

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 8 (1917)

**Heft:** 8

**Artikel:** Die Verbesserung des Leistungsfaktors in Kraftwerken durch tarifarische Massnahmen

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059591>

#### **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:** 17.02.2026

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

# SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

# BULLETIN

# ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Erscheint monatlich mit den Jahres-Beilagen „Statistik der Starkstromanlagen der Schweiz“ sowie „Jahresheft“ und wird unter Mitwirkung einer vom Vorstand des S. E. V. ernannten Redaktionskommission herausgegeben.

Alle den Inhalt des „Bulletin“ betreffenden Zuschriften sind zu richten an das

Generalsekretariat  
des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins,  
Neumühlequai 12, Zürich 1 - Telephon: Hottingen 37.08

Alle Zuschriften betreffend Abonnement, Expedition und Inserate sind zu richten an den Verlag:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G.,  
Hirschengraben 80/82 Zürich 1 Telephon Hottingen 36.40

Abonnementspreis  
für Nichtmitglieder inklusive Jahresheft und Statistik:  
Schweiz Fr. 15.—, Ausland Fr. 25.—.  
Einzelne Nummern vom Verlage Fr. 1.50 plus Porto.

Publié sous la direction d'une Commission de Rédaction nommée par le Comité de l'A.S.E.

Ce bulletin paraît mensuellement et comporte comme annexes annuelles la „Statistique des installations électriques à fort courant de la Suisse“, ainsi que l'„Annuaire“.

Prière d'adresser toutes les communications concernant la matière du „Bulletin“ au

Secrétariat général  
de l'Association Suisse des Electriciens  
Neumühlequai 12, Zurich 1 - Telephon: Hottingen 37.08  
Toutes les correspondances concernant les abonnements, l'expédition et les annonces, doivent être adressées à l'éditeur:  
Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei S. A.  
Hirschengraben 80/82 Zurich 1 Téléphone Hottingen 36.40

Prix de l'abonnement annuel (gratuit pour les membres de l'A.S.E.), y compris l'Annuaire et la Statistique, Fr. 15.— pour la Suisse, Fr. 25.— pour l'étranger.  
L'éditeur fournit des numéros isolés à Fr. 1.50, port en plus.

VIII. Jahrgang  
VIII<sup>e</sup> Année

Bulletin No. 8

August 1917  
Août

## Die Verbesserung des Leistungsfaktors in Kraftwerken durch tarifarische Massnahmen.

Bearbeitet nach den Ergebnissen einer unter den grösseren Schweizer Elektrizitätswerken veranstalteten Rundfrage vom Generalsekretariat.\*)

Es ist in vielen grösseren schweizerischen Werken zu konstatieren, dass der Leistungsfaktor im Netz und Kraftwerk immer mehr abnimmt und teilweise auf so geringe Werte sinkt, dass eine vorzeitige Erschöpfung der Stromlieferungsfähigkeit der Generatoren droht und besondere technische Massnahmen dagegen ergriffen werden müssen. Liegt die Ursache hievon an manchen Orten grösstenteils in der Aufstellung vieler kleiner Transformatoren, die mit der Entwicklung der Stromabgabe in dünnbesetzte Gebiete fast unvermeidlich verbunden ist und bei der ausserdem viele dieser Transformatoren, (die z. B. grossenteils der Landwirtschaft dienen) während der meisten Stunden sehr schlecht belastet sind, so beklagen sich wieder andere Werke, dass auch manche Grosskonsumenten ein gutes Teil zur Verminderung des Leistungsfaktors beitragen durch Ausnützung des Umstandes, dass nur die reellen Kilowattstunden bezahlt werden müssen. Solche ungewöhnliche Inanspruchnahme des Werks entsteht z. B., wenn ein Abonnent der Aushülfeskraft bezieht, zu Zeiten wo seine Wasserkraft genügt, trotzdem seinen Elektromotor leer mitlaufen lässt, weil ihm das zur Geschwindigkeitsregulierung dient. Ein ähnlicher Fall tritt ein, wenn ein Abonnent seine eigene Stromerzeugungsanlage mit dem Netz des Werkes parallel schaltet und mit zu geringer Erregung arbeitet, sodass er die gemietete Energie mit einem viel kleineren Leistungsfaktor bezieht als sie sein eigenes Netz erforderte.

Es liegt daher die Anregung nahe, derartigen Gebrauch der elektrischen Energie mehr bezahlen zu lassen, oder den Abonnten, der eine gewisse Regelung des Leistungsfaktors

\*) Wegen starkem Andrang von Arbeiten, die durch die volkswirtschaftliche Lage der Schweiz zu dringlichsten geworden sind, konnten die seit längerer Zeit bereitliegenden Ergebnisse dieser Studie leider erst jetzt zur Veröffentlichung gelangen.

seines Anschlusses in der Hand hat, an dessen *Hochhaltung* durch Gewährung von Entschädigungen finanziell zu interessieren. Solche Massnahmen sind zur heutigen Zeit von besonderer Bedeutung, wo die gewaltig vermehrten Anschlüsse in unseren Netzen den grössten Teil der Kraftwerke bereits bis zum äussersten beanspruchen. Die Berücksichtigung des Leistungsfaktors bei der Preisberechnung erscheint grundsätzlich auch in jenen Fällen gerechtfertigt, in welchen die Natur des Strombezugs selbst unvermeidlich zu grosser Phasenverschiebung Anlass gibt, z. B. für Aufzugsmotoren, gewisse elektro-medizinische Apparate u. dgl.

Es ist nun beim Vorstand des V. S. E. vor einiger Zeit angeregt worden, zu ermitteln, wie sich die Elektrizitätswerke zu dieser Frage und einem Vorgehen im angeregten Sinne und den verschiedenen Möglichkeiten hiefür stellen. Das Generalsekretariat gelangte daher durch eine Rundfrage an eine Anzahl grösserer Werke, von denen ein besonderes Interesse an der Frage vorausgesetzt werden durfte. Es sind uns von 20 Unternehmungen ausführliche Aeußerungen zugekommen, die wir im Nachfolgenden in zusammenfassender Bearbeitung bekannt geben.

### I. Prinzipielle Stellungnahme zur Frage.

Die Vergleichung der Leistungsfaktoren an den Sammelschienen unserer Transformatorenstationen und Kraftwerke lässt allein schon die Dringlichkeit von besonderen Massnahmen zur besseren Ausnützung der elektrischen Anlagen erkennen. Nach den gemachten Erhebungen treten fast durchwegs zeitweise ausserordentlich niedrige Werte auf: tagsüber  $0,65 \div 0,6 \div 0,5$  und in einzelnen Netzteilen noch weniger, zur Beleuchtungszeit  $0,68 \div 0,75 \div 0,9$ . Die Heranziehung *rein technischer Hilfsmittel*, wie z. B. Synchronmotoren und Phasenkompenatoren ist, sollen sie eine befriedigende Verbesserung erzielen, meist unwirtschaftlich, immerhin sind Ausnahmen bekannt. So verwenden z. B. einige schweizerische Werke die Synchronmaschinen der Umformergruppen zur Phasenkompenstation und erreichen damit eine Beschränkung des Leistungsfaktors in den Grenzen  $0,7 \div 0,9$  und mehr. Liegt keine Möglichkeit vor, die kompensierte Synchronmaschine zugleich als Arbeit leistenden Motor zu verwenden, so kann dieses Hilfsmittel meist aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage kommen. Diese und ähnliche Massnahmen des Werkes bleiben übrigens immer ein Notbehelf, da damit die Ursache der Phasenverschiebung nicht betroffen wird. Hiefür würden allerdings z. B. für Motorenanschlüsse die bekannten Phasenkompenatoren\*) zur Verfügung stehen. Ihr Anwendungsgebiet ist aber heute doch noch ein sehr beschränktes.

Die Werke erachten daher grundsätzlich die Verbesserung des Leistungsfaktors *auf tarifarischem Wege* als zweckmässig und erstrebenswert; vielleicht weniger in Form eines allgemein und einheitlich durchgeföhrten Systems, sondern mehr als Massnahme für besondere Fälle, wie wir sie oben andeuteten.

Es ist in den Antworten auf die Umfrage mit Recht auch hervorgehoben worden, dass durch ein solches Vorgehen der Werke zugleich indirekt eine Verbesserung der Transformatoren und Motoren bezüglich des Bedarfs an wattloser Energie zu erwarten sei. Der Konstrukteur hat im Bestreben der Schaffung preiswerter Fabrikate die Beanspruchung des aktiven Materials z. T. auf Kosten der stromliefernden Elektrizitätswerke in die Höhe getrieben, indem er den Abonnenten als Käufer mit der Einhaltung eines guten Vollast-Wirkungsgrades allein befriedigte. An der gleichzeitigen Einschränkung des Bedarfs wattloser Energie hat dieser bis heute meist ein geringeres Interesse.

### II. Die prinzipielle Form der Berücksichtigung des Leistungsfaktors in der Preisberechnung.

Das Generalsekretariat hat in seiner Umfrage die zu Gebote stehenden Mittel skizziert und mit Bezug auf deren Wahl die Fragen aufgeworfen:

a) Ob dem Abonnenten von einer bestimmten Anschlussleistung an der Energiepreis grundsätzlich je nach dem Wert des  $\cos \varphi$  zu verrechnen sei, oder ob

\*) Siehe z. B. Bulletin 1913, Seite 304.

b) unter Beibehaltung des gebräuchlichen Kilowattstunden-Tarifs ein Preiszuschlag oder eine besondere Entschädigung in Anrechnung zu bringen sei, wenn der Leistungsfaktor des betreffenden Anschlusses im Mittel unter einen bestimmten Wert sinkt.

c) Ob in diesem Fall, wenigstens bei Grossabonnenten, eventuell eine Preisermässigung (Rabatt) in Aussicht zu nehmen sei, wenn vom Abonnenten ein besonders hoher Leistungsfaktor in seinem Anschluss erzielt wird.

*Die erste Verrechnungsart* (a) erreicht theoretisch das Ziel in vollkommener Weise, indem sie dem Werk die vollständige Kontrolle über den Leistungsfaktor beim Abonnenten ermöglicht und durch einen entsprechend ausgestalteten Tarif den Abonnenten an der Hochhaltung des gesamten Leistungsfaktors, d. h. an der bestmöglichen Ausnützung der elektrischen Anlage direkt interessiert. Die allgemeine Einführung eines solchen Systems würde aber eine bedeutende Komplizierung und Verteuerung in der Messung und Verrechnung der verkauften Energie zur Folge haben, besonders wenn etwa der Leistungsfaktor durch entsprechende Instrumente oder Zähler besonders festgestellt werden soll. Der zweite Vorschlag (b) stellt eine einfachere Lösung dar, indem er alle diejenigen Abonnenten von der Sonderberechnung ausschliesst, die in ihrem Anschluss einen Leistungsfaktor grösser als ein bestimmter zulässiger Grenzwert aufweisen. Bei Anwendung des ersten Vorschlags (a) wäre allerdings praktisch eine ähnliche Einschränkung vorzunehmen, indem zur Vereinfachung jenes Verrechnungssystems nur auf Abonnenten mit relativ grossem Anschluss angewendet würde. Zwei grosse Ueberlandwerke setzen in ihrer Antwort die Grenzleistung, von der an die Berücksichtigung des Leistungsfaktors gemäss dem Modus (a) in Rechnung geführt werden sollte, zu 50 kW bzw. 50 PS Motoranschluss fest. Wir glauben, dass man mit dieser Grenzleistung im allgemeinen noch höher gehen sollte, wenn das betrachtete System technischen und finanziellen Erfolg versprechen und nicht zu kompliziert werden soll.

Die Mehrzahl der Werke der Umfrage stehen denn auch, offenbar aus gleichen Erwägungen, dem Vorschlage (a) ablehnend gegenüber. Sie fürchten die Komplizierung des Tarifs und die Verteuerung in der Messung der verkauften Energie. Ein Werk würde für die Verhältnisse seines Versorgungsgebietes direkt ein negatives finanzielles Ergebnis erwarten.

Hingegen wird *die zweite Verrechnungsart* (b) allgemein als praktisch durchführbare Lösung betrachtet. Der Grenzwert des Leistungsfaktors, bei welchem eine Entschädigung in Anrechnung zu bringen wäre, wird verschieden gewünscht, einige Werke möchten erst für Anschlüsse mit einem  $\cos\varphi$  kleiner als  $0,65 \div 0,7$ , andere schon von  $\cos\varphi = 0,8$  an abwärts die Entschädigung fordern. Die Meinung geht nach unserer Auffassung wohl dahin, dass eine Abstufung des unteren Grenzwertes des  $\cos\varphi$  mit der Anschlussgrösse des Objekts den verschiedenen Verhältnissen am besten gerecht werden kann, derart, dass kleine Anschlussobjekte etwa von  $\cos\varphi = 0,5 \div 0,6$  an abwärts, grosse Anschlüsse etwa von  $\cos\varphi = 0,75 \div 0,8$  an im angegebenen Sinne zu berechnen wären. Für die Feststellung des Leistungsfaktors erachten einige Werke bei kleineren Anschlüssen eine einmalige Messung als genügend.

Die unter (c) genannte *Einführung einer Preisermässigung bei hohem Leistungsfaktor* macht die zweite Verrechnungsart der ersten in ihrem technischen Ziel gleichwertig, indem dadurch nicht nur die *Einhaltung* eines unteren Grenzwertes des Leistungsfaktors gewährleistet, sondern vielmehr eine bestmögliche *Verbesserung* des letzteren angestrebt wird. Die über diese Frage geäusserten Ansichten lassen sich dahin zusammenfassen, dass der Tendenz, auf diesem Wege in den Bedarf des Netzes an wattloser Energie verbessernd einzugreifen, grundsätzlich zuzustimmen sei. Das Bestreben nach möglichst einfacher Energieverrechnung für den Kleinverkauf lasse aber wiederum solche Massnahmen in ihrer allgemeinen Anwendung als zu kompliziert erscheinen. Hingegen ersehen die meisten Werke in der Anwendung der Begünstigung auf die Stromlieferung an den Grossabonnenten praktischen Erfolg. Der auszuzahlende Rabatt soll von einem bestimmten oberen Grenzwert des Leistungsfaktors an zur Auszahlung kommen und nach Massgabe von dessen Steigerung erhöht werden. Damit hängt zweifellos eine Komplizierung in der Verrechnung und Registrierung der verkauften Energie zusammen. Diese kann aber bei Beschränkung auf die grossen Anschlusswerte kaum in Betracht kommen, da sie nur relativ wenige Fälle

betrifft. Eine durchgehend gleiche Anwendung des Verfahrens ist jedenfalls auch in diesem Falle nicht am Platze, sondern es muss von Fall zu Fall untersucht werden, wie weit sich die Ausgestaltung solcher Tarife rechtfertigt. Ein grösseres Werk schlägt folgendes Verfahren vor:

Es wird (bei Grossabonnenten) der mittlere Leistungsfaktor für einen bestimmten Zeitabschnitt (z. B. pro Monat) durch Ablesung des gewöhnlichen Zählers und eines in Reihe geschalteten „Sinus-Zählers“ (nach Landis & Gyr) bestimmt, und sodann die Energieentschädigung berechnet:

- a) zum gewöhnlichen Preise pro kWh, wenn der mittlere Leistungsfaktor innerhalb gewissen Grenzen (z. B.  $0,70 \div 0,75$ ) bleibt.
- b) mit prozentualen Zuschlag bzw. Abzug, wenn der Leistungsfaktor unter bzw. über jenen Grenzen liegt.

Zuschlag und Abzug würden dabei wachsen mit grösserer Abweichung von jenen Grenzen.

Zu diesem Vorschlag, der den Werken zur Kenntnis gegeben wurde, äusserten sich eine grössere Anzahl zustimmend unter dem Vorbehalt der Anwendung auf spezielle Fälle. Zwei Werke glauben, dass es auch in solchem Fall genügen würde, Zuschlag und Abzug zum normalen kWh-Preis beim Ueberschreiten der gesetzten Grenzen des Leistungsfaktors nicht noch besonders abzustufen, sondern als feste Zuschläge in Rechnung zu führen.

Aus der Umfrage über das Prinzipielle der Berücksichtigung des Leistungsfaktors in der Preisberechnung geht zusammenfassend hervor:

1. Dass zur Vermeidung unwirtschaftlicher Werte des Leistungsfaktors im Kraftwerk die Anrechnung einer Entschädigung auf den gewöhnlichen kWh-Tarif für Anschlussobjekte angezeigt ist, deren Mittelwert des Leistungsfaktors einen bestimmten Betrag unterschreitet. Dieser Grenzwert wird zweckmässig umso tiefer angesetzt, je kleiner der Anschlusswert ist. Hiebei errachten es einige Werke für genügend, an Stelle des durch Registrierinstrumente ermittelten Mittelwerts des Leistungsfaktors für kleinere Objekte das Resultat einer einmaligen Messung in die Rechnung einzubeziehen.

2. Dass in Ergänzung dieses Systems zur Verbesserung des Leistungsfaktors im Kraftwerk die Einräumung einer Vergünstigung auf den gewöhnlichen kWh-Preis bei Grossabonnenten angezeigt ist, wenn diese eine Erhöhung des  $\cos \varphi$  ihrer Anlage über einen bestimmten oberen Grenzwert erreichen. Hiebei können Zuschlag und Rabatt eventuell nach Massgabe der Ueberschreitung dieser Grenzen abgestuft werden.

### III. Die Registrierung der verkauften Energie bei Berücksichtigung des Leistungsfaktors und das Tarifsystem Arnò.

Nach dem Vorangegangenen hält die Mehrzahl der angefragten Werke dafür, dass die Preisverrechnung der wattlosen Energie auf einer *Feststellung des Leistungsfaktors* zu beruhen habe; sei es dass dieser für kleine Objekte durch eine einmalige Messung oder bei grösserem Anschluss durch besondere Registrierinstrumente als Mittelwert bestimmt werde. Für letztern Fall ist eine *Kombination eines sogen. Sinus-Zählers* System Landis & Gyr mit einem gewöhnlichen kWh-Zähler die gebräuchliche Anordnung. Wir erinnern daran, dass der Sinus-Zähler die scheinbare Energie  $J \cdot V \cdot \sin \varphi$  angibt. Mit der Notierung des kWh-Zählers, der  $J \cdot V \cdot \cos \varphi$  misst, kann aus dem Quotient der beiden Zählerangaben der Mittelwert von  $\cos \varphi$  berechnet werden. Die Angaben der Sinus-Zähler sind vom gleichen Genauigkeitsgrad wie die gebräuchlichen kWh-Zähler. Die beiden Apparate werden auch, so viel uns bekannt ist, in einem einzigen Gehäuse untergebracht, wobei die Angaben wie bei einem Doppeltarifzähler an zwei Zählwerken abgelesen werden. Da bis heute noch keine praktisch bewährten und einfachen direkt zeigenden Apparate für unsren Zweck zur Verfügung stehen, ist man zur Feststellung des Leistungsfaktors vorläufig noch auf dieses

die Verrechnung gewiss etwas erschwerende procedere angewiesen. Es wird von einem Werk gesagt, dass Anschaffung und Wartung solcher Zählerseinrichtungen etwas teuer zu stehen kommen. Das dürfte indessen für Grossabnehmer nicht ins Gewicht fallen. Wenn man ausserdem annimmt, dass nach der Meinung einiger Werke eine einmalige Messung des Leistungsfaktors für eine grosse Anzahl von Anschlussobjekten genügt, so werden für das Werk zweckentsprechende Feststellungen des  $\cos \varphi$  nicht allzuschwer sein.

Wir haben in der Umfrage auch auf das *Tarifsystem, das dem komplexen Zähler Arnò zu Grunde liegt*, hingewiesen. Seine Anwendung schliesst natürlich Massnahmen wie sie oben genannt sind (Mehrpreis bei Unterschreiten eines bestimmten  $\cos \varphi$ , Rabatt bei Ueberschreiten einer oberen Grenze) aus, indem er in seiner Zählerangabe den, dem jeweiligen wattlosen Energiebedarf entsprechenden Zuschlag bereits in bestimmtem Masse eingeschlossen enthält. Das Verhältnis dieser registrierten komplexen Belastung\*) kann dabei allerdings nur ein immer gleich bleibendes sein, und erscheint daher als ein willkürliches. Bei den normalen Arnò-Zählern werden  $\frac{2}{3}$  kWh plus  $\frac{1}{3}$  kVAh gezählt. Dies mag für manche Anwendungen zutreffend sein, für andere nicht. Die Anwendung dieses Systems, das demnach für ein und dieselbe nutzbare kWh-Leistung umso mehr verrechnet, je grösser der jeweilige Leistungsfaktor des Anschlusses ist und das daher dem oben behandelten Vorschlag (a) am nächsten kommt, ist dagegen zweifellos einfacher und in der Anschaffung der Apparate billiger, als die Kombination mit dem Sinus-Zähler, die man zur Feststellung des mittleren  $\cos \varphi$  benötigt. Die Tariffform mit Komplexzähler wird denn auch von drei Werken für den Kleinverkauf empfohlen. Nach unserer Meinung ist sie wohl nur dort zweckdienlich, wo die Natur des Anschlussobjektes unvermeidlich zu grosser Phasenverschiebung Anlass gibt, deren Beeinflussung der Abonnent nicht in der Hand hat, z. B. bei Aufzugsmotoren. Die tarifarische Berücksichtigung der Phasenverschiebung könnte damit namentlich bei einer grossen Zahl relativ kleinerer Abonnenten durchgeführt werden, sofern man nicht die nachstehend unter IV genannten Mittel dafür vorziehen will. Das System scheint anderseits nicht geeignet zur finanziellen Interessierung derjenigen Abonnenten an der Hochhaltung des Leistungsfaktors, welche diesen beeinflussen können, weil aus der Zählerangabe nicht ersichtlich ist, welchen Anteil die wattlose Energie an einem etwa vermehrten Konsum hat. Die komplexen Zähler Arnò weisen zudem den Nachteil auf, dass sie nur zwischen begrenzten Werten des  $\cos \varphi$  richtig zeigen, theoretisch machen sie überhaupt nur für eine ganz bestimmte Phasenverschiebung richtige Angaben, wie sie auch bei Drehstrom-Dreileiternetzen nur für gleich belastete Phasen konstruiert werden. Der Zähler ist daher jeweilen von Fall zu Fall besonders einzurichten. Im übrigen kommt noch in Betracht, dass nach der neuen eidg. Zählerverordnung\*\*) solche Apparate jedenfalls höchstens in ganz bestimmten Ausführungsformen entsprechend bestimmten Anwendungsfällen zur Systemprüfung zugelassen würden.

#### IV. Andere tarifarische Massnahmen, die den Bedarf an wattloser Energie in in der Preisverrechnung berücksichtigen.

Von den angefragten Unternehmungen bringen neun Werke zum Ausdruck, dass für den *Kleinverkauf* der empfohlene Zuschlag für geringen Leistungsfaktor den Abonnenten zweckmässig als *Erhöhung der Minimaltaxe* in Rechnung zu stellen sei, wobei der Zuschlag nach Massgabe des durch eine Messung festgelegten Leistungsfaktors berechnet wird. Als eine einfachere Lösung wird angegeben, die *Minimaltaxe* auf den Anschlusswert in *kVA* zu basieren. In ähnlicher Weise verfährt ein Werk, das den Motorstrom pauschal abgibt. Die Motorgrösse in PS, die hiebei der Pauschalverrechnung zu Grunde liegt, wird durch Messung von Strom und Spannung und mit angenommenen Werten von Wirkungsgrad und  $\cos \varphi$  bestimmt. Diese sind für die verschiedenen Motorgrössen je etwas tiefer angesetzt, als die tatsächliche Messung im allgemeinen erwarten lässt. Dadurch zahlt der schwach belastete Motor mehr als seiner tatsächlichen Leistung entsprechen würde, während der vollbelastete

\*) Siehe hierüber Bulletin 1913, Seite 347.

\*\*) Siehe Bulletin No. 1, 1917.

Motor etwas mehr Leistung aufnimmt, als seinem Pauschalansatz entspricht. Auf diese Weise ist eine gewisse Sicherheit gegen unzulässig niedrige Leistungsfaktoren für das Motor- netz geschaffen.

Eine *Verbesserung* des Leistungsfaktors kann in solchen Netzen durch Einführung eines Rabatts auf die Benützungsdauer des Motors angestrebt werden. Als Benützungsdauer ist der Quotient verstanden:  $\frac{\text{Kilowattstunden}}{\text{Anschluss in kW}}$ . Diesen Berechnungsmodus hat ein Werk in Anwendung; es gewährt umso höheren Rabatt, je grösser die Benützungsdauer der angeschlossenen Motoren ausfällt. Braucht der Abonnent die Motoren im allgemeinen während einer festen täglichen Betriebszeit, so zahlt er dem Werk allerdings verhältnismässig umso mehr, je geringer er den Motor belastet, weil sich hiebei eine kleinere Betriebsstundenzahl ergibt. Dies trifft aber nicht mehr zu, wenn die Belastung des Motors unverändert bleibt, jedoch die Betriebsdauer steigt.

#### V. Zusammenfassung.

Das Resultat der Umfrage lässt das Bedürfnis nach Massnahmen zur Verbesserung des Leistungsfaktors d. h. Verbesserung der Belastungsverhältnisse der elektrischen Anlagen bezw. einer höheren Bezahlung da wo der Natur des Stromverbrauchers nach eine Verbesserung nicht möglich ist, klar zu Tage treten. Die Anhandnahme geeigneter Vorkehren ist inzwischen durch die gesteigerten Anforderungen, die unsere Wirtschaftslage an die Werke stellt, dringlich geworden, sodass wir glauben, dass nicht mehr gezögert werden sollte, an die praktische Lösung heranzutreten. Die in der Umfrage gesammelten Aeusserungen lassen einheitliche Gesichtspunkte über das Prinzipielle der Massnahmen aufstellen. Diese wollen wir unter Berücksichtigung der heutigen Betriebsverhältnisse etwa wie folgt ordnen:

1. Massnahmen zur Verbesserung des Leistungsfaktors im Netz und Kraftwerk unserer Elektrizitätswerke können nur auf tarifarischem Wege den gewünschten Erfolg erzielen. Dies trifft heute im besonderen Masse zu, weil die technischen Hilfsmittel, die den gleichen Zweck anstreben, zur Zeit nicht in nützlicher Frist zu beschaffen sind.

2. Die Massnahmen sind in erster Linie auf solche Abonnenten anzuwenden, deren Anlage eine Beeinflussung ihres Leistungsfaktors in erheblichem Mass ermöglicht. Hieher gehören z. B. Abonnenten mit eigener Primär anlage, mit Synchronmotoren, mit kompensierbaren Asynchronmotoren u. a.

Hiebei wird zur Interessierung der Abonnenten an der Hebung des  $\cos \varphi$  zweckmässig ein Tarifsystem in Anwendung gebracht, wornach der Energiebedarf innerhalb bestimmter Grenzen des Leistungsfaktors, (etwa zwischen  $0,7 \div 0,75$ ) ohne Zuschlag und Rabatt nach dem gewöhnlichen kWh-Tarif berechnet wird, um beim Ueberschreiten dieser Grenzen einen geeigneten Zuschlag bei niederem  $\cos \varphi$  bezw. einen Rabatt bei höherem  $\cos \varphi$  in Anrechnung zu bringen. Zuschlag und Rabatt können abgestuft werden.

3. In zweiter Linie kommen Abonnenten in Frage, denen innerhalb gewisser Grenzen eine Beeinflussung des Leistungsfaktors ihrer Anlagen durch passend gewählte Gebrauchsweise möglich ist. Dies trifft z. B. für Abonnenten zu mit einem oder mehreren grösseren Motoren, deren Inanspruchnahme auf günstigste Belastung hin eingeteilt werden kann.

Hiefür kann bei grossem Anschluss zur Interessierung des Abonnenten an der Hochhaltung des Leistungsfaktors eventuell das unter 2 genannte Tarifsystem in Anwendung kommen. Der gleiche Zweck ist u. U. auch auf einfacherem Weg zu erreichen, beispielsweise durch einen Tarif wie oben beschrieben, der auf die Betriebsstundendauer Rabatt gewährt.

4. In dritter Linie können die Massnahmen auf Anschlussobjekte ausgedehnt werden, die der Natur ihres Strombezugs gemäss unvermeidlich zu grosser Phasenverschiebung Anlass geben, wie z. B. Aufzugsmotoren, gewisse elektromedizinische Apparate u. dgl.

Die Verrechnung des Bedarfs an wattloser Energie kann in diesem Fall als einfacher Zuschlag auf den kWh-Tarif erfolgen, der nach Massgabe des zu ermittelnden Leistungs-

faktors bestimmt wird. (Durch Registrierinstrumente bei grösseren Anschlüssen, durch einmalige Messung oder basierend auf dem kVA-Anschluss bei kleinen Anschlussobjekten.) Für solche Fälle bietet unter Umständen die Verwendung komplexer Zähler System Arnò eine gute Lösung.

## Miscellanea.

**Die B. B. C.-Filterpresse zum Trocknen und Reinigen von Transformatoren- und Schalteröl.\*)** Die Trocknung des Oels wurde bisher gewöhnlich durch Kochen vorgenommen, während die Reinigung von Staub und Schlamm durch Absetzenlassen erfolgte oder durch rohe meist improvisierte Filter nur unvollständig erzielt wurde. Die Eigenschaft der Faserstoffe, dem Oel die Feuchtigkeit zu entziehen, ist nun, wohl zuerst in Amerika, benutzt worden, einen Apparat zu bauen, der gleichzeitig die Filtration und die Entfeuchtung ausführt: *Die Filterpresse*. Drückt man nämlich feuchtes und unreines Oel durch trockenes zweckentsprechendes Filterpapier, so hält es nicht nur alle Unreinigkeiten, sondern auch die Feuchtigkeit zurück. So ist es möglich die Reinigung und Entfeuchtung in einem Arbeitsgange vorzunehmen. Der B. B. C.-Motor-Oelfilter vereinigt eine handlich ausgeführte Filterpresse mit einer einfachen und praktischen Motoroelpumpe und den nötigen Hülfsapparaten, wie Schieber, Manometer usw. auf einem beweglichen Untergestell zu einem einheitlichen zweckmässigen Apparat. Der Oelfilter ist in erster Linie zur Reinigung und Trocknung von Transformatoren und Schalterölen bestimmt, also Oelen mit niedriger Zähigkeit. Dabei ist die Leistungsfähigkeit sehr gross, 60—70 Liter pro Minute.

Eine einfache Einrichtung gestattet jedoch auch die Filtration von zähflüssigem Oel z. B. Schmieröl für Maschinen und Turbinen, wobei allerdings die minutlich filtrierte Oelmenge umso kleiner ist, je grösser die Zähigkeit ist. Dies ist jedoch kein beträchtlicher Nachteil, da solche dickflüssige Oele zumeist nur in geringen Quantitäten zu filtrieren sind. Ausserdem lässt sich die Motorgruppe nach Abschalten der Filterpresse durch Umstellen eines Dreieghahnes als reine Oelförderpumpe benützen.

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus dem eigentlichen Filterapparat, der Oelpumpe samt Armaturen, sowie dem Antriebsmotor, die Teile sind über einen gemeinsamen kräftigen Profileisenrahmen zusammengebaut. Letzterer ist als Oelauffangkasten ausgebildet und mit drehbaren Laufrollen versehen, die eine bequeme Beförderung des Apparates ermöglichen. Der Filterapparat setzt sich aus einer Reihe Filterrahmen und Filterplatten, letztere mit pyramidenartig gerippten Oberflächen, zusammen, die so eingesetzt werden, dass sich eine Platte jeweils zwischen 2 Rahmen befindet. Die sich gegenüberliegenden Dichtungsflächen sind zum Zwecke vollkommener Abdichtung sauber bearbeitet. Zwischen diesen Flächen werden die zum Filtrieren notwendigen Filterblätter eingesetzt und das Ganze

mittelst Ratsche und Druckspindel zusammengepresst. Rahmen und Platten besitzen links und rechts am unteren Rande angebrachte Zu- resp. Ableitungskanäle, die wiederum alle Hohlräume bzw. Platten parallel schalten. Sie sind also so ausgebildet, dass das Oel durch den Zuleitungskanal eintreten, nicht aber durch den Ableitungskanal austreten kann, ohne durch das Filterpapier hindurch zu dringen. Die unmittelbar mit dem Antriebsmotor gekuppelte schnellaufende Zahnradioelpumpe bringt das Oel auf den zum Durchdringen der Filterblätter nötigen Druck.

Diese Anordnung des *direkten Pumpenantriebs* ermöglicht einen Zusammenbau aller Einzelapparate zu einem gefälligen wenig Platz beanspruchenden Aggregat. So ist es möglich, das Aggregat in sehr kleinen Zellen direkt neben dem Transformatoren, dessen Oel gereinigt werden soll, aufzustellen.

*Die Fördermenge* der Pumpe beträgt bei einer Drehzahl von ca. 1450 und für Oele mit einer Zähigkeit von nicht über 20° Engler bei durchschnittlich 2—6 at Druck etwa 70 Liter pro Minute. Der Druck steigt hierbei mit zunehmender Verschmutzung der Filterblätter und bildet im Allgemeinen einen Anhaltspunkt für die zeitliche Auswechslung derselben. Der Verbrauch an Filterblättern ist bei Verwendung eines besonderen Trockenofens, der ebenfalls von der Firma geliefert wird, ein sehr geringer, sodass im Durchschnitt zum Filtrieren von 1000 kg Oel ca. 2 kg Filterpapier genügen.

In den meisten Fällen reicht eine etwa 4 malige Filtration der gesamten Oelmenge aus, sodass 1000 kg Oel angenähert in 2—3 Stunden filtriert werden können.

Es sei hier noch bemerkt, dass die Trocknung des Oels nicht bei allen Temperaturen möglich ist. Die geeignetsten durch Versuche festgestellten Temperaturen liegen zwischen 20—40° C. Bei höheren Temperaturen gibt das Oel nur in sehr geringem Masse Feuchtigkeit an das Filterpapier ab und über 70° C kann das Oel nur noch gereinigt, aber nicht mehr getrocknet werden.

Andererseits ist es von grossem Vorteil z. B. dickflüssige und stark verunreinigte Oele, welche nur gereinigt werden sollen, so hoch zu erwärmen (maximum 110 °C), dass der Druck innerhalb des zulässigen Druckes von 6 at. bleibt.

Mit einem solchen B.B.C.-Motor-Oelfilter wurden z. B. versuchsweise 500 kg nasses, vollkommen schwarzes Oel, das keinen messbaren Durchschlagswert mehr aufwies, nach 7-maligem Filtrieren in ungefähr 2 Stunden auf annähernd 45 000 Volt Durchschlagsspannung gebracht. Das Oel erhielt seine hellbraune Färbung und tadellosen Glanz zurück.

\*) Nach B.B.C.-Mitteilungen, No. 6, 1917.