Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 42 (1951)

Heft: 23

Artikel: Von der Berechnung eines Zweigliedtarifes

Autor: Morel, Ch.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061035

Nähe von Bahnunterwerken in Frage, wenn Kontrollmessungen ergeben, dass bei einer leitenden Verbindung zwischen Netznulleiter und Bahngeleise nennenswerte Bahnrückströme über das Werknetz und die Bahnschienen in das Unterwerk zurückfliessen würden.

b) Die elektrischen Installationen und Rohrleitungen von Tankanlagen für leicht brennbare Flüssigkeiten und Gase müssen von den Bahngeleisen stets metallisch vollständig getrennt werden, da jedes Fliessen von Bahnströmen in solchen Rohrleitungen und an ihren Verbindungsstellen Erwärmungen, Funkenbildung sowie allenfalls Korrosion bewirken und damit zu ganz erheblichen Gefährdungen führen könnte.

Den in dieser Veröffentlichung enthaltenen Richtlinien für den Anschluss von Bahninstallationen an Werknetze hat auch die Brandversicherungsanstalt des Kantons Bern zugestimmt, nachdem sie Gelegenheit hatte, in die Untersuchungsergebnisse und die bisherigen Erfahrungen Einsicht zu nehmen.

Von der Berechnung eines Zweigliedtarifes

Von *Ch. Morel*, Feldmeilen

621.317.8

In früheren Studien [1]) wurde an Beispielen aus dem Tarifwesen versucht, die Grundzüge der mathematischen Statistik und den Begriff der Kollektivität herauszuschälen. Auch die Beziehungen zwischen einer Grundgesamtheit und den daraus entnommenen Stichproben wurden dabei gestreift. In der vorliegenden Arbeit soll der Begriff der Kollektivität auf die Berechnung eines Zweigliedtarifes angewendet werden. Die für die Berechnungen gebrauchten Bezeichnungen mögen auf den ersten Blick kompliziert erscheinen. Sie sind jedoch notwendig, um Verwechslungen zu vermeiden, und bleiben im Rahmen des in der mathematischen Statistik Üblichen.

Die Rechnungsmethode ist nicht neu, sie hat sich in der Praxis bereits bewährt. Sie soll jedoch in ein mathematisches Gewand gekleidet und so festgehalten werden.

Dans une étude précédente [1]), nous avons essayé de dégager les grandes lignes des méthodes statistiques modernes, en exposant les principes mathématiques qui régissent les calculs. Nous avons fait ressortir l'idée de la collectivité ou population et montré les relations entre les caractéristiques d'un échantillon et celles de la population dont il est tiré. Nous allons essayer, dans la présente étude, d'appliquer cette idée de la collectivité au calcul d'un tarif binôme. La notation utilisée pour les calculs peut paraître compliquée. Elle est cependant nécessaire pour éviter des confusions et ne sort pas du cadre usuel en statistique mathématique.

La méthode de calcul exposée ci-après n'est pas nouvelle. Elle a déjà fait ses preuves dans la pratique. La présente étude cherche seulement à la fixer par un exposé mathématique.

Aufgabestellung

Ein Elektrizitätswerk wünscht, seine Tarife (z. B. für den Haushalt) zu ändern durch Übergang vom differenzierten System (mehrere Einfach- oder Mehrfachtarife) zum Einheitstarif (Zweiglied- oder Grundpreistarif). Zu diesem Zwecke hat es eine statistische Voruntersuchung durchgeführt, so dass es über die nötigen Angaben über eine Stichprobe von n Abonnenten, für das gewählte Bezugsjahr, verfügt.

Ausgangslage

Im Bezugsjahr hat ein beliebiger Abonnent i im ganzen v_i kWh bezogen. Dieser Einzelverbrauch ist die Summe der bei jedem der Einfach- oder Mehrfachtarife erfolgten Bezüge:

$$v_i = v_{i1} + v_{i2} + v_{i3} + \ldots$$

Der Gesamtverbrauch aller Abonnenten der Stichprobe ist gleich der Summe aller Einzelverbräuche:

$$V = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} v_i$$

Der Durchschnittsverbrauch pro Abonnent ist

$$\overline{v} = \frac{\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} v_i}{n} = \frac{V}{n}$$

Der Rechnungsbetrag r_i des Abonnenten i setzt sich zusammen aus Teilbeträgen, von denen jeder einzelne gleich ist dem Produkte des Verbrauches v mit dem in Frage kommenden Ansatze g. Hinzu kommt die Miete c_i der Tarifapparate.

$$r_i = c_i + v_{i1}\, g_1 + v_{i2}\, g_2 + v_{i3}\, g_3 + \ldots$$

Dieser Ausdruck kann auch geschrieben werden:

$$r_i = c_i + v_i\, g_i$$

wenn

$$v_i = v_{i1} + v_{i2} + v_{i3} + \ldots$$

und

$$g_i = \frac{v_{i1}\, g_{i1} + v_{i2}\, g_{i2} + v_{i3}\, g_{i3} + \ldots}{v_{i1} + v_{i2} + v_{i3} + \ldots}$$

gesetzt werden.

Der Ausdruck g_i entspricht also dem Durchschnittsansatz, ohne die Miete der Tarifapparate.

Ähnlich kann für die Gesamteinnahmen

$$R = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} r_i$$

und für den durchschnittlichen Rechnungsbetrag pro Abonnent

$$\overline{r} = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} \frac{r_i}{n} = \frac{R}{n}$$

gesetzt werden.

Neue, erstrebte Lage

Der neue Zweigliedtarif wird die allgemeine Form

[1]) siehe Bull. SEV, Bd. 38(1947), Nr. 6, S. 141...149, und Bd. 39 (1948), Nr. 6, S. 161...174.

$$h = a\,u + b\,v$$

haben.

Der Ausdruck au ist der Grundpreis. Er ist gleich dem Produkt des Parameterwertes a mit dem Grundpreisansatz u.

Der Arbeitspreis $b\,v$ ergibt sich durch Multiplikation des Verbrauches v mit dem Arbeitspreisansatz b.

Für einen beliebigen Abonnenten i ist

$$h_i = a_i\,u + b\,v_i$$

Wenn der Tarif verschiedene Arbeitspreisansätze vorsieht (z. B. «Tag» und «Nacht»), besteht der Ausdruck $b\,v_i$ aus einzelnen Summanden:

$$b_i\,v_i = b_1\,v_{i1} + b_2\,v_{i2} + b_3\,v_{i3} + \ldots$$

Die Gesamteinnahmen H sind

$$H = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} h_i$$

und der durchschnittliche Rechnungsbetrag pro Abonnent

$$\bar{h} = \frac{\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} h_i}{n} = \frac{H}{n}$$

Ebenso wird die Summe A aller Parameterwerte (Grundeinheiten = GE.) lauten:

$$A = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} a_i$$

und deren Durchschnitt:

$$\bar{a} = \frac{\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i}{n} = \frac{A}{n}$$

Der Ausdruck c_i ist aus der Formel verschwunden, weil im neuen Tarif die Zählermiete im Grundpreis mitenthalten sein soll.

Auswirkung des Tarifwechsels auf einen beliebigen Abonnenten i

Da die ganze Berechnung für das gewählte Bezugsjahr erfolgt, bleibt der Verbrauch gleich, während der Rechnungsbetrag infolge des Tarifwechsels sich ändert.

Der Rechnungsbetrag beim alten Tarif ist

$$r_i = c_i + v_i\,g_i$$

derselbe beim neuen Tarif

$$h_i = a_i\,u + b\,v_i$$

Für die folgenden Berechnungen wird angenommen, dass der Arbeitspreisansatz b des neuen Tarifes auf Grund anderer Überlegungen bereits festgelegt ist. Der Ausdruck $b\,v_i$ ist demnach für jeden Abonnenten bekannt. Dagegen ist wichtig zu erfahren, welche Auswirkungen die Änderung des Grundpreisansatzes u einerseits auf jede einzelne Abonnentenrechnung, anderseits auf die Gesamteinnahmen des Elektrizitätswerkes haben wird, wenn der neue Tarif obligatorisch oder fakultativ eingeführt wird. Die Veränderliche ist also die Grösse u, weshalb sie mit keinem Index versehen wird.

Theoretisch kann u jeden Wert zwischen 0 und ∞ einnehmen. Für einen bestimmten Wert u_i wird die neue Rechnung gleich der alten sein:

$$r_i = a_i\,u_i + b\,v_i$$

Die Differenz d_i zwischen der neuen und der alten Rechnung ist dann

$$d_i = h_i - r_i = a_i\,u + b\,v_i - (a_i\,u_i + b\,v_i)$$
$$= a_i\,u - a_i\,u_i$$

Der Ausdruck $a_i\,u_i = e_i$ heisst Ersatzgrundpreis, während u_i der spezifische Ersatzgrundpreis genannt wird (Ersatzgrundpreis pro GE.). Diese Bezeichnung wurde so gewählt, weil e_i den Betrag darstellt, den der Abonnent als Grundpreis entrichten müsste, um mit dem neuen Tarif gleich viel zu bezahlen wie mit dem alten.

Je nach dem im neuen Tarif dem Ansatz u gegebenen Wert ($u \lesseqgtr u_i$) wird die neue Rechnung kleiner, gleich gross oder grösser sein als die alte Rechnung ($h_i \lesseqgtr r_i$) und der Abonnent wird durch den Tarifwechsel bevorteilt, unberührt oder benachteiligt sein. Diese Feststellung gilt selbstverständlich nur für den im Bezugsjahr aufgetretenen Verbrauch. Eine solche Annahme muss gemacht werden, um die Berechnungen überhaupt zu ermöglichen. Es ist aber auch nicht vorauszusehen, wie der Verbrauch sich nach dem Tarifwechsel gestalten wird.

Auswirkung des Tarifwechsels auf die Gesamtheit der Abonnenten der Stichprobe

Wird für jeden Abonnenten der Ansatz u_i des Ersatzgrundpreises berechnet, so kann festgestellt werden, dass diese Werte, die im Idealfalle alle einander gleich sein sollten, mehr oder weniger streuen, und zwar um den Durchschnitt $\bar{u}$, wobei

$$\bar{u} = \frac{\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i\,u_i}{\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i} = \frac{E}{A}$$

Für $\bar{u}$ gilt

$$H_{\bar{u}} = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} h_{i\bar{u}} = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} a_i\,\bar{u} + \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} b\,v_i$$

Da aber u eine Konstante ist, kann gesetzt werden

$$\mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} a_i\,\bar{u} = \bar{u}\,\mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} a_i = \frac{\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i\,u_i}{\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i}\,\mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} a_i = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} a_i\,u_i$$

Somit wird

$$H_{\bar{u}} = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} a_i\,u_i + \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} b\,v_i$$

Da aber

$$a_i\,u_i + b\,v_i = r_i$$

so ergibt sich, dass

$$H_{\bar{u}} = \mathop{\mathrm{S}}_{i=1}^{n} r_i = R$$

Wenn also $u = \bar{u}$, so werden die Summen der Rechnungen beim alten wie beim neuen Tarif einander gleich. Das Elektrizitätswerk wird in diesem Falle bei gleichbleibendem Verbrauch weder einen Überschuss noch einen Ausfall an Einnahmen buchen.

Anders ist es jedoch, wenn man die Abonnenten einzeln betrachtet. Wie bereits angedeutet, ändern sich die Werte u_i von einem Abonnenten zum andern. Einige davon werden benachteiligt, das sind diejenige, für die $u_i < \bar{u}$ ist, andere, für die $u_i > \bar{u}$ ist, werden bevorzugt, der Rest, für die $u_i = \bar{u}$, wird durch den Tarifwechsel nicht berührt werden.

Es ist somit nötig, zu untersuchen, wie sich die Abonnenten in Bezug auf ihre Charakteristik u_i verteilen.

Um diese Verteilung zu ermitteln, wird zuerst in der Stichprobe Ordnung geschaffen. Jedem Abonnent wird ein Stäbchen zugeteilt, dessen Länge dem Wert u_i entspricht, und diese Stäbchen werden aufgeschichtet, das längste zuunterst, das kürzeste zuoberst. So entsteht ein Haufen von der in Fig. 1 wiedergegebenen Form.

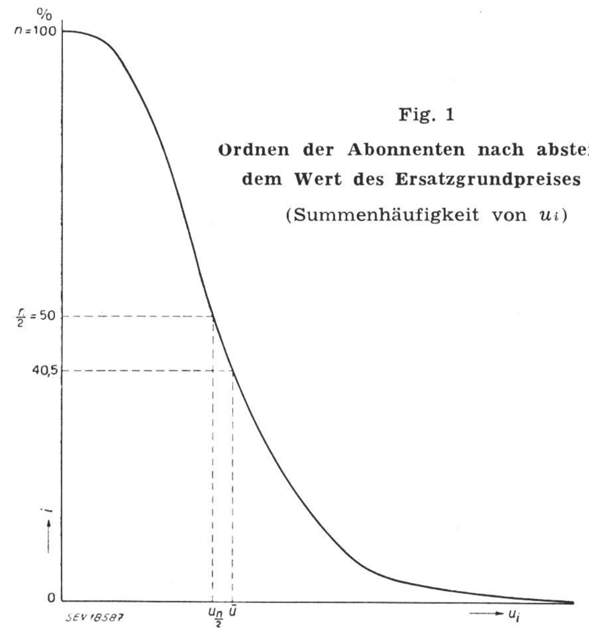

Fig. 1
Ordnen der Abonnenten nach absteigendem Wert des Ersatzgrundpreises u_i
(Summenhäufigkeit von u_i)

Wird dem absoluten Maßstab für die Höhe des Haufens ein zweiter, relativer Maßstab ($n = 100\%$) beigegeben, so lässt sich für jeden Wert von u (z. B. $\bar{u}$) die Zahl n_a oder der prozentuale Anteil der Abonnenten feststellen, für welche u_i grösser ist als der Wert $\bar{u}$. Durch einfache Subtraktion kann ebenfalls die Zahl n_d derjenigen Abonnenten festgestellt werden, für welche u_i den Wert $\bar{u}$ nicht erreicht ($n_d = n - n_a$). Die n_a-Abonnenten ($u_i > \bar{u}$) sind bevorzugt und die n_d Abonnenten ($u_i < \bar{u}$) benachteiligt. Die Beziehung $n_a + n_d = n$ gilt für jeden Wert von u. Im Grenzfall $u = 0$ wird $n_a = n$ und für $u = \infty$, $n_a = 0$ oder $n_d = n$. Die so gezeichnete Kurve erlaubt, für jeden möglichen Wert von u die Zahl der bevorzugten Abonnenten bzw. ihren prozentualen Anteil festzustellen.

Diese Beziehung kann auch auf etwas andere Art dargestellt werden. Wird die Abszisse in Fig. 1 in senkrechten Abschnitten gleicher Breite (z. B. $\bar{u}/5$ oder jeder andern passenden Grösse) geteilt, so enden in jedem dieser Abschnitte eine gewisse Anzahl Stäbchen. Man zählt diese Stäbchen und trägt die Zahl n_j als Ordinate über der Mitte u_j des Abschnittes auf. Um deutlich zu zeigen, dass die Zahl u_j für den ganzen Abschnitt gilt, wird über diesen in entsprechender Höhe ein waagrechter Strich gezogen. Es entsteht somit eine Treppenkurve (Histogramm), die die klassenweise Verteilung der Abonnenten darstellt (Fig. 2).

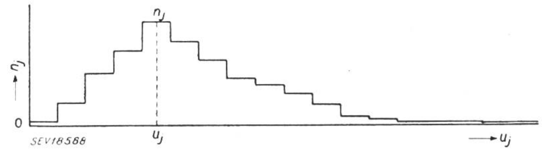

Fig. 2
Klassenweises Ordnen der Abonnenten nach dem Ersatzgrundpreis u_i
(einfache Häufigkeit von u_i)

Die Kurve in Fig. 2 ist nicht anders als die Häufigkeitskurve, während Fig. 1 die Summenhäufigkeit, d. h. die von rechts nach links fortschreitende Summierung der Kurvenwerte von Fig. 1 darstellt.

Bei der Häufigkeitskurve sind alle Abonnenten links eines bestimmten Wertes von u benachteiligt, und die rechts davon bevorzugt.

Der relative Anteil der beiden Abonnentenkategorien geht besser aus der Summenhäufigkeitskurve hervor, weshalb die Darstellung nach Fig. 1 für solche Studien bevorzugt wird.

Standpunkt der Unternehmung

Aus Vorstehendem geht hervor, dass für jeden Wert von u eine Anzahl Abonnenten durch den Tarifwechsel bevorzugt, die andern dagegen benachteiligt werden. Bei obligatorischer Einführung bringen jene dem Elektrizitätswerke einen Einnahmeausfall, diese eine Mehreinnahme.

Für einen beliebigen Wert u_0 wird es n_a bevorzugte und n_d benachteiligte Abonnenten geben, wobei $n_a + n_d = n$.

Die Differenz zwischen neuer und alter Rechnung beträgt

$$d_i = h_i - r_i = a_i\, u - a_i\, u_i$$

Für $u = u_0$ ergibt sich

$$d_{i0} = a_i\, u_0 - a_i\, u_i$$

Werden nun die Abonnenten nach absteigendem Wert von u_i fortlaufend von 1 bis n numeriert, so können folgende Beziehungen aufgestellt werden:

Für die n_a bevorzugten Abonnenten beträgt der Einnahmenausfall (oder Verlust) für das Elektrizitätswerk

$$D_a = \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} d_i = \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} a_i\, u_0 - \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} a_i\, u_i$$

oder, da u_0 eine Konstante ist,

$$D_a = u_0 \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} a_i - \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} a_i\, u_i = u_0\, A_a - E_a$$

Für die n_d benachteiligten Abonnenten beziffert sich der Einnahmenüberschuss (oder Gewinn) des Werkes auf

$$D_d = u_0 \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=n_a+1}^{n} a_i - \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=n_a+1}^{n} a_i\, u_i = u_0\, A_d - E_d$$

Bei *obligatorischer* Einführung kompensiert der Gewinn von den benachteiligten Abonnenten teilweise oder ganz den Verlust durch die bevorzugten Abonnenten.

Die Veränderung der Einnahmen des Elektrizitätswerkes D ist gleich der algebraischen Summe vom Verlust und vom Gewinn:

$$D = D_a + D_d = u_0 \left(\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} a_i + \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=n_a+1}^{n} a_i \right) - \left(\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} a_i\, u_i + \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=n_a+1}^{n} a_i\, u_i \right)$$

das heisst:

$$D = u_0 \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i - \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i\, u_i$$

Dieser Ausdruck ist eine lineare Gleichung, die auch geschrieben werden kann

$$D = u_0\, A - E$$

wenn

$$\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i\, u_i = \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} e_i = E$$

ist.

Für $u_0 = \overline{u}$ wird in dieser Gleichung $D = 0$, da

$$\overline{u} = \frac{\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i\, u_i}{\mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n} a_i}$$

Bei der obligatorischen Einführung heben also Verlust und Gewinn einander auf, wenn $u_0 = \overline{u}$ gewählt wird.

Bei *fakultativer* Einführung werden theoretisch allein die bevorzugten Abonnenten den neuen Tarif annehmen, und das Elektrizitätswerk wird einen Verlust erleiden:

$$D_a = u_0\, A_a - E_a$$

welcher Wert auch u_0 gegeben wird.

Die beschriebenen Beziehungen sind in Fig. 3 graphisch dargestellt.

Die Kurven der Fig. 3 gestatten, die Veränderungen der Einnahmen in Funktion des Grundpreisansatzes zu erkennen, und zwar für die beiden möglichen Arten der Einführung, der obligatorischen und der fakultativen. Es ist ohne weiteres möglich, zum voraus den zu erzielenden Gewinn oder den noch zulässigen Verlust festzulegen und daraus den anzuwendenden Ansatz abzuleiten.

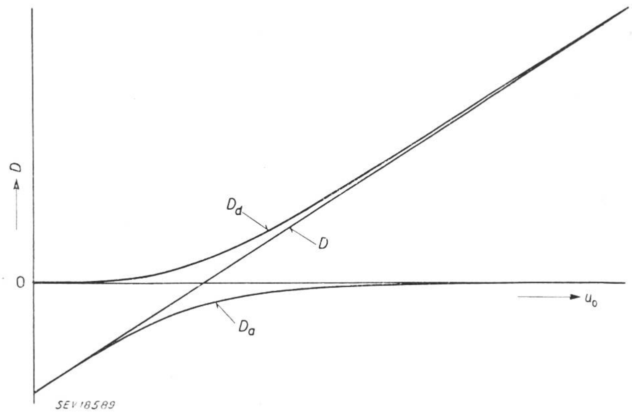

Fig. 3

Veränderung der Einnahmen in Funktion des Grundpreisansatzes u_0

D_a Einnahmenausfall durch die bevorzugten Abonnenten = Gesamtausfall bei fakultativer Einführung
D_d Einnahmenüberschuss aus den benachteiligten Abonnenten
$D = D_a + D_d$ Veränderung der Einnahmen bei obligatorischer Einführung

Ergänzende Studien

Es kann auch von Interesse sein, nicht nur den Anteil der begünstigten Abonnenten n_a in Funktion des Grundpreisansatzes u_0 zu untersuchen, sondern auch den Verbrauch V_a dieser Abonnenten, ihren Rechnungsbetrag im alten Tarif R_a und weitere Charakteristiken. Wenn die Abonnenten nach absteigendem Wert von u_i geordnet sind, ist es leicht, die Summenkurven all dieser Werte aufzustellen:

$$V_a = \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} v_i; \quad A_a = \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} a_i; \quad R_a = \mathop{\mathrm{S}}\limits_{i=1}^{n_a} r_i$$

Bei gleichem relativem Maßstab ($V = 100\%$, $A = 100\%$, $R = 100\%$) sind diese Kurven einander ähnlich. Der Vergleich zeigt, ob die Stichprobe homogen ist oder ob gewisse Abweichungen auftreten, die über die Struktur der untersuchten Abnehmerschaft Schlüsse zu ziehen gestatten. Auf diese Analyse werden wir später noch bei der Besprechung des Rechnungsbeispieles zurückkommen.

Praktisches Beispiel

Die Formelsprache und die Berechnungen mögen auf den ersten Blick als kompliziert erscheinen. Mit etwas Übung und unter Beachtung einiger praktischer Rechenregeln kommt man jedoch sehr rasch zum Ziel.

Man könnte natürlich die Summenkurven durch fortlaufende Addition der Einzelwerte erhalten, was bis zu einem Stichprobenumfang von etwa 100 Abonnenten noch durchführbar wäre. Über diese Grenze hinaus ist es jedoch zweckmässiger, mit Klassen zu operieren und als Klassenbreite eine später brauchbare Grösse zu wählen, z. B. im vorliegenden Fall für den Grundpreisansatz ein Mehrfaches von 5 oder 10 Rp., d. h. Fr. 0.60 oder Fr. 1.20 pro Einheit. Ausserdem erleichtert eien geeignete Tabellierung der Zahlen die Übersicht.

Eine einfache, erprobte Methode sei nachstehend an Hand eines praktischen Beispiels dargestellt.

Die grundlegenden Angaben sind auf Einzelkarten aufgezeichnet, die ausser einer Anzahl statistischer Werte unter anderm auch folgende Rubriken aufweisen:

1. Zahl der Grundeinheiten (a_i)	GE	5
2. Gesamter Jahresverbrauch (v_i)	kWh	114
3. Alter Rechnungsbetrag (r_i)	Fr.	39.90
4. Neuer Arbeitspreis ($b\,v_i$)	Fr.	6.85
5. Ersatzgrundpreis (e_i)	Fr.	33.05
6. Spezifischer Ersatzgrundpreis (u_i)	Fr./GE	6.60

Diese Einzelkarten (A) werden nach absteigendem Wert von u_i geordnet, und hernach die charakteristischen Werte in Sammelkarten (B) eingetragen. Die Karte der Klasse 4.80...5.99 ist z. B. in Tabelle I dargestellt.

Beispiel einer Klassen-Sammelkarte Tabelle I

Klasse: 4.80—5.99				
Spezifischer Ersatz-grundpreis u_i Fr./GE	Zahl der Grund-einheiten a_i GE	Jahres-verbrauch v_i kWh	Alter Rechnungs-betrag r_i Fr.	Ersatz-grundpreis e_i Fr.
4.85	6,5	108	37.90	31.40
4.90	6	1 826	138.90	29.35
4.95	5	506	55.05	24.65
4.95	7,5	3 950	274.—	37.—
4.95	3	47	17.65	14.85
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
5.85	5	100	35.25	29.25
5.85	4	79	28.25	23.50
5.85	5	93	34.90	29.30
5.95	4	80	28.60	23.80
5.95	3	58	21.30	17.80
Total	294	41 647	4 071.40	1 579.75
Abonnentenzahl: 56				

Wenn die Karten B ausgefüllt und die Summen gebildet sind, werden diese Summen klassenweise in eine Tabelle (C) übertragen, wo zudem Kolonnen für die fortlaufenden Summen und für die relativen Werte in Prozenten der Endsummen vorgesehen sind. Für die Rubrik «Abonnentenzahl» (Häufigkeit) ergibt sich eine Unterteilung (Tabelle II), die auch für die andern Rubriken sinngemäss gilt.

Unterteilung der Rubrik «Abonnentenzahl» in der Übersichtstabelle C

Tabelle II

Untere Klassen-grenze	Abonnentenzahl n_j					
	Pro Klasse		Fortlaufende Summe			
			Bevorzugt		Benachteiligt	
	Absolut	Relativ	Absolut	Relativ	Absolut	Relativ
u_0	n_j	% n	n_a	% n	n_d	% n

Um die sich für das praktische Beispiel ergebende Tabelle C nicht allzu stark zu belasten, sollen die absoluten Werte beiseite gelassen und nur die relativen Werte angeführt werden.

Sind alle Werte der Karten B in die Tabelle C eingetragen (Tabelle III, Kol. 1...16), so wird für jede Stufe (Kol. 1) der Grundpreis E_{0a} für alle bevorzugten und der Grundpreis E_{0d} für alle benachteiligten Abonnenten berechnet. Dieser Wert ist gleich dem Produkte des Stufenwertes u_0 (Kol. 1) mit der fortlaufenden Summe der GE A_a (Kol. 6) oder A_d (Kol. 7). Um direkt den relativen Wert (in % von R) zu erhalten, muss das erhaltene Produkt noch mit einem konstanten Faktor A/R (0,05381 im vorliegenden Falle) multipliziert werden. Aus diesen Zahlen ist es dann nicht mehr schwer, die Veränderungen der Einnahmen aus den bevorzugten, aus den benachteiligten und aus allen Abonnenten in Funktion von u_0 zu ermitteln. Es dienen dazu die drei Beziehungen

$$D_a = E_{0a} - E_a; \quad D_d = E_{0d} - E_d; \quad D = D_a + D_d$$

Zusammengefasste Übersichtstabelle C (nur die relativen Werte in % sind angegeben) Tabelle III

Stufe	Abonnenten n_j			Parameterwert a_i			Verbrauch v_i			Alte Rechnung r_i			Ersatz-grundpreise e_i			Grundpreis $a_i \cdot u_0$		Differenz d_i		$D = D_a + D_d$
u_0	n_j % n	n_a % n	n_d % n	a_j % A	A_a % A	A_d % A	v_j % V	V_a % V	V_d % V	r_j % R	R_a % R	R_d % R	e_j % R	E_a % R	E_d % R	E_0a % R	E_0d % R	D_a % R	D_d % R	% R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
25,2	—	0	100	—	0	100	—	0	100	—	0	100	—	0	38,5	0	135,6	0	97,1	97,1
24,0	0,3	0,3	99,7	0,4	0,4	99,6	0,6	0,6	99,4	0,9	0,9	99,1	0,6	0,6	37,9	0,5	128,7	– 0,1	90,8	90,7
22,8	—	0,3	99,7	—	0,4	99,6	—	0,6	99,4	—	0,9	99,1	—	0,6	37,9	0,5	122,2	– 0,1	84,3	84,2
21,6	—	0,3	99,7	—	0,4	99,6	—	0,6	99,4	—	0,9	99,1	—	0,6	37,9	0,5	115,6	– 0,1	77,7	77,6
20,4	0,7	1,0	99,0	0,9	1,3	98,7	2,1	2,7	97,3	2,3	3,2	96,8	1,0	1,6	36,9	1,5	108,3	– 0,1	71,4	71,3
19,2	0,3	1,3	98,7	0,5	1,8	98,2	0,2	2,9	97,1	0,6	3,9	96,1	0,4	2,0	36,5	1,8	101,6	– 0,2	65,1	64,9
18,0	—	1,3	98,7	—	1,8	98,2	—	2,9	97,1	—	3,9	96,1	—	2,0	36,5	1,7	95,1	– 0,3	58,6	58,3
16,8	0,7	2,0	98,0	0,5	2,3	97,7	0,6	3,5	96,5	0,8	4,7	95,3	0,5	2,5	36,0	2,1	88,2	– 0,4	52,2	51,8
15,6	1,3	3,3	96,7	1,3	3,6	96,4	1,4	4,9	95,1	2,0	6,7	93,3	1,1	3,6	34,9	3,0	81,0	– 0,6	46,1	45,5
14,4	0,6	3,9	96,1	0,6	4,2	95,8	0,9	5,8	94,2	1,1	7,8	92,2	0,6	4,2	34,3	3,3	74,2	– 0,9	39,9	39,0
13,2	1,0	4,9	95,1	1,1	5,3	94,7	1,3	7,1	92,9	1,8	9,6	90,4	0,8	5,0	33,5	3,8	67,2	– 1,2	33,7	32,5
12,0	3,2	8,1	91,9	2,8	8,1	91,9	2,3	9,4	90,6	3,1	12,7	87,3	1,9	6,9	31,6	5,3	59,3	– 1,6	27,7	26,1
10,8	6,2	14,3	85,7	5,5	13,6	86,4	7,9	17,3	82,7	8,2	20,9	79,1	3,3	10,2	28,3	7,9	50,2	– 2,3	21,9	19,6
9,6	6,6	20,9	79,1	7,3	20,9	79,1	6,3	23,6	76,4	7,6	28,5	71,5	4,0	14,2	24,3	10,8	40,8	– 3,4	16,5	13,3
8,4	8,1	29,0	71,0	7,5	28,4	71,6	9,1	32,7	67,3	9,3	37,8	62,2	3,6	17,8	20,7	12,8	32,4	– 5,0	11,7	6,7
7,2	11,4	40,4	59,6	11,9	40,3	59,7	13,7	46,4	53,6	13,3	51,1	48,9	4,9	22,7	15,8	15,6	23,2	– 7,1	7,4	0,3
6,0	14,7	55,1	44,9	14,1	54,4	45,6	15,8	62,2	37,8	15,2	66,3	33,7	5,4	28,1	10,4	17,5	14,8	–10,6	4,4	– 6,2
4,8	18,2	73,3	26,7	18,3	72,7	27,3	13,6	75,8	24,2	13,7	80,0	20,0	5,3	33,4	5,1	18,8	7,1	–14,6	2,0	–12,6
3,6	13,1	86,4	13,6	13,7	86,4	13,6	9,9	85,7	14,3	9,1	89,1	10,9	3,2	36,6	1,9	16,7	2,7	–19,9	0,8	–19,1
2,4	11,1	95,5	4,5	9,1	95,5	4,5	9,7	95,4	4,6	7,7	96,8	3,2	1,5	38,1	0,4	12,3	0,6	–25,8	0,2	–25,6
1,2	3,9	99,4	0,6	3,8	99,3	0,7	3,2	98,6	1,4	2,2	99,0	1,0	0,3	38,4	0,1	6,4	0,1	–32,0	0	–32,0
0,0	0,6	100	0	0,7	100	0	1,4	100	0	1,0	100	0	0,1	38,5	0	0	0	–38,5	0	–38,5

In der Tabelle C ist somit für jeden möglichen Grundpreisansatz u_0 in Kolonne 3 die entsprechende Anzahl bevorzugter Abonnenten, in Kolonne 6 die Anzahl GE dieser Abonnenten, in Kolonne 9 ihr Verbrauch, in Kolonne 12 was sie insgesamt beim alten Tarif bezahlten, enthalten. Ferner ist die Veränderung der Einnahmen bei fakultativer Einführung aus Kolonne 19 und bei obligatorischer Einführung aus Kolonne 21 herauszulesen.

Diese Tabelle enthält somit alle für die Wahl des Grundpreisansatzes des neuen Tarifes nötigen Angaben.

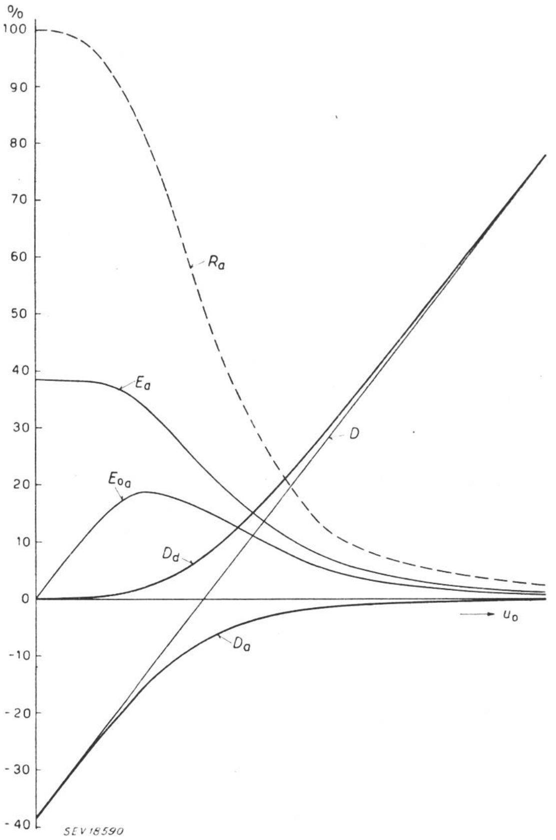

Fig. 4

Graphische Darstellung von Werten der Übersichtstabelle C (Tabelle III)

R_a Rechnungsbeträge der bevorzugten Abonnenten
E_a Ersatzgrundpreis der bevorzugten Abonnenten ($a_i u_i$)
E_{0a} Grundpreis der bevorzugten Abonnenten ($a_i u_0$)
D_a, D_d, D siehe Legende zu Fig. 3

Ein weiterer Grund spricht für die Aufnahme der relativen Werte in Tabelle C: die graphische Darstellung der Resultate. Dadurch, dass dann alle Maßstäbe die gleichen sind, werden sehr lehrreiche Vergleiche möglich. Für das gewählte Beispiel ergeben sich die Kurven in Fig. 4 und 5. Die Kurven wurden hier aufgeteilt, um die einzelnen Darstellungen nicht zu überlasten.

Für jeden gewählten Wert des Grundpreisansatzes u_0 werden die am meisten begünstigten Abonnenten immer diejenigen sein, für die der spezifische Ersatzgrundpreis u_i am höchsten ist, also diejenige der obersten Klasse oder Zeilen der Tabelle C. Der Vergleich der Kurven R_a, V_a, A_a und N_a führt zu folgenden Schlüssen:

Die Verteilung der Grundeinheiten (Kurve A_a) deckt sich fast mit derjenigen der bevorzugten Abonnenten (Kurve n_a). Die Häufigkeit der Abon-

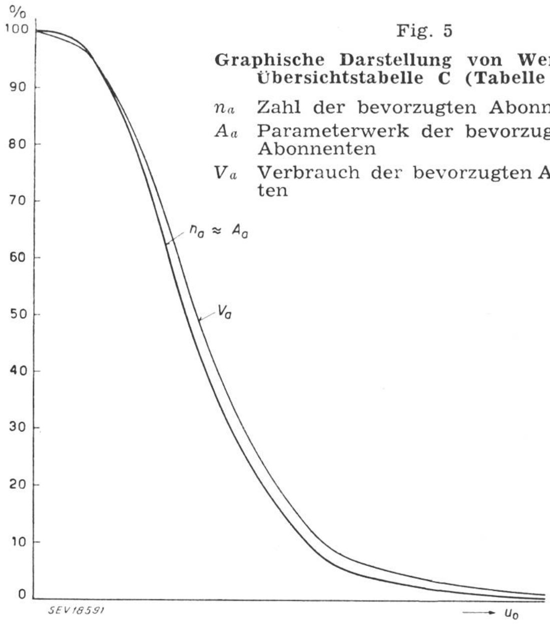

Fig. 5

Graphische Darstellung von Werten der Übersichtstabelle C (Tabelle III)

n_a Zahl der bevorzugten Abonnenten
A_a Parameterwerk der bevorzugten Abonnenten
V_a Verbrauch der bevorzugten Abonnenten

nenten mit hoher GE-Zahl ist somit nicht grösser bei den bevorzugten Abonnenten. Der neue Tarif begünstigt folglich nicht systematisch die grossen Wohnungen. Er ist somit korrekt in dieser Hinsicht.

Dagegen sind die Verbrauchszahlen (Kurve V_a) höher bei den bevorzugten Abonnenten (Kurve n_a). Dies entspricht dem Zweck des neuen Tarifs: durch materielle Vorteile zu grösserem Verbrauch anregen.

Es ist auch logisch, dass die durch den neuen Tarif am stärksten begünstigten Abonnenten beim alten Tarif im Durchschnitt höhere Energiepreise bezahlen mussten. Dies ist der Grund, warum die Kurve R_a auf der ganzen Länge höher liegt als die Verbrauchskurve (V_a).

Aus Kurve D geht hervor, dass für gleiche Einnahmen beim alten und beim neuen Tarif der im Falle der obligatorischen Einführung zu wählende Grundpreisansatz 7.20 Fr./GE beträgt (die genaue Berechnung ergibt 7.14 Fr./GE). Bei diesem Ansatz und fakultativer Einführung (Kurve D_a) würde das Elektrizitätswerk einen Einnahmenausfall von 7,1% erleiden, wenn angenommen wird, dass nach dem Tarifwechsel der Verbrauch sich nicht ändert.

Die Untersuchung könnte noch weiter getrieben werden. Es wäre z. B. interessant, die Streuungen der verschiedenen charakteristischen Werte miteinander zu vergleichen. Doch kommt u. E. solchen Berechnungen hier kaum eine praktische Bedeutung zu, denn sie liefern keine genaueren Auskünfte. Andere Vergleiche dürften zweckmässiger sein, so z. B. hinsichtlich der sozialen Auswirkungen. Hierüber zu berichten, würde jedoch aus dem Rahmen dieser eher mathematischen Studie fallen.

Adresse des Autors:
Ch. Morel, Dipl. Ing., Deyenstrasse, Feldmeilen (ZH).