

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 17 (1926)
Heft: 2

Artikel: Ableitung einer neuen Tarifgrundlage zum Verkauf elektrischer Energie zu motorischen Zwecken
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058858>

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: 18.01.2025

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

schicht nützt über einer gewissen Grenze nichts mehr; dauernd höhere elektrische Festigkeit kann nur erreicht werden entweder durch Materialverbesserung oder durch besondere Anordnung zur besseren Kühlung. In Erkenntnis der technischen Wichtigkeit der dielektrischen Verluste hat die Firma BBC frühzeitig mit Messungen an ihren Isolierstoffen begonnen. Die heutigen Messeinrichtungen erlauben, die normalen Isoliermaterialien laufend zu messen. Da die Wattmessung heute das beste Mittel darstellt, die Güte eines Isolierstoffs zahlenmässig darzustellen, kann damit Gewähr gegeben werden für einheitliche und gute Isolierfabrikate, welche der dauernden Beanspruchung bei höheren Temperaturen, wie sie im Betrieb auftreten können, mit Sicherheit gewachsen sind.

Ableitung einer neuen Tarifgrundlage zum Verkauf elektrischer Energie zu motorischen Zwecken¹⁾.

Von der wirtschaftlichen Abteilung des Generalsekretariates des S.E.V. und V.S.E.

Es wird eine Formel aufgestellt, bei deren Anwendung die Werke die Energie zu einem Preise verkaufen würden, der gleich wäre dem Gestehungspreise bei Erzeugung mittels einer ständig vollbelasteten Dieselgruppe. Eine ähnliche Formel wird mitgeteilt, geltend für den Fall, wo kleinere Oelmotoren mit direktem Antrieb zur Anwendung gelangen. An Beispielen wird gezeigt, wie man sich der Formeln bedient.

L'auteur établit une formule pour la vente de l'énergie électrique, qui met celle-ci au même prix que l'énergie produite par un groupe électrogène Diesel fonctionnant toujours à pleine charge. Une autre formule s'applique au cas des petits moteurs à huile actionnant directement les machines. Des exemples montrent comment on se sert de ces formules.

Während der Preis einer Ware innerhalb eines grösseren Versorgungsgebietes überall ungefähr derselbe ist, muss es auffallen, dass dieselbe elektrische Energiemenge an verschiedenen Orten nach so ungleichen Grundsätzen verrechnet wird.

Wir glauben die Ursache dieser Verschiedenheit darin zu finden, dass jedes Werk einerseits durch möglichst niedere Preisgestaltung seinen Absatz zu fördern sucht, andererseits aber doch aus dem investierten Kapital den nötigen Ertrag herausholen will.

Die heutigen Tarife sind Kompromisse zwischen diesen beiden Bestrebungen, wogegen man sich scheinbar um die Konkurrenz (Dampfmaschine und Rohölmotor) wenig kümmert. Dies ist in vielen Fällen insofern kein Fehler, als bei der Wahl eines Elektromotors ja nicht nur die finanziellen Vorteile in Erwägung gezogen werden. Sauberkeit, Ungefährlichkeit und bequeme Bedienungsmöglichkeit sind vielerorts von ebenso grosser Bedeutung als die reinen Energiekosten.

Ein anderes jedoch ist es in denjenigen Grossunternehmungen, wo wohl die einzelnen Maschinen von Elektromotoren angetrieben werden, wo sich aber der Industrielle vor die Wahl gestellt sieht, entweder die Energie bei einem Elektrizitätswerk zu kaufen oder sie in einem eigenen Kraftwerk zu erzeugen. Wenn in diesem Falle das Elektrizitätswerk Wert darauf legt, die Energie liefern zu können, so wird es nicht die gewöhnlichen Kleinkonsumtarife anwenden dürfen, sondern mit dem Industriellen verhandeln müssen und mit ihm einen Spezialvertrag abschliessen.

Werden im Betrieb des Industriellen grosse Mengen Niederdruckdampf benötigt, so kann er sich mittels Gegendruckdampfturbinen die Energie so billig erzeugen, dass eine Konkurrenz des Elektrizitätswerkes in vielen Fällen unmöglich sein kann. Sehen wir von diesem Spezialfall ab, so wird als Energiequelle meistens eine diesel-elektrische Gruppe in Betracht gezogen werden und es erhebt sich nun die Frage, ob das Werk seine Offerte so günstig gestalten darf, um billigere Energie zu liefern als die Dieselgruppe.

¹⁾ Uebersetzung und Erweiterung des Aufsatzes von J. Ganguillet (s. Bulletin S.E.V. 1925, No. 2).

Um diese Frage beantworten zu können, muss sich das Werk in allen wichtigsten Fällen ohne lange Untersuchungen und Rechnungen orientieren können, wie sich die Kosten bei diesel-elektrischer Energieerzeugung gestalten, um darnach die eigenen Angebote richten zu können.

Zweck der vorliegenden Arbeit ist es, eine Formel abzuleiten, welche gestattet, für alle Leistungen zwischen 15 und 1000 kW die jährlichen Energiekosten annähernd im voraus zu berechnen.

Wir gehen dabei von den Kosten einer kWh aus und stellen fest, dass diese aus einem veränderlichen Teil v und einem unveränderlichen Teil f gebildet werden.

Unveränderlich nennen wir denjenigen Teil der Kosten, welcher unabhängig ist von der Belastung der Dieselgruppe und dem Preis des Brennstoffes. Hierzu gehören Zinsendienst, Amortisationen, Bedienungs- und Unterhaltskosten. Dieser Kostenteil f pro kWh ist in der Hauptsache abhängig von der Grösse der installierten Leistung und der jährlichen Betriebsdauer.

Im Gegensatz hierzu ist der veränderliche Kostenanteil v pro kWh abhängig vom Preis des Brennstoffes und der Maschinengrösse. Er stellt vor allem die Brenn- und Schmiermittelkosten dar.

Nennen wir den Preis einer kWh, erzeugt in einer diesel-elektrischen Gruppe, a , so gilt:

$$a = f + v.$$

Unveränderliche Kosten.

Nehmen wir an, eine Dieselgruppe arbeite 2500 Stunden im Jahr unter Vollast und sei die übrige Zeit stillgelegt. Dann ist der unveränderliche Teil f des Preises der kWh bei dieser gegebenen Betriebsstundenzahl eine reine Funktion der installierten Leistung, derart, dass f mit zunehmender Leistung erst rasch und dann immer langsamer abnimmt. Unter Zugrundelegung des heute üblichen Zinsfusses und einer Serie von Preisen, welche Ende 1923 zusammengestellt wurden, sind wir zum Ergebnis gekommen, dass die unveränderlichen Kosten

$$f_{2500} = 2,5 + \frac{366}{P + 22} \text{ Rp./kWh} \quad (1)$$

betragen, wodei P die maximale Leistung der Motoren bedeutet und zwischen 15 und 1000 kW liegt.

Gehen wir nun, ohne an den übrigen Annahmen etwas zu ändern, von 2500 Stunden auf n Stunden über, so ändert sich f entsprechend der Gleichung:

$$f_n = f_{2500} \frac{2500}{n} = \frac{2500}{n} \left(2,5 + \frac{366}{P + 22} \right) \text{ Rp./kWh.} \quad (2)$$

Veränderliche Kosten.

Die Ausgaben für Brennstoff und Schmiermittel, bezogen auf eine kWh, sind von der Gebrauchsdauer unabhängig. Diesen veränderlichen Teil der Kosten haben wir v genannt und bemerken, dass er bei grösseren Leistungen etwas abnimmt wegen des besseren Wirkungsgrades der grösseren Einheiten.

Auf empirischer Grundlage haben wir gefunden, dass die veränderlichen Kosten

$$v_{15} = 3,57 + \frac{400}{P + 174} \text{ Rp./kWh} \quad (3)$$

gesetzt werden können, wenn der Oelpreis mit 15 Rp./kg angenommen wird. Beträgt der Oelpreis nicht 15, sondern h Rp./kg, so wird:

$$v_h = v_{15} \frac{h}{15} = \frac{h}{15} \left(3,57 + \frac{400}{P + 174} \right) \text{ Rp./kWh.} \quad (4)$$

Der Energiepreis bei diesel-elektrischer Erzeugung.

Aus den beiden vorstehenden Abschnitten ergibt sich, dass der Preis einer kWh, erzeugt in einer diesel-elektrischen Gruppe der Leistung P kW, vollbelastet laufend während n Stunden und bei einem Oelpreis von h Rp./kg franko Reservoir sich nach folgender Formel berechnen lässt:

$$a_{n,h} = \frac{2500}{n} \left(2,5 + \frac{366}{P+22} \right) + \frac{h}{15} \left(3,57 + \frac{400}{P+174} \right) \text{ Rp./kWh,}$$

oder zusammengefasst:

$$a_{n,h} = \frac{6250}{n} \left(1 + \frac{146,3}{P+22} \right) + \frac{h}{4,2} \left(1 + \frac{112}{P+174} \right) \text{ Rp./kWh.} \quad (5)$$

Trotz ihrer Länge ist diese Formel von einfacher Struktur und liefert für die Praxis Resultate von genügender Genauigkeit.

Vereinfacht wird die Formel dadurch, dass die Grösse h (der Oelpreis) nur geringen zeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Für einen bestimmten Wert von h (15 Rp./kWh) vereinfacht sich die Formel wie folgt:

$$a_{n,15} = \frac{6250}{n} \left(1 + \frac{146,3}{P+22} \right) + 3,57 + \frac{400}{P+174} \text{ Rp./kWh.} \quad (6)$$

Betrieb bei reduzierter Last.

Erinnern wir uns daran, dass die Formeln (5) und (6) unter der Voraussetzung aufgestellt worden sind, dass die diesel-elektrische Gruppe entweder bei Vollast arbeitet oder ruht. Diese Betriebsart würde dem bestmöglichen Wirkungsgrad entsprechen, kann aber im Betrieb nicht erreicht werden. *Die in den vorigen Abschnitten berechneten Preise sind daher als die günstigstenfalls zu erreichenden Grenzwerte anzusprechen.*

Hieraus folgt – und es ist ein Hauptzweck dieser Arbeit, darauf hinzuweisen – dass, wenn ein Elektrizitätswerk seinen Energietarif gemäss Formel (6) aufstellt, es dann gewiss sein kann, einen Preis gemacht zu haben, der *unter* dem Energiepreis seines schärfsten Konkurrenten liegt.

Grundlage der vorgeschlagenen Tarifikation.

Die *wirkliche* Gebrauchsdauer n wird unseres Wissens nirgends gemessen, dagegen tragen viele Werke einer *fiktiven* Gebrauchsdauer m Rechnung. Diese ist definiert als der Quotient aus der jährlich verbrauchten Anzahl kWh (W) und der durch Maximumzeiger ermittelten Maximalleistung (P_m).

Wir schlagen nun vor, wie bisher beim Abonnenten Zähler mit Maximumzeiger zu installieren und daraus die fiktive Gebrauchsdauer zu ermitteln nach der Formel:

$$m = \frac{W}{P_m} \text{ Stunden.}$$

Wir bestimmen nun den Preis der kWh nach Formel (6), indem wir $P = P_m$ und $n = m$ setzen.

Multiplizieren wir die rechte Seite von Formel (6) mit $\frac{W}{100}$, so stellt die linke Seite die jährlichen Energiekosten A in Franken dar.

$$A = \frac{W}{m} \frac{62,5}{100} \left(1 + \frac{146,3}{P_m + 22} \right) + W \left(0,0357 + \frac{4}{P_m + 174} \right),$$

oder zusammengezogen:

$$A = 62,5 P_m \left(1 + \frac{146,3}{P_m + 22} \right) + W \left(0,0357 + \frac{4}{P_m + 174} \right) \text{ Franken im Jahr.} \quad (7)$$

Zu bemerken ist, dass A nichts anderes darstellt als den Preis von W kWh, erzeugt in einer während m Stunden mit Vollast laufenden diesel-elektrischen Gruppe der Leistung P_m (kW). *Dieser Preis A ist auf die günstigsten Arbeitsbedingungen der diesel-elektrischen Gruppe zugeschnitten.*

Tariferleichterungen.

Wir glauben, dass ein auf Formel (7) basierender Tarif günstig genug sein sollte, um den Konsumenten von der Errichtung eines eigenen Kraftwerkes abzuhalten. Immerhin wird man nötigenfalls gut tun, durch Ermässigungen den Abonnenten umso sicherer zur Anwendung von Energie aus dem Elektrizitätswerk anzuspornen.

Formel (7) nimmt keine Rücksicht darauf, zu welcher Tages- und Jahreszeit die Energie bezogen wird, weil dies ja bei einer diesel-elektrischen Gruppe keine Rolle spielt. Dagegen hat das Elektrizitätswerk allen Grund, den Energieabsatz zu Zeiten des Wasserüberflusses (Sommerhalbjahr) und zu gewissen Tageszeiten zu fördern. Es wird deshalb im Sommer einen etwas billigeren Tarifansatz zur Anwendung bringen als im Winter und mittels Doppeltarifzähler die während den Nachtstunden bezogene Energie ebenfalls mit geringeren Preisen in Anrechnung bringen.

Vergleich mit Tarifen schweizerischer Elektrizitätswerke.

Ihrer Auswirkung nach unterscheiden sich die heute geltenden schweizerischen Tarife nicht stark von dem von uns vorgeschlagenen. Sie bauen sich meistens auf der Form:

$$A = CP_m + \Theta W \text{ Franken im Jahr}$$

auf.

Sehr oft nimmt mit wachsendem W Θ nach einer gegebenen Vorschrift ab. Man kann direkt Θ als eine Funktion von W ansehen (während in unserer Formel (7) Θ eine Funktion von P_m ist), was sich besonders deutlich im Tarif eines ostschweizerischen Werkes zeigt. Dort ist:

$$A = 40 P_m + 0,055 W \left(1 + \frac{63900}{W + 52800} \right) \text{ Franken im Jahr.} \quad (8)$$

Vergleichen wir die zahlenmässige Auswirkung der Formeln (7) und (8), so erkennen wir, dass die Preise des ostschweizerischen Werkes zu bescheiden sind, besonders bei kleiner Gebrauchsdauer und grossen Leistungen.

Die Werke sehen sich heutzutage gezwungen, durch eine grosse Anzahl verschiedener Tarifansätze den charakteristischen Konsumbedingungen der verschiedenen Verbraucherkategorien Rechnung zu tragen. Wir glauben, dass Formel (7) hier viel zur Vereinfachung der Tarife beitragen könnte, sie vermittelt vernünftige Zahlungsbedingungen für jede Belastungsdauer und Leistungsaufnahme.

Wählen wir als Beispiel den Fall, wo ein Werk die Energie nach Formel (8) verkauft, so wird es einem Abnehmer, der die elektrische Energie nur zur Zeit des Wassermangels bezieht, einen Sondertarif machen müssen. Formel (7) dagegen sorgt auch in diesem Fall dafür, dass das Werk nicht zu Schaden kommt, ohne dass ein Spezialtarif nötig wäre.

Schlussfolgerung.

Die Formeln (6) und (7) sind nicht als exakte, allgemein gültige Gesetze anzusehen, sie geben jedoch für die Praxis Resultate von genügender Genauigkeit. Die Schwankungen im Oelpreis können in den Formeln leicht zum Ausdruck gebracht werden. Schwieriger ist es schon, den Schwankungen des Zinsfußes und der Motor-kosten Rechnung zu tragen, doch ist auch dies durch Variation der Konstanten möglich.

Wir sind der Ansicht, dass diejenigen Werke, die sich nicht zur Anwendung der Formel (7) entschliessen können, in Formel (6) ein Mittel finden werden, welches ihnen erlaubt, sehr schnell und mit genügender Genauigkeit den günstigsten Preis der Konkurrenz in jedem Falle zu ermitteln, um so über die eigene Preisgestaltung sofort im Klaren zu sein.

Zur weiteren Orientierung haben wir die Formel (6) innerhalb den Grenzen ihrer Gültigkeit (15 ÷ 1000 kW) graphisch interpretiert (Fig. 1).

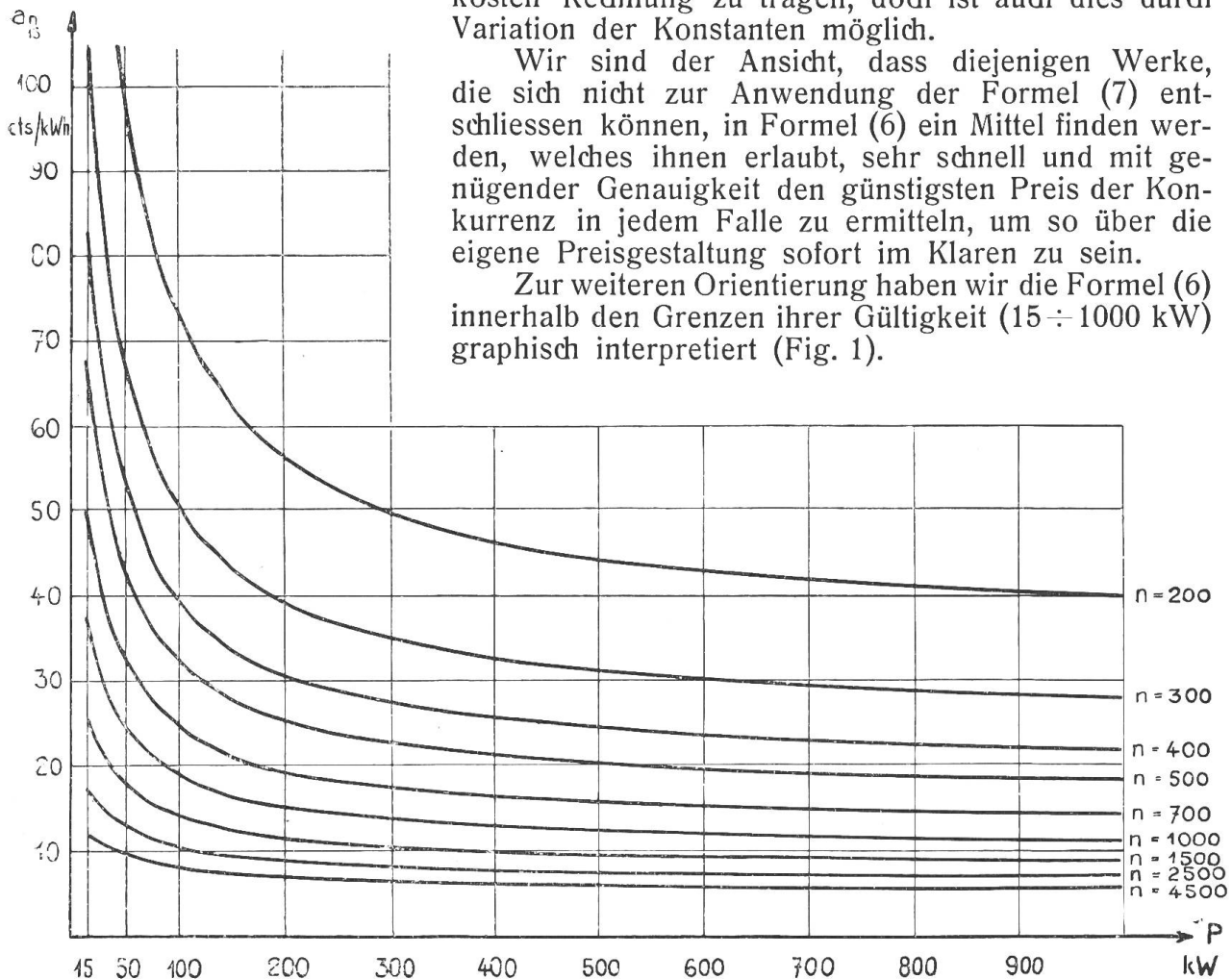


Fig. 1.

Anwendung derselben Ueberlegungen auf Kleinmotoren.

Auf Grund der vorliegenden Ueberlegungen haben wir dieselben Berechnungen für das Gebiet der Oelmotoren mit 3 ÷ 15 PS durchgeführt.

Dabei wurde jedoch angenommen, dass die Kraftübertragung direkt, d. h. ohne Umsetzung in elektrische Energie, erfolgt.

Die den Formeln (2), (4), (5) und (7) der vorliegenden Arbeit entsprechenden Ausdrücke lauten dann:

$$f = \frac{2500}{n} \left(1,97 + \frac{13,5}{P + 0,93} \right) \text{ Rp./kWh.} \quad (2a)$$

$$v = \frac{h}{15} \left(3,7 + \frac{17,8}{P + 0,795} \right) \text{ Rp./kWh.} \quad (4a)$$

$$a_{n,h} = \frac{2500}{n} \left(1,97 + \frac{13,5}{P + 0,93} \right) + \frac{h}{15} \left(3,7 + \frac{17,8}{P + 0,795} \right) \text{ Rp./kWh.} \quad (5a)$$

$$A_{m,15} = 49,2 P_m \left(1 + \frac{6,85}{P_m + 0,93} \right) + W \left(0,037 + \frac{0,178}{P_m + 0,795} \right) \text{ Franken im Jahr.} \quad (7a)$$

Dabei stellt A den Energiepreis dar, welchen die elektrische Energie kosten darf, damit an der Welle des Elektromotors dieselbe Energiemenge zu gleichem Preise abgenommen werden kann, wie von der Welle des Oelmotors. Infolgedessen hat bei gegebener Leistung des Oelmotors in PSe die Umrechnung auf kW des Elektromotors so zu erfolgen, dass $1 \text{ kW} = 0,85 \text{ PS}$ gesetzt werden muss.

Formel (7a) stimmt indessen nur für den Fall des voll belasteten Oelmotors. Die kleinen Oelmotoren haben einen sehr viel grösseren Oelverbrauch pro kWh, wenn sie nicht voll belastet sind. Obige Formel stellt deshalb den Betrieb eines Oelmotors in zu günstigem Lichte dar.

Trotzdem wird es ratsam sein, mit den Preisen der elektrischen Energie nicht über die nach Formel (7a) berechneten hinauszugehen.

Tabelle I zu Formel (7).

P_m kW	C_1 Fr.	C_2 Fr./kWh
20	5 600	0,0563
22	5 950	0,0561
24	6 255	0,0559
26	6 570	0,0557
28	6 850	0,0555
30	7 140	0,0553
32	7 420	0,0551
34	7 690	0,0549
36	7 925	0,0547
38	8 160	0,0546
40	8 400	0,0544
42	8 650	0,0542
44	8 850	0,0541
46	9 050	0,0539
48	9 275	0,0537
50	9 520	0,0535
55	9 950	0,0531
60	10 640	0,0528
65	10 900	0,0524
70	11 320	0,0521
75	11 800	0,0517
80	12 160	0,0514
90	12 950	0,0509
100	13 700	0,0503
150	17 400	0,0480
200	20 800	0,0464
250	24 250	0,0451
300	27 300	0,0441
400	33 600	0,0426
500	40 000	0,0416
600	46 320	0,0409
700	52 500	0,0403
800	59 440	0,0398
900	65 250	0,0394
1000	71 500	0,0391

Praktische Anwendung der Formeln (7) und (7a).

Für eine gegebene Leistung P_m werden der erste Ausdruck in Formel (7) bzw. (7a), sowie die Klammer des zweiten Ausdrucks zu Konstanten, so dass die Formel geschrieben werden kann:

$$A = C_1 + C_2 W \text{ Franken im Jahr.} \quad (9)$$

Dies ist das System eines Tarifs mit Grund- und Konsumtaxe, nur dass hier die Konstanten C_1 und C_2 nicht linear von P_m abhängen.

Es ergibt sich nun eine einfache Art des Tarifrierens, wenn man für die verschiedenen Werte von P_m die zugehörigen Werte für C_1 und C_2 berechnet und in Tabellen zusammenstellt.

Wir haben für Formel (7) eine solche Tabelle berechnet (Tabelle I) und es sei ihr Gebrauch an dem folgenden Beispiel erläutert.

Beispiel 1: In einem Betriebe wurde als Leistungsmaximum 50 kW gemessen, während die konsumierte Energie 250 000 kWh betrug. Wie hoch stellen sich die jährlichen Kosten?

Lösung:

Wir setzen $P_m = 50$, $W = 250\,000 \text{ kWh}$.

Laut Tabelle I ist $C_1 = 9\,520 \text{ Fr.}$

$C_2 W = 0,0535 \cdot 250\,000 = 13\,350 \text{ Fr.}$

$$A = 22\,870 \text{ Fr. im Jahr.}$$

Wo es sich jedoch nicht um absolut genaue Auswertung der Formel, sondern um rasch auszuführende Ueberschlagsrechnungen handelt, bedient man sich zur Auswertung der Formeln (7) oder (7a) mit Vorteil der beigegebenen Nomogramme Fig. 2 und 3, deren Anwendung im Folgenden kurz erläutert sei.

In Fig. 2 ist das Nomogramm zu Formel (7a) dargestellt. Die Skala zu äusserst links entspricht dem Jahresenergieverbrauch, die mittlere Skala den jährlichen Gesamtkosten und die Skala auf krumm-

linigem Träger der gemessenen Leistung P_m (hier in PS eingetragen, wie dies bei Kleinmotoren üblich ist). Schneidet man nun diese drei Skalen mit einer beliebigen Geraden, so erfüllen die Werte der drei Schnittpunkte die Gleichung (7a).

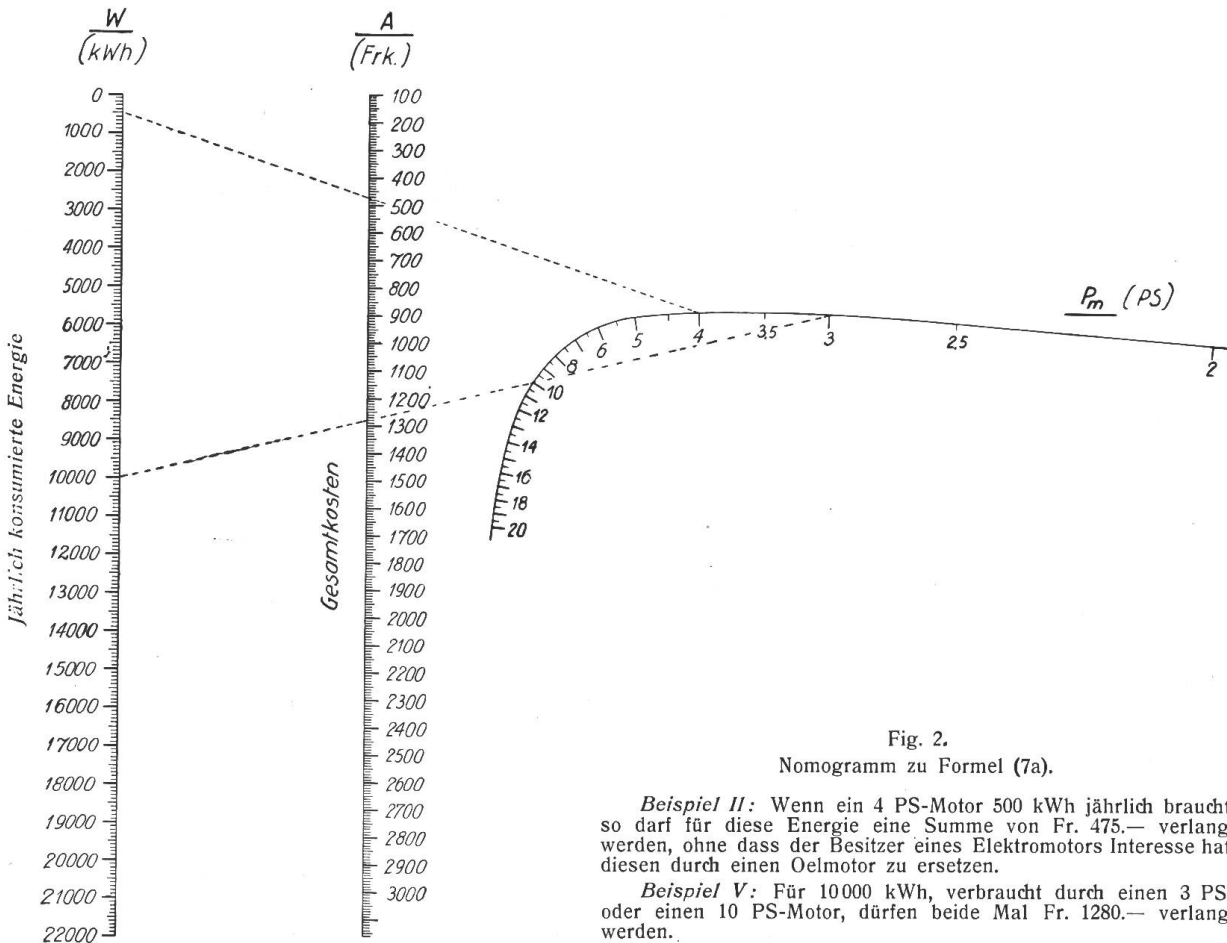


Fig. 2.
Nomogramm zu Formel (7a).

Beispiel II: Wenn ein 4 PS-Motor 500 kWh jährlich braucht, so darf für diese Energie eine Summe von Fr. 475.— verlangt werden, ohne dass der Besitzer eines Elektromotors Interesse hat, diesen durch einen Oelmotor zu ersetzen.

Beispiel V: Für 10000 kWh, verbraucht durch einen 3 PS- oder einen 10 PS-Motor, dürfen beide Mal Fr. 1280.— verlangt werden.

Diese Tatsache dient nun zu leichter Ausrechnung der Formel (7a), wenn wir zwei Werte gegeben haben und den dritten Wert finden wollen. Wir brauchen dann nur die beiden gegebenen Punkte auf den Skalen aufzusuchen und mit einer Geraden zu verbinden, so finden wir im Schnittpunkt der dritten Skala mit der Geraden den gesuchten Wert.

Beispiel II: Ein Motor von 4 PS (3,4 kW) habe im Jahr 500 kWh konsumiert. Wie gross sind die jährlichen Gesamtkosten A?

Lösung: Man sucht auf der Skala zu äusserst links den Punkt $W = 500$ auf und verbindet ihn mit Punkt $P = 4$ auf der krummlinigen Skala. Wo die Gerade die mittlere Skala schneidet, liegt der gesuchte Wert $A = 475$ Fr. im Jahr (siehe Fig. 2).

In Fig. 3 ist das Nomogramm zu Formel (7) dargestellt. Es unterscheidet sich von dem Vorstehenden durch seine Doppelskalen. Der Bereich der Formel (7) ist nämlich so gross, dass es unmöglich ist, mit einer Skaleneinteilung in allen Wertebereichen eine genügende Genauigkeit zu erzielen. Wie aus Fig. 3 hervorgeht, können die beiden geradlinigen Skalenträger ganz gut zwei Punktreihen aufnehmen.

Die beiden nach *innen* bezifferten Punktreihen entsprechen dabei dem Gebiet von $20 \div 100$ kW der Formel (7). Die Ziffern dieser drei zusammengehörigen Skalen sind zudem noch durch Rechtecke kenntlich gemacht.

Die beiden nach *aussen* bezifferten Punktreihen gelten für die Formel (7) im Bereich von $100 \div 1000$ kW.

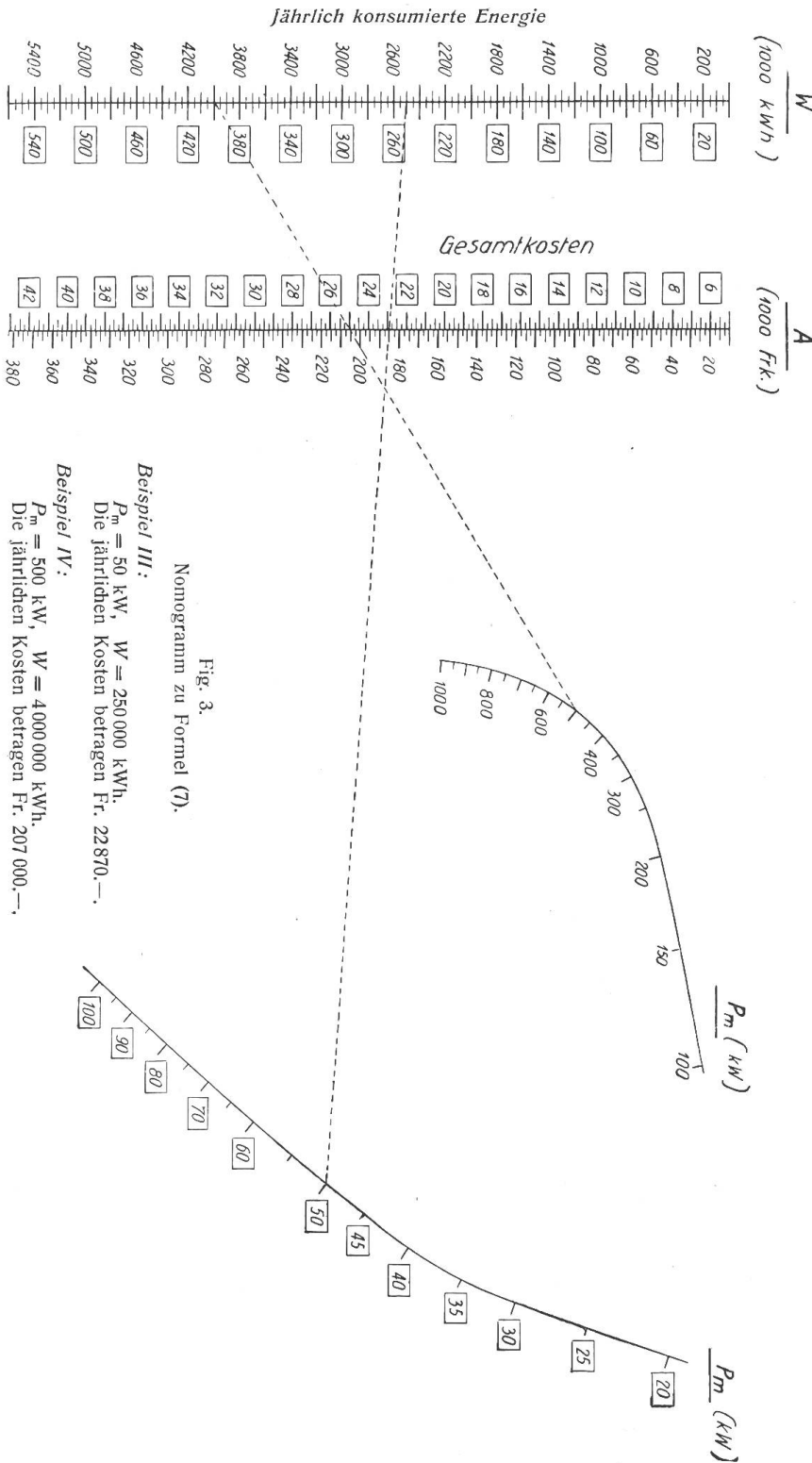


Fig. 3.
Nomogramm zu Formel (7).

Beispiel III:

$P_m = 50$ kW, $W = 250000$ kWh.

Die jährlichen Kosten betragen Fr. 22870.—.

Beispiel IV:

$P_m = 500$ kW, $W = 4000000$ kWh.

Die jährlichen Kosten betragen Fr. 207000.—.

Beispiel III: In einem Betrieb wurde als Leistungsmaximum 50 kW festgestellt, die konsumierte Energiemenge beträgt 250000 kWh, wie hoch stellen sich die jährlichen Kosten?

Lösung: Es gelangen hier die mit Rechtecken bezeichneten Skalen zur Anwendung. Man sucht auf der Skala zu äusserst links den Wert 250000 auf (innere Bezifferung) und verbindet ihn mit dem Punkte 50 auf der krummlinigen Skala. Wo diese Gerade die A-Skala schneidet, kann der gesuchte Wert an der inneren Bezifferung abgelesen werden. $A = 22870$ Fr. im Jahr.

Beispiel IV: In einem Betrieb wurde als Leistungsmaximum 500 kW festgestellt, die konsumierte Energie beträgt 4 Mill. kWh. Wie hoch stellen sich die jährlichen Kosten?

Lösung: Hier gelangen die äusseren Skalen zur Anwendung. Man geht auf der äusseren Skala von W bis zum Punkte $W = 4 \cdot 10^6$ und verbindet ihn mit Punkt $P = 500$ der krummlinigen Skala und kann auf der äusseren Skala

von A den gesuchten Wert von A ablesen. $A = 207000$ Fr. im Jahr.

Der beigegebenen Nomogramme bedient man sich bequem auf die Weise, dass man auf ein Blatt Pauspapier mit Tusch eine feine Gerade zeichnet und diese auf dem Nomogramm in die gewünschte Lage bringt.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Ueber die Konkurrenzfähigkeit des Glühkopfmotors. Unter dem Namen Glühkopfmotor wird gegenwärtig ein Rohölmotor auf den Markt gebracht, der nach der Meinung seiner Erzeuger befähigt sein soll, die in Landwirtschaft und Kleingewerbe benötigte motorische Energie billiger zu liefern, als dies dem Elektrizitätswerk möglich wäre. Als weiteren grossen Vorzug werden dem neuen Motor seine grosse Einfachheit in Konstruktion und Bedienung nachgerühmt, alles Eigenschaften, die, wenn sie wirklich in hohem Masse vorhanden wären, den Elektromotor wirksam zu konkurrenzieren vermöchten. Wir halten es deshalb für angezeigt, auf die Wirkungsweise des Glühkopfmotors hier näher einzutreten um damit die Reklameangaben der Motorfabrikanten auf das richtige Mass zurückzuführen.

Die Eigentümlichkeit des Glühkopfmotors gegenüber andern Rohölmotoren besteht darin, dass der Brennstoff im Augenblick der Kompression in den glühenden Zylinderkopf gespritzt und so zum Verpuffen gebracht wird. Die komplizierten Zündmechanismen anderer Motortypen sind somit vermieden.

Als weitere Besonderheit des Motors ist die feste Verbindung des Kurbelgehäuses mit dem Zylinder zu nennen, weil der so entstandene Raum als Kompressionsraum für die Verbrennungsluft dient.

Der Zweck dieser Anordnung lässt sich am besten aus der Schilderung des Arbeitsvorganges ersehen. Angenommen, der Kolben bewege sich im Zylinder nach aufwärts in Kompressionsstellung, so saugt er gleichzeitig durch ein Rückschlagventil Luft aus dem Aussenraum in das Kurbelgehäuse hinein. In seiner obersten Stellung angelangt wird der Brennstoff in den Glühkopf eingespritzt und durch die entstehende Drucksteigerung der Kolben nach unten geschleudert. Dadurch wird die Luft im Kurbelgehäuse komprimiert. Hat nun der Kolben fast die untere Totpunktlage erreicht, so gibt er zwei Schlitze in der Zylinderwandung frei, von denen der eine mit dem Auspuffrohr, der andere mit dem Kurbelgehäuse in Verbindung steht. Die im Kurbelgehäuse komprimierte Luft strömt jetzt in den Zylinder, drückt die Abgase durch den andern Schlitz hinaus und versorgt zugleich den Zylinder mit neuer Verbrennungsluft. Indem sich nun der Kolben wieder in Kompressionsstellung bewegt, ist eine Periode des Arbeitsvorganges abgelaufen.

Die erwähnten Besonderheiten haben indessen auch ihre Nachteile. Hierzu gehört vor allem das umständliche Anlassen des Motors, welches mit dem Anzünden einer Lötlampe beginnt. Dieser Vorgang dauert bei kalter Lampe mindestens einige Minuten. Mit Hilfe dieser Lampe muss nun der Glühkopf zum Glühen gebracht werden, was normalerweise 10 bis 15 Minuten, bei ungünstigen Verhältnissen bis zu einer Stunde dauert. Jetzt erst erfolgt das Anwerfen des Motors, entweder von Hand, oder bei grösseren Typen mittelst Druckluft. Durch die nun einsetzenden regelmässigen Explosionen wird der

Glühkopf auf Temperatur gehalten, hingegen ist bei Leerlauf stets Gefahr vorhanden, dass durch den Tourenregler nicht die nötige Menge Oel freigegeben wird, wodurch sich der Glühkopf zu stark abkühlt und der Motor stillsteht. Von Einfluss ist hier auch die sachgemässe Regulierung des Kühlwasserzuflusses.

Das umständliche, zeitraubende Anlassen bewirkt, dass bei Betriebspausen usw. der Motor nicht abgestellt wird, wodurch grosse Kosten für Oel und Schmiermaterial entstehen.

Um das Kurbelgehäuse als Kompressorraum benützen zu können, muss dieses gegen Luftverluste durch die Lager der Kurbelwelle geschützt sein, wozu sorgfältig im Stand zu haltende Dichtungen erforderlich sind. Denn abgesehen davon, dass jeder Luftverlust von nachteiligem Einfluss auf den Gang des Motors ist, wird auch die Schmierung der Lager durch den Luftzutritt gestört und deren Heisslaufen ist die Folge.

Ausser diesen, für die Glühkopfmotoren typischen Mängel, besitzen diese auch noch diejenigen der andern Explosionsmotoren. Wir nennen hier von nur das Verstopfen der Brennstoffdüsen, das Versagen von Brennstoff- oder Kühlwasserpumpen, die starke Abnutzung der Lager und der Dichtungsringe.

Mit diesen Feststellungen wollen wir nicht behaupten, dass eine geordnete Betriebsführung mit den Rohölmotoren überhaupt in Frage gestellt ist, sondern wir treten damit nur den Behauptungen entgegen, dass zu deren Betrieb kein sachkundiges Personal notwendig sei. Das Gegenteil ist der Fall. Es braucht zum Betrieb des Glühkopfmotors nicht nur sachkundige Bedienung, sondern auch eine umfangreiche Werkzeugsammlung und ein bedeutendes Lager von Ersatzteilen.

Der Lieferant eines Glühkopfmotors rechnet dem Interessenten wohl vor, wieviel er unter Umständen an die Zuleitung der elektrischen Energie zu bezahlen hätte, aber er scheint zu übersehen, dass diese Zuleitung den Konsumenten zugleich mit Licht und Wärme versorgen kann. Der Transport des Oeles von der Bahnstation zum Verbrauchsort ist für den Konsumenten übrigens nicht nur mit Kosten, sondern oft auch mit erheblichem Zeitverlust verbunden.

Der Elektromotor dagegen ist von allen vorgenannten Mängeln frei. Er ist leicht ein- und auszuschalten, läuft unter Last an (kein Anwerfen), erheischt sozusagen keine Bedienung. Die Abnutzung seiner Lager ist geringer, weil sie nicht so stark beansprucht werden, sein Platzbedarf ist klein und er braucht auch keine grossen Fundierungsarbeiten. Dem Verlegen von Oel-, Kühlwasser- und Auspuffleitungen stehen beim Elektromotor nur die Errichtung einer Zuleitung gegenüber.

Infolgedessen sind die Installationskosten eines Elektromotors nur ein Bruchteil derjenigen eines Glühkopfmotors.

Ueber die tatsächlichen Kosten bei verschiedenen Betriebsarten gibt folgende *Vergleichsrechnung* Aufschluss.

Annahmen: Es braucht einen Glühkopfmotor von 10 Pferdekraften, um einen Drehstrommotor von 8,5 kW (an den Klemmen gemessen) zu ersetzen.

Treibölpreis . . . 17 Rp. pro kg

Schmierölpreis . . 40 Rp. pro kg

Kühlwasserpreis . . 20 Rp. pro m³

Preis der elektrischen Energie gemäss Tarif C II und C III des Elektrizitätswerkes des Kantons Zürich. (Der Energiebezug nach Tarif C II darf unbeschränkt zu jeder Tageszeit, derjenige nach Tarif C III nur ausserhalb der Hauptbeleuchtungszeit erfolgen.)

Die Vergleichsrechnung erstreckt sich bei verschiedenen Belastungsarten jeweils über 2000 Betriebsstunden im Jahr.

Beim Schmierölverbrauch des Glühkopfmotors ist angenommen, dass das abfliessende Oel gesammelt, filtriert und wieder gebraucht werde. Andernfalls müsste der Oelverbrauch ungefähr viermal so hoch in Rechnung gestellt werden.

Wegen des umständlichen und zeitraubenden Anlassens des Glühkopfmotors wird dieser selbst bei längeren Betriebspausen nicht abgestellt. Daraus resultieren Kosten für Treib- und Schmieröl, sowie für Kühlwasser. Diese Kosten haben in der Vergleichsrechnung keine Berücksichtigung gefunden, was einer zu günstigen Beurteilung der Betriebskosten eines Glühkopfmotors entspricht.

Dagegen ist der Veränderung des Oelverbrauches pro effektive Pferdekraftstunde bei verschiedener Belastung Rechnung getragen worden. In den wenigsten Betrieben darf mit einer dauernden Vollbelastung des Motors gerechnet werden, denn mit Rücksicht auf Konjunktur und eventuelle Betriebsausdehnung wird die Leistung des Glühkopfmotors grösser als der momentane Leistungsbedarf gewählt. Ganz anders verhält sich dagegen der Elektromotor. Seine Energieaufnahme pro effektive Pferdekraftstunde ist lange nicht so sehr von der Belastung abhängig und er trägt darüber hinaus noch ganz bedeutende Ueberlastungen, welche kurzzeitig bis 100% betragen dürfen. Der Glühkopfmotor kann nur wenige Prozent überlastet werden, ansonst er stillsteht.

Schlussfolgerungen.

Der *Glühkopfmotor* ist teuer in der Anschaffung.

Seine Installation erfordert starke Fundamente, Erstellung von Oel-, Kühlwasser- und Auspuffleitungen.

Es geht längere Zeit, bis der Motor angefahren ist.

Seine Bedienung und Wartung erfordert sachkundiges Personal und ein grosses Lager an Werkzeug und Reserveteilen.

Die Bedingungen eines ökonomischen Betriebes sind selten gegeben.

Der Motor arbeitet unter starkem Geräusch, er entwickelt lästige Abgase.

Im Winter ist er vor Einfrieren, im Sommer vor Staub zu schützen.

Der *Elektromotor* ist billig in der Anschaffung.

Seine Installation erfordert nur kleine Fundamente (event. Wandkonsole) und die Zuleitung der elektrischen Energie. Sein Platzbedarf ist äusserst gering.

Der Motor läuft unter Last an, ist unübertröffen einfach in Bedienung und Wartung, er-

fordert kein Lager von Werkzeug und Reserveteilen.

Gegen Ueberlast und Witterungseinflüsse ist er unempfindlich.

Der Betrieb ist bei allen Belastungsarten ökonomisch, es treten keine störenden Geräusche und Abgase auf.

Da wo elektrischer Strom zur Verfügung steht, wird infolgedessen die Verwendung des Glühkopfmotors selten angebracht sein.

Vergleich der jährl. Betriebskosten eines Glühkopfmotors und eines Elektromotors bei verschiedener Belastung.

	Glühkopfmotor Fr.	Elektro-Motor	
		Tarif C II Fr.	Tarif C III Fr.
<i>Betrieb bei Volllast.</i>			
Kosten für Zinsen, Amortisation und Bedienung	800	80	80
Kosten für Schmieröl	120	5	5
Kosten für Kühlwasser 500 m ³ à 20 Rp.	100	—	—
Vollbelastung des Motors während 200 h: 20 000 PSeh benötigen 6600 kg Oel à 17 Rp. 20 000 PSeh benötigen bei Betrieb mit Elektromotor 17 000 kWh. Diese kosten	1122	2105	1805
<i>Total pro Jahr</i>	2142	2190	1890
<i>Betrieb bei 1/2 Last.</i>			
Kosten für Zinsen, Amortisation, Bedienung und Schmieröl	920	85	85
Kosten für Kühlwasser 250 m ³ à 20 Rp.	50	—	—
Halbbelastung des Motors während 2000 h: 10 000 PSeh benötigen 4500 kg Oel à 17 Rp. 10 000 PSeh benötigen bei Betrieb mit Elektromotor 9 000 kWh. Diese kosten	765	1410	1110
<i>Total pro Jahr</i>	1735	1495	1195
<i>Betrieb bis 1/4 Last.</i>			
Kosten für Zinsen, Amortisation, Bedienung und Schmieröl	920	85	85
Kosten für Kühlwasser 125 m ³ à 20 Rp.	25	—	—
Motor 1/4 belastet während 2000 h: 5000 PSeh benötigen 4000 kg Oel à 17 Rp. 5000 PSeh benötigen bei Betrieb mit Elektromotor 5000 kWh. Diese kosten	680	1010	810
<i>Total pro Jahr</i>	1625	1095	895

Schm.

Inventar der in den grösseren, natürlichen Wasserakkumulierbecken enthaltenen Energiemengen bei Absenkung auf den Minimalwasserstand.¹⁾

In der Annahme, es werde dies die Elektrizitätswerke und ein weiteres Publikum interessieren, geben wir in der nachstehenden Tabelle ein Inventar der in den grösseren, natür-

lichen Akkulierbecken der Schweiz aufgespeicherten und in den bestehenden Elektrizitätswerken bis zur Landesgrenze ausnützbaren Energie.

Tabelle I.

	In den bestehenden Elektrizitätswerken bis Basel resp. franz. Grenze ausgenütztes Gefälle	Minimalwasserstand		Wasserstand 15. Januar 1925 und entsprechende Energiemenge		Wasserstand 15. Januar 1926 und entsprechende Energiemenge		Minimalwasserstand und entsprechende Energiemenge	
		Kote	Mill. kWh	Kote	Mill. kWh	Kote	Mill. kWh	Kote	Mill. kWh
	m				ca.		ca.		ca.
<i>Natürliche Akkulierbecken ohne Staumöglichkeit:</i>									
Bodensee	34,5	394,6	0	394,84	8,4	395,42	27,6	397,99	113
<i>Natürliche Akkulierbecken mit beschränkter Staumöglichkeit:</i>									
Vierwaldstättersee . .	41,9	433,02	0	433,29	2,2	433,42	3,3	435,24	19
Zugersee	44,2	413,04	0	413,27	0,7	413,56	1,6	414,32	4
Wallensee	45,6	418,19	0	418,39	0,4	418,82	1,3	422,38	8
Zürichsee	45,6	405,24	0	405,85	4,4	405,99	5,4	407,48	17
Thuner- und Brienersee	133,3	556,8	0	557,2	8,9	557,75	19,1	558,67	36
Juraseen	65,9	428,06	0	428,24	7,2	428,72	23,1	430,7	87
Genfersee	20,7	370,84	0	371,74	19,3	372,13	27,7	372,88	42
<i>Total</i>				ca. 51,5		ca. 109,1			

¹⁾ Siehe Bull. S. E. V. 1925, Nr. 10. — Dort ist aus Tabelle II zu ersehen, dass in den künstlichen Akkulierbecken 230 Millionen kWh enthalten sein können.

Vom Bundesrat erteilte Stromausfuhrbewilligung.

Bewilligung No. 86²⁾. Der Schweiz. Kraftübertragung A.-G. in Bern (SK) wurde, nach Anhörung der eidgenössischen Kommission für Ausfuhr elektrischer Energie, die Bewilligung (No. 86) erteilt, aus den Kraftwerken Amsteg und Laufenburg, aus den Anlagen der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. und der A.-G. Motor-Columbus und, vom Jahre 1931 an, auch aus den Anlagen der Bernischen Kraftwerke A.-G. während der Sommermonate elektrische Energie an die Badische Landeselektrizitätsversorgung A.-G. in Karlsruhe (Badenwerk) auszuführen.

Energiequoten:

1. In den Jahren 1926–1930 dürfen normalerweise vom 1. bis 14. April max. 75 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von max. 3300 Kilowatt und vom 15. bis 30. April max. 125 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von max. 5500 Kilowatt ausgeführt werden.

²⁾ Bundesblatt No. 4, pag. 79.

In den Monaten Mai bis September dieser Jahre dürfen an vollen Werktagen max. 125 000 Kilowattstunden Tagesenergie (6–18 Uhr) mit einer Leistung von max. 11 000 Kilowatt und max. 175 000 Kilowattstunden Nachtenergie mit einer Leistung von max. 15 400 Kilowatt ausgeführt werden. Die an Sonntagen und übrigen schweizerischen Feiertagen zur Ausfuhr bewilligte Energiemenge entspricht rund der vollen Ausnützung einer Leistung von 14 000 Kilowatt.

2. Im Jahre 1931 dürfen normalerweise vom 1. bis 14. April max. 90 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von max. 3960 Kilowatt, vom 15. bis 30. April max. 150 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von max. 6600 Kilowatt und in den Monaten Mai bis September max. 300 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von max. 13 200 Kilowatt ausgeführt werden.

3. Im Jahre 1932 dürfen normalerweise vom 1. bis 14. April max. 105 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von max. 4620 Kilowatt, vom 15. bis 30. April max. 175 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von max. 7700 Kilowatt und in den Monaten Mai bis September

max. 350 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von *max. 15 400 Kilowatt* ausgeführt werden.

4. In den Jahren 1933–1935 dürfen normalerweise vom 1. bis 14. April max. 120 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von max. 5280 Kilowatt, vom 15. bis 30. April max. 200 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von max. 8800 Kilowatt und in den Monaten Mai bis September max. 400 000 Kilowattstunden pro Tag mit einer Leistung von *max. 17 600 Kilowatt* ausgeführt werden.

5. Das eidgenössische Departement des Innern wurde ermächtigt, der SK, sofern diese innert bestimmter Frist den Nachweis über die Herkunft der Energie erbracht hat, bei günstigen Wasserhältnissen und gedecktem Inlandbedarf von Fall zu Fall auf Zusehen hin zu gestatten:

a) die Energieausfuhr im April der Jahre 1926–1935 auf diejenige Leistung und Energiemenge oder Teile derselben zu erhöhen, welche in den Monaten Mai bis September des betreffenden Jahres normalerweise ausgeführt werden dürfen;

b) in den Monaten April bis September der Jahre 1931–1935 über die normalerweise zur Ausfuhr bewilligten Leistungen und Energie-

mengen hinaus an vollen Werktagen max. 50 000 Kilowattstunden Nachtenergie (18–6 Uhr) mit einer Leistung von max. 4400 Kilowatt und an Sonntagen und übrigen schweizerischen Feiertagen eine rund der vollen Ausnützung einer Leistung von 4000 Kilowatt entsprechende Energiemenge auszuführen;

c) in den Jahren 1926–1935 vom 1. bis 14. Oktober 70% und vom 15. bis 31. Oktober 40% der normalerweise in den Monaten Mai bis September des betreffenden Jahres zur Ausfuhr bewilligten Leistung und Energiemenge auszuführen.

Die unter a bis c genannten Leistungen und Energiemengen können allenfalls auch aus andern als den eingangs genannten Anlagen bezogen werden.

An die Bewilligung wurden einschränkende Bestimmungen zum Schutze der Inlandversorgung geknüpft.

Die gemäss Vertrag mit dem Badenwerk vorgesehene Einfuhr von 6000–12 000 Kilowatt Winterenergie wurde der SK für die Winterperioden 1925/26 bis 1928/29 gestattet. Die Einfuhr weiterer Energiemengen durch die SK bedarf der Bewilligung des Bundesrates.

Die Bewilligung No. 86 ist gültig bis 31. Oktober 1935.

Mitteilungen der Technischen Prüfanstalten. – Communications des Institutions de Contrôle.

Schweizerische Mustermesse 1926. Die Technischen Prüfanstalten des S.E.V. empfehlen den Ausstellern der diesjährigen Mustermesse die Vornahme sachgemässer Prüfungen. Die Auftraggeber erhalten Prüffatteste, welche als Qualitätsausweis für ausgestellte Objekte der Elektrizitätsindustrie dienen können.

Diesbezügliche Prüfaufträge sind möglichst frühzeitig erbeten an die *Materialprüfanstalt des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, Zürich 8, Seefeldstrasse 301.*

Inbetriebsetzung von schweiz. Starkstromanlagen. (Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat des S.E.V.) Im **Januar 1926** sind dem Starkstrominspektorat folgende wichtigere Anlagen als betriebsbereit gemeldet worden:

Hochspannungsfreileitungen.

Bernische Kraftwerke A.-G., Betriebsleitung Bern, Bern. Leitung für die Transformatorstation Feldegg in Köniz. Drehstrom 16 kV, 50 Perioden.

A.-G. Bündner Kraftwerke, Chur. Leitung zur Stangenstation Fex-Vaüglia. Drehstrom 8,4 kV, 50 Perioden.

Société électrique de la Côte, Gland. Lignes à haute tension pour la „Pinsabine“ et Maison-Neuve Prés-de-Vaux. Courant triphasé 4,4 kV, 50 périodes.

Elektrizitätskommission der Gemeinde Ins, Ins (Bern). Leitung zur Stangenstation in der Hofmatte in Ins. Drehstrom 8 kV, 40 Perioden.

Cie. Vaudoise des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne. Ligne à haute tension Montcherand-Rolle. Courant triphasé 37 kV, 50 périodes.

Officina Elettrica Comunale, Lugano. Linea ad alta tensione per la stazione trasformatrice a Bironico. Corrente trifase 3,6 kV, 50 periodi.

Municipalità di Massagno, Massagno presso Lugano. Linea ad alta tensione della Centrale Stampa a Sonvico et per la cabina di trasformazione a Dino. Corrente trifase 6 kV, 50 periodi.

O. Neher & Cie., Elektrochemische Fabrik, Mels. Leitung zur Transformatorstation der Perboratanlage in Plons. Drehstrom 5 kV, 50 Perioden.

Portland-Cement-Werk Würenlingen-Siggenthal, Siggenthal. Leitung zur Transformatorstation beim Steinbruch. Drehstrom 8 kV, 50 Perioden.

Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals A.-G., Solothurn. Leitungen zu den Transformatorstationen I und II in Oensingen. Drehstrom 9 kV, 50 Perioden.

Bernische Kraftwerke A.-G., Betriebsleitung Spiez, Spiez. Leitung zur Stangenstation beim Steinbruch „Wäldlispietz“ in Bönigen. Drehstrom 16 kV, 50 Perioden.

Elektrizitätswerk der Gemeinde Tägerwil (Thurgau). Leitung zur Transformatorstation II in Tägerwil. Drehstrom 5 kV, 50 Perioden.

Elektrizitätswerk Unterwasser, Unterwasser (Tog-