gestiegen, weil sich die Beleuchtungsanschlüsse stärker vermehrt haben als diejenigen für Kraftstrom, im Gegensatz zu den meisten Städten. Das Wachsen des Jahreskostenkoeffizienten  $p''$  beruht hauptsächlich darauf, dass mit der fortschreitenden Entwicklung und finanziellen Erstarbung der Unternehmung grössere Abschreibungen ermöglicht werden.

Aus allen diesen Betrachtungen dürfte hervorgegangen sein, welche hohe Bedeutung einer bessern Ausnutzung der Verteilungsanlagen zukommt im Interesse der Verbilligung der elektrischen Energie, am Verbrauchsort gerechnet. Die Entwicklung wird sich daher in nächster Zeit mehr nach der intensiven Seite richten müssen, während sie in den letzten Jahren zum grösseren Teil extensiver Natur war.



### **Der Schweiz. Wasserwirtschaftsverband zur Einführung der Sommerzeit und zur Ergreifung anderer wirtschaftlicher Massnahmen.**

Wie andere wirtschaftliche Verbände ist auch der Schweiz. Wasserwirtschaftsverband vom eidgen. Departement des Innern eingeladen worden, sich zur Frage der Einführung der Sommerzeit zu äussern. Er tat dies in einer Eingabe vom 7. März 1917. Auf Einladung des Departementes hatte unser Sekretär über die gleiche Angelegenheit eine Besprechung mit Herrn Bundesrat Dr. Calonder.

Der Inhalt der Eingabe des Verbandes ist folgender:

1. Ist die Einführung der Sommerzeit (Vorrücken der bisherigen mitteleuropäischen Zeit um 60 Minuten) wünschenswert?

Die Sommerzeit soll eingeführt werden, um durch früheren Beginn der Tätigkeit in den Morgenstunden die Tageshelle mehr auszunützen und andererseits durch früheres Einstellen der Tätigkeit am Abend an künstlicher Beleuchtung zu sparen.

Wir sind der Ansicht, dass die Frage nur für die industrielle und gewerbliche Tätigkeit, d. h. namentlich für die Städte, von Bedeutung sein kann, da die Landwirtschaft ihre Arbeit nach der Tageshelle, unbekümmert um die Tageszeit, richtet.

In der Schweiz beginnt die Arbeit in den Fabriken morgens um 6—7 Uhr und in den Bureaux um 7—8 Uhr; sie endet am Abend in den Fabriken und in den Bureaux um 6—7 Uhr. Die Arbeitszeit liegt also zwischen Mitte April und Ende August auch bei einem Vorrücken um eine Stunde innerhalb der Tageshelle, so dass eine Ersparnis an künstlicher Beleuchtung für die gewerbliche und industrielle Tätigkeit nicht eintritt. Eher ist anzunehmen, dass in der

zweiten Hälfte des Monats April und August in der Morgenstunde vor Beginn der Arbeit in den Fabriken, also nach normaler Zeit zwischen 4 und 5 Uhr morgens, künstliche Beleuchtung in den Wohnungen notwendig sein wird.

Eine Ersparnis an künstlicher Beleuchtung kann somit erst nach Schluss der Arbeit in Fabriken und Bureaux event. erzielt werden.

Was die Ladengeschäfte anbetrifft, so schliessen diese spätestens 9 Uhr abends, fallen somit auch bei normaler Zeit innerhalb die Tageshelle.

Nach Einführung der Sommerzeit schliessen die Wirtschaften und öffentlichen Lokale eine Stunde früher, es lässt sich somit bei diesen eine Ersparnis an Beleuchtung erzielen.

Wie sich die Lebensgewohnheiten der Bevölkerung nach Einführung der Sommerzeit gestalten werden, ist schwer abzusehen. Es kommt in Betracht, ob die Bevölkerung ihre Ruhezeit nach der Tageshelle oder nach dem Stand der Uhr richtet, was nur schwer beurteilt werden kann.

Die öffentliche ganznächtige Beleuchtung fällt bei der Beurteilung der Frage ausser Betracht, da sie sich nur nach der Tageshelle richtet. Dagegen könnten in der halbnächtigen öffentlichen Beleuchtung Ersparnisse erzielt werden.

Auch bei den Bahnen, deren Stationen noch Gasbeleuchtung haben, dürften sich Ersparnisse erzielen lassen.

Die private Beleuchtung ist zum überwiegenden Masse elektrische Beleuchtung. Die Gasbeleuchtung beschränkt sich auf die Ortschaften mit Gaswerken, in einigen von diesen ist die private Gasbeleuchtung nur noch ausnahmsweise vorhanden. Petroleum wird zu Beleuchtungszwecken nur noch wenig gebraucht und meist in abgelegenen, Landwirtschaft treibenden Gegenden.

Soweit die elektrische Beleuchtung in Betracht kommt, ist zu sagen, dass eine Ersparnis kaum in Frage kommen kann. Die Elektrizitätswerke verfügen in den Sommermonaten allgemein über überschüssige Energie und eine Verminderung des Energieverbrauchs für Beleuchtung würde nur eine Verminderung der Einnahmen der meist öffentlich betriebenen Elektrizitätswerke zur Folge haben. Wirkliche Ersparnisse für die Elektrizitätswerke würden sich erzielen lassen durch die Einführung der durchgehenden Arbeitszeit im Winter.

Die Ersparnisse an Kohle, die sich aus dem Minderverbrauch an Gas ergeben und die wir weiter unten berechnen, sind nicht so gross, als dass sich die Einführung der Sommerzeit rechtfertigen würde, wenn man andererseits die grossen Inkonvenienzen in Betracht zieht.

Der Staat könnte in viel einfacherer Weise den von ihm vermittelt Sommerzeit herbeigewünschten Zweck erreichen, wenn er für eine Einschränkung