

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 55 (1964)
Heft: 23

Artikel: Tarifdarstellung nach nomographischem Verfahren
Autor: Nussbaumer, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916791>

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: 22.02.2026

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Tarifdarstellung nach nomographischem Verfahren

von M. Nussbaumer, dipl. Ing.

Angeregt durch eine Veröffentlichung von W. Strahringer über «Tarifdarstellung auf Kehrwertpapier»¹⁾; weist der Verfasser auf ein weiteres, leicht anwendbares graphisches Verfahren hin, das für Tariffachleute von Interesse sein kann. Es erfordert keine Berechnung des Durchschnittserlöses und gestattet, die sich aus der Energielieferung ergebenden Gesamteinnahmen unmittelbar abzulesen. Es wird auf einige von W. Strahringer angeführte Beispiele laufend Bezug genommen und ihre Lösung nach dem nomographischen Verfahren aufgezeigt.

1. Tarifdarstellung

Unter Tarifdarstellung wollen wir die zeichnerische Veranschaulichung der Tarifgleichungen verstehen.

1.1

Der Kehrwert

Bei einem Grundpreistarif wird der *Gesamt-Erlös* aus der Stromlieferung durch die folgende Gleichung wiedergegeben:

$$R = G + 0,01 p \cdot A \quad (1)$$

In dieser Gleichung sind:

R: Monatsrechnung in Franken

G: Monatsanteil am Jahresgrundpreis

p: Arbeitspreis pro kWh in Rp./kWh

A: Monatlicher Stromverbrauch in kWh

Der *Durchschnittserlös* *r* in Rp./kWh ergibt sich aus der Beziehung:

$$r = \frac{100 R}{A} = \frac{100 G}{A} + p \quad (2)$$

Wenn wir *r* = *y*, 100 *G* = *a*, *A* = *x* und *p* = *b* setzen, erhalten wir:

$$y = a \cdot \frac{1}{x} + b \quad (3)$$

Diese Gleichung lässt sich leicht dadurch linearisieren, dass man für jeden Wert von *x* dessen *Kehrwert* *x'* = $\frac{1}{x}$ verwendet.

Gleichung (3) geht also über in die Geradengleichung:

$$y = ax' + b \quad (3')$$

Ein Vorteil dieser Linearisierung liegt darin, dass die günstigen Eigenschaften der Geraden auch ausgenutzt werden können, wenn kompliziertere mathematische Funktionen vorliegen.

1.2 Tarifdarstellung auf Kehrwertpapier²⁾

Eine Kehrwertdarstellung entsteht hier dadurch, dass man z. B. auf der Abszissenachse eines Achsenkreuzes (*x*; *y*) den

¹⁾ «Elektrizitätswirtschaft», 62 (1963), Nr. 22, S. 849.

²⁾ W. Strahringer: «Elektrizitätswirtschaft», 62 (1963), Nr. 22, S. 849.

Partant d'une publication de W. Strahringer intitulée «Tarifdarstellung auf Kehrwertpapier»¹⁾, l'auteur signale un autre procédé graphique facilement applicable, susceptible d'intéresser les spécialistes en matière tarifaire. Ce procédé ne nécessite pas le calcul de la recette moyenne et permet de lire immédiatement les recettes globales provenant de la fourniture d'énergie. L'auteur se réfère à quelques-uns des exemples cités par W. Strahringer et en donne la solution d'après le procédé nomographique.

Kehrwert $\frac{1}{x} = x'$ aufträgt und *x* anschreibt. Wird also in Gleichung (2) *G* = 2,00 Fr. und *p* = 10 Rp./kWh gesetzt, ergibt sich die Hyperbel:

$$r = \frac{100 \cdot 2,00}{A} + 10$$

Nach Gleichung (3) erhält man:

$$r = 200 \cdot \frac{1}{A} + 10 = 200 x' + 10; \left(x' = \frac{1}{A} = \frac{1}{x} \right)$$

d. h. eine Gerade.

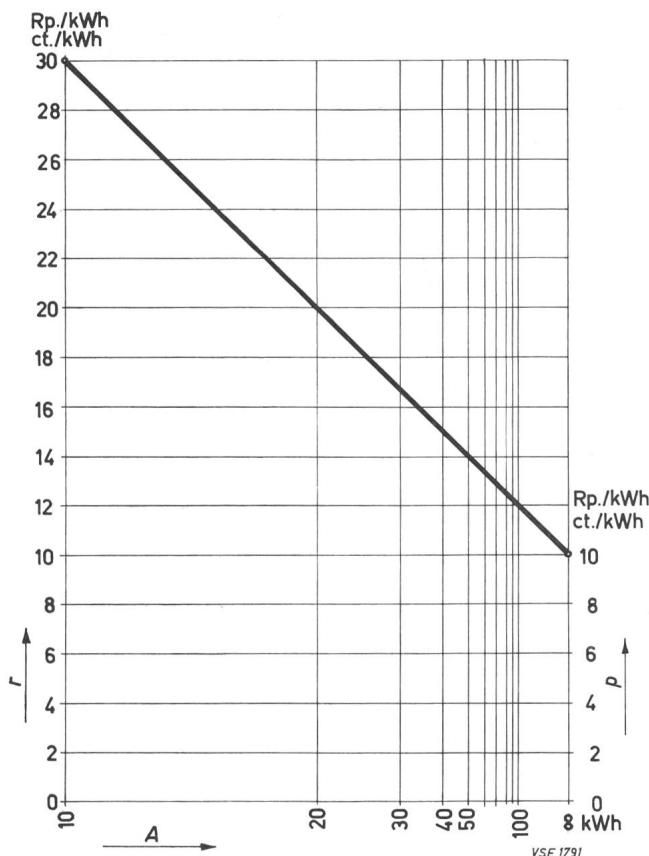


Fig. 1
Preisbild eines Grundpreistarifs mit Grundpreis *G* = 2,00 Fr.
und *p* = 10 Rp./kWh

r = Durchschnittserlös in Rp./kWh
p = Arbeitspreisanstalt
A = Monatlicher Stromverbrauch

Wenn die x -Werte eine arithmetische Reihe mit der Differenz 10 bilden, folgt die nachstehende Kehrwerttabelle (Tabelle I):

Tabelle I

x	Kehrwert $1/x$	Abszissenlänge $1000/x^2$ (mm)
10	0,1	100
20	0,05	50
30	0,03	33,3
40	0,025	25,0
50	0,02	20,0
60	0,016	16,6
70	0,0143	14,3
80	0,0125	12,5
90	0,011	11,1
100	0,01	10,0

³⁾ Der Kehrwert von 10 (d. h. 0,1) soll auf der Zeichnung durch eine Strecke von 100 mm wiedergegeben werden.

In der Fig. 1 bestimmen diese Werte die Einteilung der Abszisse: die graphische Darstellung lässt deutlich erkennen, dass aus der Hyperbel nach Gleichung (3), eine Gerade nach Gleichung (3') geworden ist.

1.3 Tarifdarstellung nach nomographischem Verfahren

Die theoretischen Grundlagen für dieses Verfahren sind in der nomographischen Literatur enthalten³⁾. Im besonderen ist die Theorie der projektiven Skalen für diese Betrachtungen von grossem Interesse. Leider ist hier eine ausführliche Darstellung dieser Theorie aus Platzgründen nicht möglich. Unter Bezugnahme auf das für die Kehrwertdarstellung angeführte Beispiel (Fig. 1) soll aber das nomographische Verfahren für unser Anwendungsgebiet kurz erläutert werden.

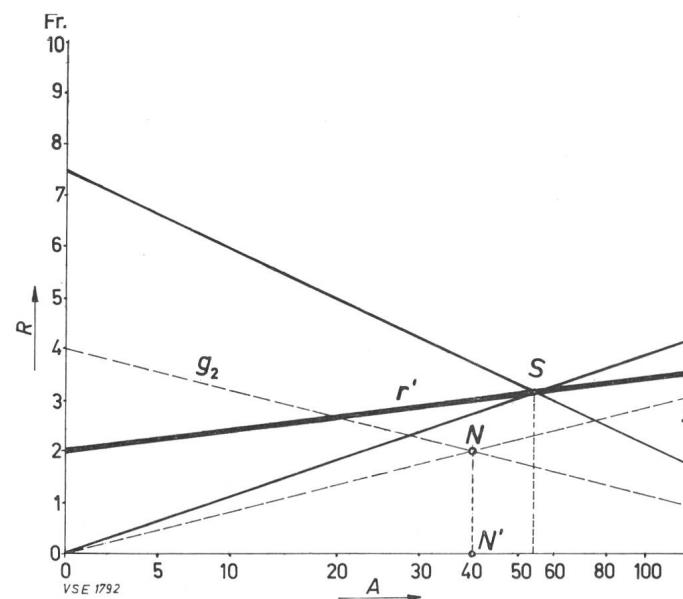
Es genügt in unserem Falle, die Abszisse projektiv zu teilen. In der Praxis wird man z. B. wie folgt vorgehen (Siehe Fig. 2):

a) Man zeichnet die *Abszisse*; sie erhält zunächst noch keine Teilung.

b) *Ordinaten*: Im Nullpunkt der Abszisse und in ihrem Endpunkt werden je eine Ordinate errichtet. Der Endpunkt der Abszisse entspricht dem unendlich fernen Punkt ($x \rightarrow \infty$).

c) *Teilung der Ordinaten*: Die Ordinaten weisen eine reguläre Skala auf (meistens dekadische Werte). Hier erhält z. B.

³⁾ Zu verweisen ist auf: «Graphische Darstellung in Wissenschaft und Technik», Verlag Walter de Gruyter & Co., Bd. 728/728a.



die rechte Ordinate eine solche Teilung. Die Gerade g_1 kann sofort gezogen werden; sie führt von 0 zum Punkte $p = 10$ Rp./kWh. Im übrigen ist darauf zu achten, dass die Projektion N' des Schnittpunktes N der Geraden g_1 und g_2 die gewünschte übersichtliche Lage der Abszissenkala für die Ablesung ergibt. Das Produkt aus dem Wert von N' (kWh) und demjenigen von N'' (Rp./kWh) wird auf der linken Ordinate unmittelbar dargestellt: es beträgt R . In unserem Beispiel erhält man z. B. für $A = 40$ kWh und $p = 10$ Rp./kWh für R den Betrag von Fr. 4.—; damit ist die Teilung der linken Ordinate bestimmt.

Die Teilung der Ordinatenskala ist also unter Berücksichtigung der Abszissenkala zu wählen.

d) *Teilung der Abszisse*: Die nunmehr festgelegte Struktur der Abszissenkala muss konstruktiv oder analytisch durch weitere Punkte ergänzt werden, bis die gewünschte Teilung erreicht ist. In Fig. 2 hat ein Punkt der Abszissenkala bei einem monatlichen Verbrauch von A kWh den Nullabstand.

$$\zeta = \frac{200 A}{A + 40} \text{ (mm)} \quad (4)$$

(z. B.: $A = 40$ kWh; $\zeta = 100$ mm).

Um die Netztafel für mehrere Zwecke gebrauchen zu können, ist ein sparsamer Gebrauch von Hilfslinien zu empfehlen; vielgebrauchte Koordinatenlinien sind hingegen ein für alle Mal einzutragen.

e) Einzeichnen der Tarifgeraden

In Fig. 2 ist die Tarifgerade r' eingezeichnet worden; sie entspricht einem Arbeitspreis von 10 Rp./kWh.

f) Benutzung dieses Nomogramms:

Es sei hier ein Beispiel besprochen:

Bei einer monatlichen Bezugsmenge von z. B. 55 kWh erhält man eine Gesamteinnahme von Fr. 7.50; der Durchschnittserlös beträgt $r = 13,64$ Rp./kWh. Diese Werte können durch Verlängern der Verbindungsgeraden OS (O : Nullpunkt der Ordinaten; S : Schnittpunkt der Geraden r' und der Ordinate für 55 kWh) bis zur linken bzw. zur rechten Ordinatenachse unmittelbar abgelesen werden. Weitere Werte ergeben sich auf analoge Weise.

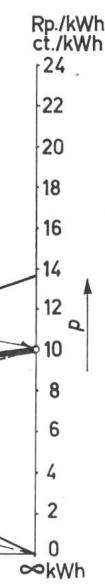


Fig. 2

Preisbild eines Grundpreistarifs mit Grundpreis $G = 2,00$ Fr. und Arbeitspreis $p = 10$ Rp./kWh (Gerade r')
 p = Arbeitspreisansatz
(10 Rp./kWh)
 R = Rechnungsbetrag (Fr. 7.50 bei 55 kWh)
 A = Monatlicher Stromverbrauch
 N, N', N'', g_1, g_2 : im Text erläutert.

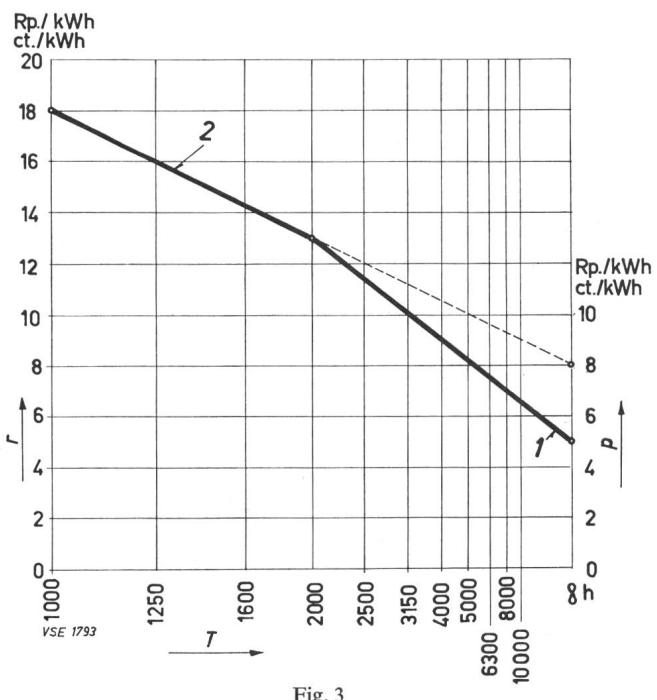


Fig. 3

Preisbild zweier Sonderabnehmertarife

 r = Durchschnittserlös pro kWh p = Arbeitspreisansatz T = Jahresbenutzungsdauer in StundenTarif 1: $L_1 = 160 \text{ Fr./kW und Jahr}$ $p_1 = 5 \text{ Rp./kWh}$ Tarif 2: $L_2 = 100 \text{ Fr./kW und Jahr}$ $p_2 = 8 \text{ Rp./kWh}$

2. Weitere Beispiele

2.1 Preisbild zweier Sonderabnehmertarife

Im folgenden soll das von W. Strahringer dargestellte Beispiel für zwei Sonderabnehmertarife (Elektrizitätswirtschaft 62 (1963, H. 22, S. 852) nach beiden Darstellungsarten behandelt werden.

Bei einem Sonderabnehmer beträgt die Gesamteinnahme:

$$R = L \cdot P + 0,01 p \cdot A \quad (5)$$

Hierbei ist:

 L : Jahresleistungspreis P : Leistung, die der Stromrechnung zugrunde liegt A : In einem Jahr anfallende elektrische Arbeit p : Arbeitspreis in Rp./kWh R : Gesamteinnahme

Der Durchschnittserlös ist:

$$r = \frac{100 R}{A} = 100 L \cdot \frac{P}{A} + p \quad (6)$$

Fig. 4

Preisbild zweier Sonderabnehmertarife

 p = Arbeitspreisansatz L = Jahresleistungspreis r'_1, r'_2 : Tarifgeraden entsprechend den Tarifen der Fig. 3 T = Jahresbenutzungsdauer

Da $\frac{A}{P} = T$ die Jahresbenutzungsdauer ist, erhält man

$$r = \frac{100 L}{T} + p \quad (7)$$

Wir wollen annehmen, ein Sonderabnehmer habe die Möglichkeit, zwischen den folgenden Tarifen zu wählen:

 $L_1 = 160 \text{ Fr./kW und Jahr}$ $p_1 = 5 \text{ Rp./kWh}$ $L_2 = 100 \text{ Fr./kW und Jahr}$ $p_2 = 8 \text{ Rp./kWh}$

Will man die Frage beantworten, welcher der beiden Tarife für diesen Abnehmer günstiger sei, so muss man die Jahresbenutzungsdauer berücksichtigen. Es ergibt sich Preisgleichheit bei 2000 Stunden (Schnittpunkt der Preisgeraden in Fig. 3).

a) Kehrwertdarstellung (Fig. 3)

Ist T grösser als 2000 Stunden, so ist Tarif 1 für den Abnehmer günstiger; ist T kleiner als 2000 Stunden, so ist Tarif 2 günstiger.

b) Darstellung nach nomographischem Verfahren: (Fig. 4)

Die Teilung der Abszisse wird in gleicher Weise vorgenommen wie in Fig. 2. Die Abszissenwerte sind Jahresbenutzungsstunden. Die linksseitige Ordinate ist der Teilungsträger für den Leistungspreis in Fr./kW und Jahr, die rechtsseitige Ordinate für den Arbeitspreis in Rp./kWh. Man sieht aus Fig. 4, dass eine Jahresbenutzungsdauer von 2000 Stunden Preisgleichheit bewirkt. Ihr entspricht ein Durchschnittspreis von 13 Rp./kWh.

Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, dass eine der fünf Grössen L_1, L_2, p_1, p_2, T immer graphisch ermittelt werden kann, wenn die anderen vier bekannt sind.

2.2 Preisbild der Haushalttarife H_{10} und H_6

a) Kehrwertdarstellung (Fig. 5)

Es kann der Fall eintreten, dass man die Darstellung nach Fig. 1 (wo der Endwert auf der Abszisse gleich dem Zehnfachen des Anfangswertes ist) als ungenügend betrachtet, da die letzten Werte immer gedrängter erscheinen als die ersten; vielleicht möchte man aus anderen Gründen den ganzen Bereich erweitern. In diesem Falle ist es möglich, mit zwei Abszissenfeldern (F_1 und F_2) zu arbeiten, die zusammen den hundert-

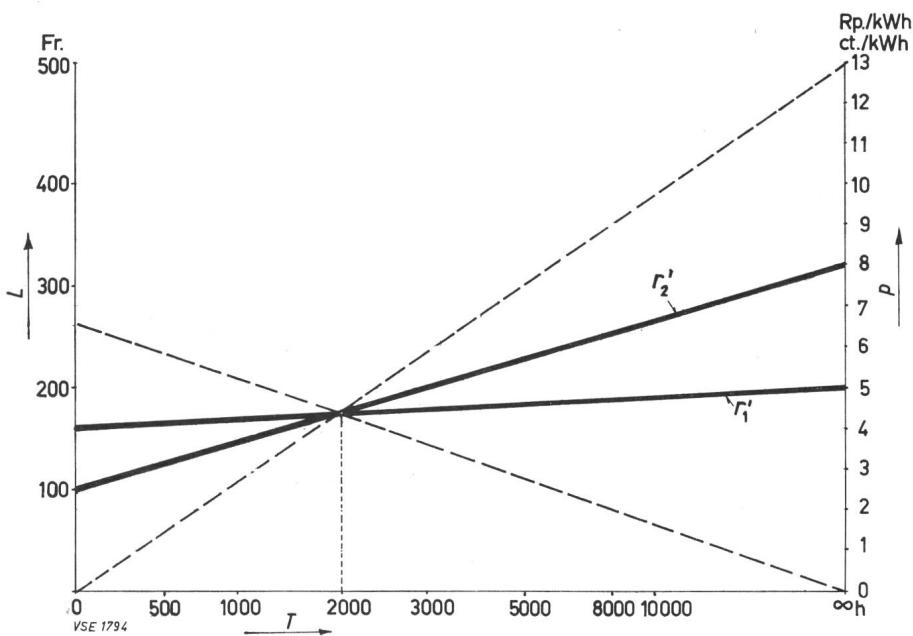


Fig. 5

Preisbild der Haushalttarife H_{10} und H_6
(Zweifeldendarstellung mit Kehrwertpapier)

H_{10} -Tarif: $p = 10 \text{ Rp./kWh}$
 1: 1 Raum $G_1 = 2,00 \text{ Fr.}$
 2: 2 Räume $G_2 = 2,50 \text{ Fr.}$
 3: 3 Räume $G_3 = 3,15 \text{ Fr.}$
 4: 4 Räume $G_4 = 4,00 \text{ Fr.}$
 5: 5 Räume $G_5 = 5,00 \text{ Fr.}$

H_6 -Tarif: $p = 6 \text{ Rp./kWh}$
 6: 1 Raum $G_1 = 6,00 \text{ Fr.}$
 7: 2 Räume $G_2 = 7,00 \text{ Fr.}$
 8: 3 Räume $G_3 = 8,00 \text{ Fr.}$
 9: 4 Räume $G_4 = 9,00 \text{ Fr.}$
 10: 5 Räume $G_5 = 10,00 \text{ Fr.}$

$r = \text{Durchschnittserlös pro kWh}$

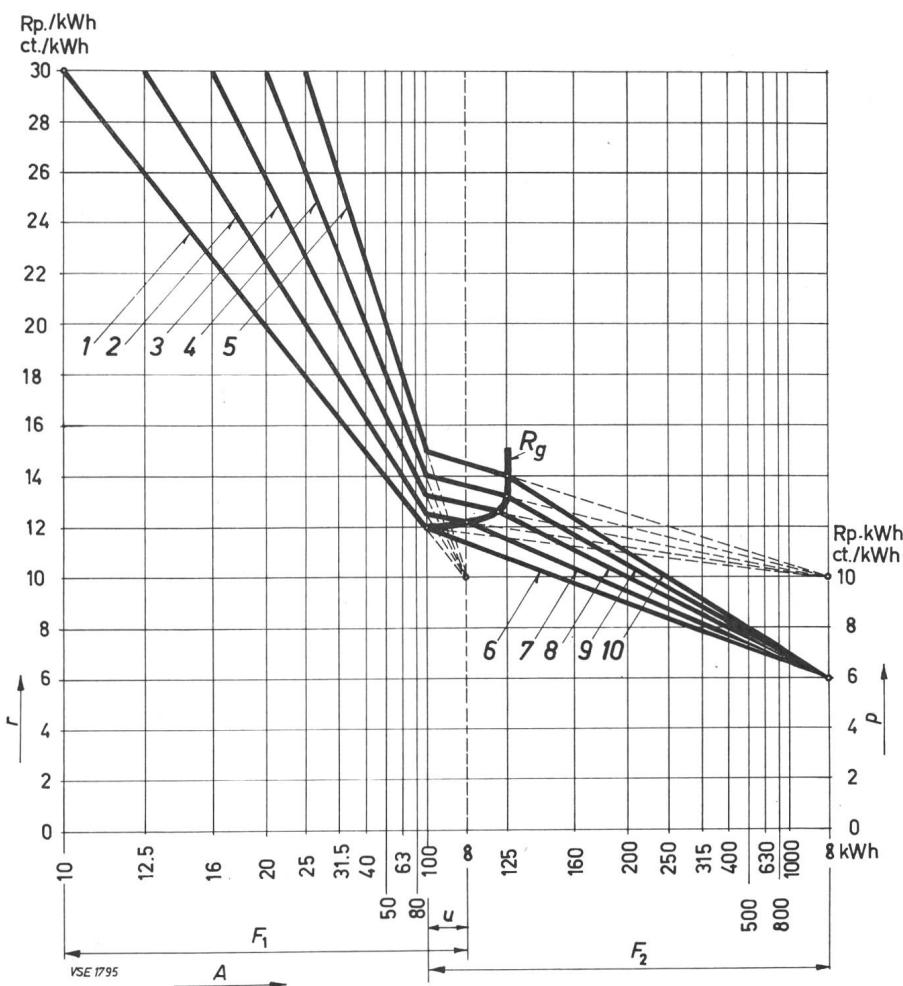
$p = \text{Arbeitspreisansatz}$

$A = \text{Monatlicher Stromverbrauch}$

F_1 : Feld 1

F_2 : Feld 2

u : Überlappung der beiden Felder



fachen Betrag des Anfangswertes umspannen. Fig. 5 zeigt eine solche *Zweifeldendarstellung*. Die Werte für die elektrische Arbeit erscheinen in dieser Figur im Gegensatz zu Fig. 1 nicht mehr als arithmetische Reihe, sondern als Normzahlreihe R 10 (geometrische Reihe); auf diese Weise ist es möglich, eine allzuschroffe Änderung der Abszissenintervalle zu vermeiden und insbesondere eine allzu starke Zusammendrängung am

gestattet es, die bezogene Energie im Bereich von 10...5000 kWh abzulesen; dies geschieht ohne die Benutzung von Zwischenpunkten, die den unendlich fernen Punkten entsprechen, wie dies bei der vorstehenden Kehrwert-Methode der Fall war. Es können weitgehend auch Rechnungsbeträge Rf für noch grössere Energiemengen abgelesen werden. Die Schnittpunkt-Koordinaten der beiden Tarif-Strahlenbüschel können noch augenfälliger und deutlicher dargestellt werden, wenn man die Tarifgeraden r' mit vergrössertem Massstab einträgt (z. B. in das Koordinatennetz der Fig. 1).

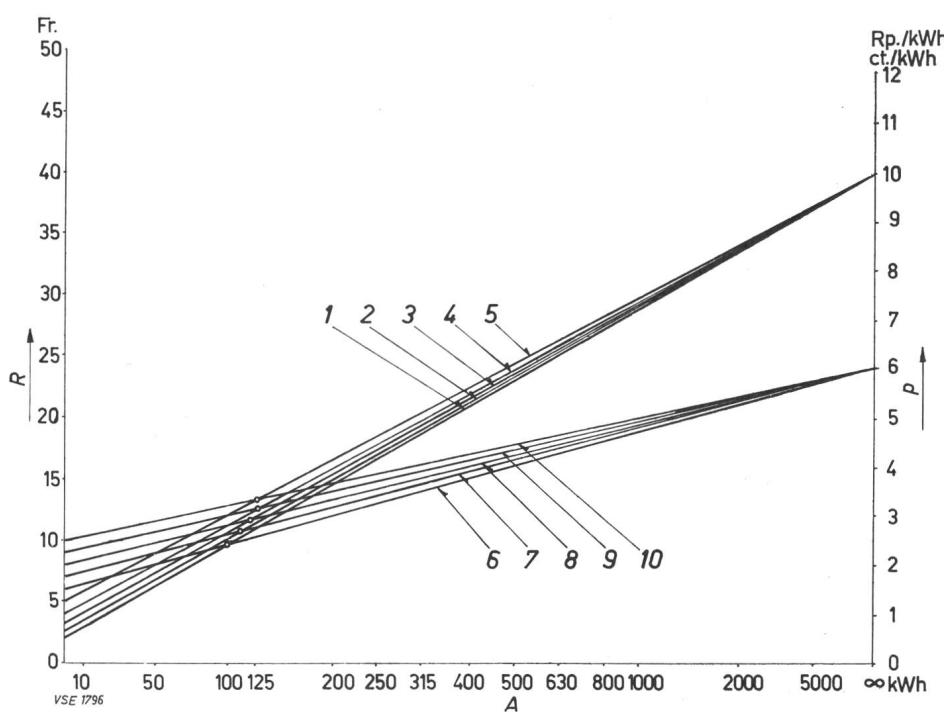


Fig. 6

Preisbild der Haushalttarife H_{10} und H_6 nach dem nomographischen Verfahren

H_6 -Tarif: Geraden 6...10
(gleiche Bedeutung wie in Fig. 5)

H_{10} -Tarif: Geraden 1...5
(gleiche Bedeutung wie in Fig. 5)

$R = \text{Rechnungsbetrag}$

$p = \text{Arbeitspreisansatz}$

2.3 Beispiele des Aufsatzes: «Nicht zwei Tarife, ein Tarif»⁴⁾

Auch die von *W. Strahringer* in diesem Aufsatz angeführten Beispiele lassen sich überzeugend mit dem nomographischen Verfahren behandeln; in Anbetracht der kleinen Strommengen benutzt man vorteilhaft eine Netztafel mit entsprechendem Maßstab, z. B. wie in der Darstellung nach Fig. 2.

3. Schlussfolgerungen

3.1

Anwendungsbereich

Diese Darstellungsweise eignet sich hauptsächlich für Tarife auf polynomer Basis, z. B. für Zonentarife (Blocktarife), welche bei gleichen Bezeichnungen wie bisher die Form haben:

$$R = p_1 \cdot A_1 + p_2 \cdot A_2 + \dots + p_i \cdot A_i + \dots + p_n \cdot A_n$$

Diese kommen häufig vor, so dass die nomographische Methode bei der Begutachtung und der Projektierung von Tarifen gute Dienste leistet.

Das Verfahren kann ebenfalls auf irgendwelche andere Probleme angewendet werden, die den gleichen mathematischen Gleichungsaufbau haben. Es eignet sich auch für die Ermittlung der wirtschaftlichen Lastverteilung zwischen parallel arbeitenden Kraftwerken. Der Energieaustausch zwischen den Werken kann unter Einbeziehung der Tarifpreise und der Kosten der einzelnen Lieferungen und Bezüge dargestellt und verfolgt werden; dabei ist es möglich, den Gesamtdurchschnittserlös und die resultierenden Gesamtkosten unter Berücksichtigung des Vorzeichens unmittelbar abzulesen.

⁴⁾ *W. Strahringer*: «Elektrizitätswirtschaft», 62 (1963), Heft 19, Seite 732.

3.2 Vorteile des nomographischen Verfahrens

Zusammenfassend seien die folgenden Vorteile dieses Verfahrens angeführt:

a) Es lässt sich sehr einfach anwenden, erfordert keine Berechnung des Durchschnittserlöses r und gestattet das Ablesen des Gesamterlöses R .

b) Die Abszissenskala kann man den besonderen Anforderungen anpassen. Wenn z. B. in Fig. 4 der Bereich von 0...5000 Stunden oder von 6000...10000 Stunden besonders gut abgelesen werden soll, so kann diese Forderung ohne weiteres erfüllt werden. Diese Anpassungsfähigkeit ist einer der grossen Vorteile der projektiv-verzerrten Funktionspapiere.

c) Während bei der Zweifeldendarstellung die recht unbequeme Überlappung (z. B. beim Übergang von $A = 100$ über ∞ nach 125 in Fig. 5) die Möglichkeit von Fehlern in sich birgt, entfallen diese bei der nomographischen Methode von selbst, da sie keine ∞ -Übergangsstellen benötigt. Das neue Verfahren bietet daher nicht nur die Möglichkeit einfacherer Zweifeldendarstellungen, sondern auch — ohne weitere Komplikationen — die Möglichkeit der Darstellung mehrerer Abszissenfelder ohne Übergangs- ∞ -Stellen.

d) Die Genauigkeit der Ablesung ist hoch, besonders wenn die Zeichnung auf verzerrungsfreiem Syntosilpapier ausgeführt wird.

Das nomographische Verfahren entspricht durch seine Zweckmässigkeit und durch seine weitreichende Verwendbarkeit vielfachen Anforderungen. (Gr.)

Adresse des Autors:

Max Nussbaumer, dipl. Ing., Hardrain 15, 4000 Basel.

Lärbekämpfung

Eine von Ständerat Stüssi 1956 eingereichte Motion, die von den eidg. Räten angenommen wurde, beauftragte den Bundesrat Bericht und Antrag über rechtliche Massnahmen zur wirksamen und zeitgemässen Lärbekämpfung auszuarbeiten. Die vom Bundesrat eingesetzte 52gliedrige Kommission, die sich in 5 Unterkommissionen organisierte, erarbeitete einen umfangreichen, sehr interessanten Bericht, der 1963 publiziert wurde.

Es ist mit der Lärbekämpfung wie auf andern Gebieten; jeder erwartet vom andern, dass er keinen Lärm mache, er aber denkt nicht daran, wenn er selber Lärm macht. Man kommt daher nur einen Schritt weiter, wenn jeder an seiner Stelle das Mögliche und Zumutbare zur Lärbekämpfung beiträgt. Wir wollen einmal prüfen, was die Elektrizitätswerke und Elektrofachleute beisteuern können, wenn wir den Satz beherzigen wollen: «Es gehört zur Anstandspflicht eines jeden Menschen, Lärm, der andere belästigen könnte, zu vermeiden.» Hauptsache ist zunächst einmal, dass man dem Lärmproblem die gebührende Beachtung schenkt. Liest man den Bericht, so könnte man beinahe in Versuchung kommen, anzunehmen, es sei alles in bester Ordnung und irgendwelche Massnahmen erübrigten sich. Oder ist es etwa nicht erfreulich, wenn man da lesen kann?:

S. 122 «Der wichtigste Beitrag zur Lärbekämpfung ist wohl die Elektrifizierung (der Bahnen).»

S. 124 «Klagen über den Lärm der Fahrzeuge von Nahverkehrsbetrieben (Tram, Autobus) sind ziemlich häufig... im Gegensatz dazu geben Trolleybusse infolge ihrer Geräuscharmut in der Regel nicht zu Klagen Anlass.»

S. 194 «Elektromotor, geräuscharm.»

S. 195 «Kleinbahnlokomotive elektrisch, geräuscharm.»

S. 194 «Die grösste Lärmverminderung wird erreicht durch Verwendung von Elektrohämern. Es empfiehlt sich daher, grundsätzlich die Anwendung von Elektrohämern vorzuschreiben...»

S. 194 «Bei Kompressoren ist wo möglich elektrischer Antrieb zu verlangen.»

S. 194 «Am leisesten sind elektrisch angetriebene Maschinen. Wo immer möglich, namentlich aber an besonders schonungsbedürftigen Orten (z. B. bei Spitätern), sind daher Maschinen mit elektrischen Antrieben zu benützen.»

S. 221 Aus einer Musterverordnung:

«Als besonders leise sind Rasenmäher mit elektrischen Antrieben zu empfehlen.»

«In der Nähe von Kirchen, Friedhöfen, Spitätern, Schulen, wissenschaftlichen Instituten dürfen nur solche (Rasenmäher) mit elektrischem Antrieb verwendet werden.»