Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 21 (1930)

Heft: 6

Artikel: Erhebung über die von den schweizerischen Kraftwerken erzeugte Blindenergie und über die Art deren Verrechnung

Autor: Ganguillet, O.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061306

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: 03.10.2025

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

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet | Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXI. Jahrgang XXIe Année | Bulletin No. 6 | März II Mars II 1930

Erhebung über die von den schweizerischen Kraftwerken erzeugte Blindenergie und über die Art deren Verrechnung.

Von *O. Ganguillet,* Ingenieur, Zürich.

621.311 (494) + 621.317.8

Das Sekretariat des V. S. E., welches die monatliche Produktionsstatistik führt, hat auf den 13. November 1929 als Stichtag eine Erhebung über die produzierte Blindenergie und deren Verrechnung veranlasst. Das in diesem Artikel bekanntgegebene Resultat zeigt, dass der mittlere cos φ der schweizerischen Elektrizitätswerke ohne die Kraftwerke der Schweizerischen Bundesbahnen und diejenigen der industriellen Selbstverbraucher im Verlaufe des Tages nur wenig schwankt, im Mittel etwa 0,78 beträgt, die Minima am Tag und die Maxima bei Nacht aufweist.

Der Autor macht im weiteren Angaben über die gebräuchlichsten Verrechnungsmethoden für die Blindenergie.

Le secrétariat de l'U. C. S., qui procède depuis longtemps à des relevés mensuels de la production d'énergie en Suisse, a choisi le 13 novembre 1929 pour s'enquérir de l'énergie déwattée consommée ce jour-là et de la façon dont elle est facturée. Le résultat publié dans cet article montre que le cos φ moyen des centrales suisses d'électricité (les usines des chemins de fer fédéraux et celles des producteurs autonomes excepté) varie peu au cours de la journée et atteint en moyenne 0,78, les minima intervenant le jour, les maxima la nuit.

L'auteur donne ensuite des renseignements sur les méthodes les plus courantes en usage pour facturer l'énergie déwattée.

Im Laufe des Monats Oktober 1929 haben wir die schweizerischen Elektrizitätswerke, welche an der Produktionsstatistik Anteil nehmen und welche ca. 97 % der gesamten in der Schweiz an Dritte verkauften Energie erzeugen, gebeten, im November ausser den gewohnten Angaben über die abgegebene Energie auch solche über die erzeugte Blindenergie einzusenden.

Ein grosser Teil der Werke hat unserem Wunsche entsprochen und wir haben die Angaben zusammengestellt. Es geht daraus hervor:

1. dass die Schwankungen im Leistungsfaktor der Gesamtenergieabgabe eines Werkes am grössten sind bei den Werken, bei denen die industrielle Belastung eine überwiegende ist.
2. dass, abgesehen von einer Ausnahme ohne Bedeutung, die grösste Schwankung des Leistungsfaktors im Absatzgebiete eines Werkes eine solche zwischen 0,86 und 0,57 ist.
3. dass, wenn man die Energieproduktion sämtlicher Werke addiert, eine Schwankung des Gesamtleistungsfaktors zwischen 0,83 und 0,74 zu konstatieren ist.
4. dass, wenn man auf Grund der sich auf den 13. November beziehenden Angaben von $\sum$ kVAh $\cos\varphi$ und $\sum$ kVAh $\sin\varphi$ einen mittleren $\cos\varphi$ ausrechnet, dieser ca. 0,785 beträgt.

Wir dürfen wohl annehmen, dass es den vielen Wärmeanwendungen zu verdanken ist, wenn der Leistungsfaktor nicht niedriger ist. Wie die Kurve der Wirkleistung und der Blindleistung für die Gesamtheit der schweizerischen Werke, die uns geantwortet haben, am 13. November 1929 verlief, ist aus dem Diagramm Fig. 1 ersichtlich. Man sieht daraus gut, dass der mittlere $\cos\varphi$ nicht nachts, d. h. in der Zeit der geringeren Belastung, am ungünstigsten ist, sondern tagsüber, wenn die von Industrie und Gewerbe herrührende Belastung zu motorischen Zwecken einsetzt.

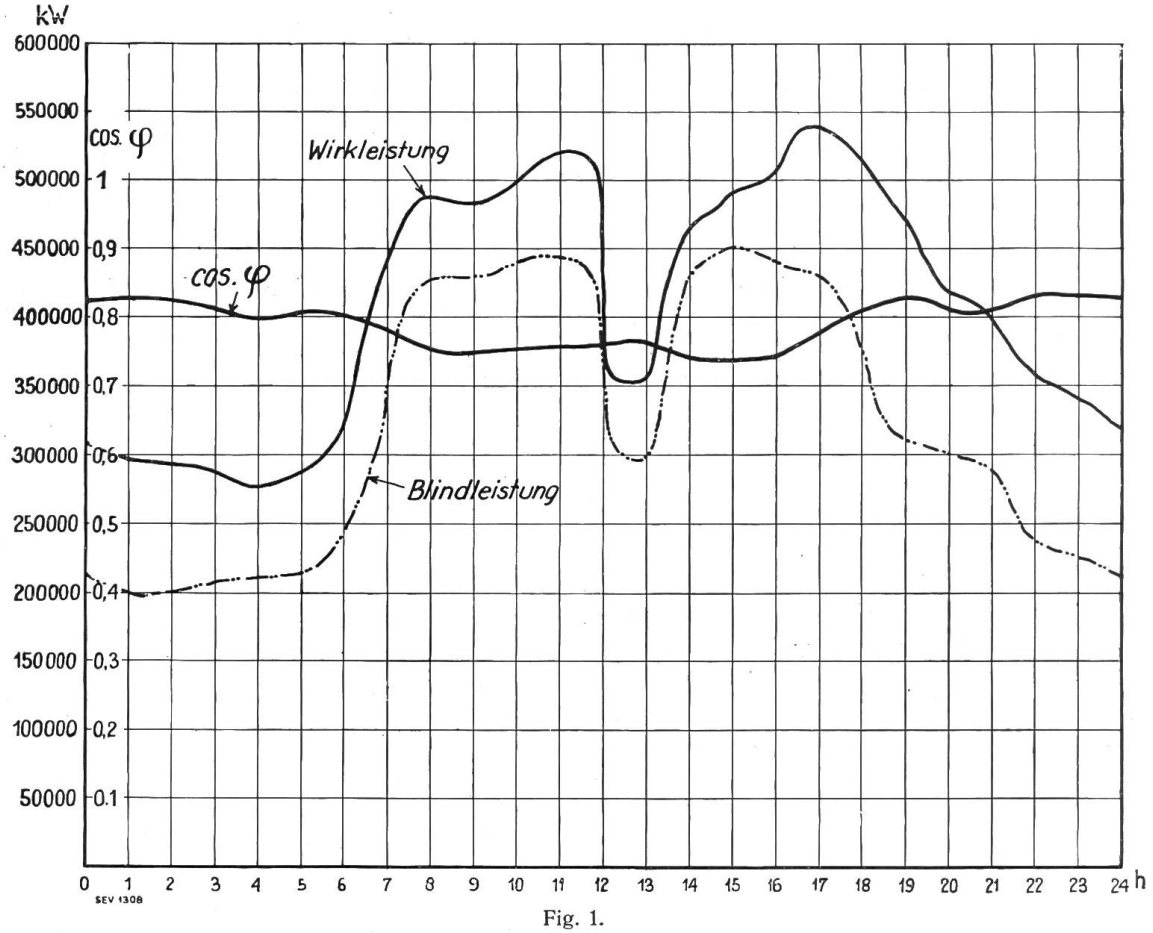

Fig. 1.
Verlauf von Wirkleistung und Blindleistung der Gesamtheit der schweizerischen Elektrizitätswerke, welche die Rundfrage beantwortet haben, am 13. November 1929.

Gleichzeitig mit den Angaben hinsichtlich Blindenergieerzeugung haben wir die Werke auch gebeten, uns mitzuteilen, ob und wie sie bis jetzt die ihren Kunden gelieferte Blindenergie verrechnen. Von den 36 Werken, die uns in dieser Hinsicht eine Antwort zugehen liessen, sind keine, die bei ihren **Kleinabonnenten** bis jetzt regelmässig eine Kontrolle und Verrechnung der Blindenergie vorgenommen hätten. Einige wenige haben in ihren Reglementen die Möglichkeit einer solchen Kontrolle und Verrechnung vorgesehen, aber nur in *ganz ausnahmsweisen* Fällen angewandt. So verlangt z. B. das *Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen* einen Zuschlag von:

2 %, wenn $\cos\varphi$ unter 0,707,
3 %, wenn $\cos\varphi$ unter 0,69,
4 %, wenn $\cos\varphi$ unter 0,68,
5 %, wenn $\cos\varphi$ unter 0,67 fällt und gibt anderseits

einen Rabatt von 3 bis 5 %, wenn $\cos\varphi$ über 0,9 steigt. Das *Elektrizitätswerk der Stadt Bern* befolgt eine ähnliche Methode. Die *Stadt Zürich* verrechnet 1,8 Rp. pro kVAh $\sin\varphi$, soweit die Blindenergie mehr als 75 % der Wirkenergie beträgt.

Häufiger ist die Kontrolle und Verrechnung der Blindenergie bei **Grossabonnenten**, aber auch da ist sie keineswegs allgemein geworden.

Eine Anzahl Werke schreibt ihren Grossabonnenten einfach vor, das der $\cos\varphi$ nicht unter 0,85, 0,8, 0,75 oder 0,7 fallen soll und dass sie sich selbst darum bemühen sollen, diesen Leistungsfaktor nicht zu unterschreiten *(E. O. S., Brusio, Olten-Aarburg).*

Die *S. A. K.* verlangen von Grossabnehmern 1,2 Rp. pro kVAh $\sin\varphi$ soweit die Blindenergie die Wirkenergie übersteigt, d. h. wenn $\cos\varphi < 0{,}707$ ist.

Wiederverkäufern gegenüber wird derselbe Ueberschuss an Blindenergie verrechnet zu:

0,7 Rp. pro kVAh $\sin\varphi$, wenn $\cos\varphi$ im Monatsdurchschnitt zwischen 0,7 u. 0,707 liegt,
0,8 Rp. pro kVAh $\sin\varphi$, wenn $\cos\varphi$ im Monatsdurchschnitt zwischen 0,69 u. 0,7 liegt,
0,9 Rp. pro kVAh $\sin\varphi$, wenn $\cos\varphi$ im Monatsdurchschnitt zwischen 0,68 u. 0,69 liegt,
1,0 Rp. pro kVAh $\sin\varphi$, wenn $\cos\varphi$ im Monatsdurchschnitt zwischen 0,67 u. 0,68 liegt,
1,1 Rp. pro kVAh $\sin\varphi$, wenn $\cos\varphi$ im Monatsdurchschnitt zwischen 0,66 u. 0,67 liegt,
1,2 Rp. pro kVAh $\sin\varphi$, wenn $\cos\varphi$ im Monatsdurchschnitt kleiner als 0,66 ist.

Wiederverkäufern gegenüber wird aber auch auf dem Wirkenergiepreise ein Rabatt von 0,5 Rp./kWh gewährt, wenn $\cos\varphi$ immer über 0,8 bleibt.

Aehnliche Bestimmungen hat das *Elektrizitätswerk der Stadt Genf,* die *Entreprises électriques fribourgeoises* und das *Elektrizitätswerk der Stadt Luzern.*

Das *E. W. der Stadt Genf* erhöht die Rechnung um 1 % für jeden Hundertstel, um den der mittlere monatliche $\cos\varphi$ kleiner als 0,70 ist, also z. B. um 6 %, wenn der mittlere $\cos\varphi = 0{,}64$ ist. Die Rechnung wird um $^1/_2$ % erniedrigt für jeden Hundertstel, um den $\cos\varphi$ grösser als 0,75 ist, also z. B. um 7 %, wenn $\cos\varphi$ immer 0,89 ist, oder um 1 %, wenn $\cos\varphi = 0{,}77$ ist.

Das *E. W. Bellinzona* macht es ebenso.

Die *Cie. Vaudoise, Lausanne,* geht in ähnlicher Weise vor, begnügt sich aber mit einem prozentual wesentlich kleineren Zuschlag.

Das *E. W. der Stadt Luzern* erhöht den Preis der Energie um 1 % für jeden Hunderstel, um den der $\cos\varphi$ kleiner als 0,8 ist, ermässigt ihn aber auch um 1 % für jeden Hundertstel, um den der $\cos\varphi$ grösser als 0,8 ist.

Das *E. W. Neuenburg* macht es ähnlich. Der mittlere $\cos\varphi$ wird bestimmt durch Messung von $\sum$kWh und $\sum$kVAh und die Rechnung basiert auf $\sum$kWh $(1{,}8 - \cos\varphi)$.

Eine andere Art, dem $\cos\varphi$ in den Fakturen Rechnung zu tragen, besteht darin, dass man 0,8 oder 0,75 als den minimalen annehmbaren Leistungsfaktor betrachtet und sich einen Zuschlag bezahlen lässt, der proportional ist der zusätzlichen Blindenergie, welche mehr geliefert werden musste, als geliefert worden wäre, wenn die vorgesehene Grenze nicht unterschritten worden wäre. Die Nordostschweizerischen Kraftwerke, die Bernischen Kraftwerke, das Elektrizitätswerk des Kantons Aargau, die Schweiz. Kraftübertragung A.-G, die Elektrizitätswerke Chur, Schwanden und Stadt Zürich haben für ihre Grossabonnenten diese Form der Verrechnung angenommen.

Das *E. W. des Kantons Aargau* verrechnet zu 1 Rp./kVAh $\sin\varphi$ die zusätzliche Blindenergie über derjenigen, die einem $\cos\varphi = 0{,}75$ entspricht. Das *E. W. Schwanden* verrechnet zu 1 bis 2 Rp. die zusätzliche Blindenergie über derjenigen, die 0,7 entspricht.

Die *N. O. K.,* Baden, verrechnen in einem Falle die zusätzliche Blindenergie über derjenigen die $\cos\varphi = 0{,}8$ entspricht zum Preise von 25 % des kWh-Preises und ermässigen den letztern um 13,5 % pro kVAh $\sin\varphi$, die weniger geliefert werden mussten als wenn $\cos\varphi = 0{,}8$ gewesen wäre; in andern Fällen wird $\cos\varphi = 0{,}9$ als Grenze betrachtet und pro zusätzliches kVAh $\sin\varphi$ 1 Rp. verrechnet und pro weniger gelieferte kVAh $\sin\varphi$ ein Abzug von 0,6 Rp. gemacht.

Die *B.K.W.*, Bern, betrachten $\cos\varphi = 0{,}8$ als Grenze während des Tages und während der Nacht $\cos\varphi = 0{,}7$ und verrechnen den Mehrbezug an Blindenergie zu 0,8 bis 2 Rp./kVAh $\sin\varphi$, im Mittel ungefähr zu $^1/_4$ des kWh-Preises; in andern Fällen wird der kWh-Preis im Verhältnis $\frac{0{,}8}{\cos\varphi}$, resp. $\frac{0{,}7}{\cos\varphi}$ erhöht.

Das *E. W. Chur* betrachtet ebenfalls $\cos\varphi = 0{,}8$ als Grenze und verrechnet die zusätzlich gelieferte Blindenergie zu $^1/_5$ des kWh-Preises.

Die *Schweiz. Kraftübertragung* verrechnet in einzelnen Fällen die Blindenergie, und zwar die gesamte, zu einem niedrigeren Preise, der zwischen $^1/_{16}$ und $^1/_5$ des Preises der Wirkenergie schwankt.

Das *E. W. Olten-Aarburg* bestimmt, dass $\cos\varphi$ nicht unter 0,75 sinken soll. Wird diese Grenze unterschritten, so wird statt $\sum$ kWh 0,75 $\sum$ kVAh verrechnet.

Die *Société Romande* betrachtet als Grenze $\cos\varphi = 0{,}8$ und verrechnet, wenn diese Grenze unterschritten wird, 0,8 $\sum$ kVAh statt $\sum$ kWh.

Die von den beiden letzteren Unternehmungen gewählte Verrechnungsart dürfte wohl die einfachste sein.

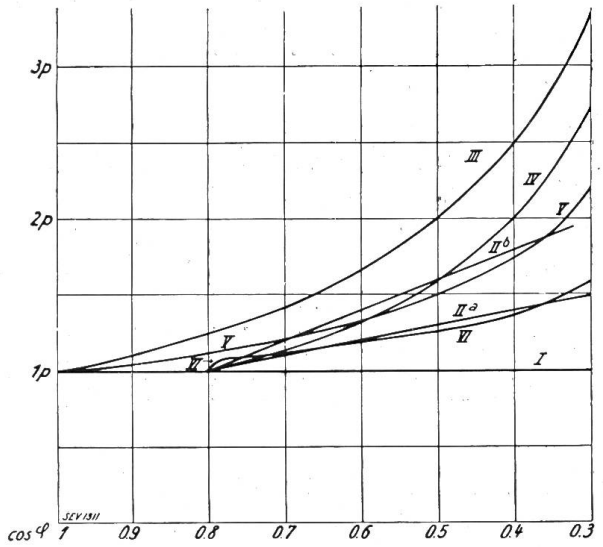

Fig. 2.

Kurven der Preissteigerung für d. Energie unter Berücksichtigung der gelieferten Blindenergie nach verschiedenen Grundsätzen.

p = Preis pro kWh bei $\cos\varphi = 1$

Kurve I Verrechnung ohne Berücksichtigung des $\cos\varphi$ auf Grund eines kWh-Zählers.

Kurve II a Verrechnung auf Grund eines kWh-Zählers und eines kVAh-Zählers mit Preiszuschlag von 1 % für jeden Hundertstel, um den der mittlere Leistungsfaktor kleiner ist als 0,8 (bei $\cos\varphi = 0{,}6$ also 20 % Zuschlag).

Kurve II b Verrechnung der Energie auf Grund eines kWh-Zählers und eines kVAh-Zählers mit Preiszuschlag von 2 % für jeden Hundertstel, um den der mittlere Leistungsfaktor kleiner ist als 0,8 (bei $\cos\varphi = 0{,}6$ also 40 % Zuschlag).

Kurve III Verrechnung erfolgt auf Grund eines kVAh-Zählers.

Kurve IV Verrechnung erfolgt auf Grund eines kWh-Zählers und eines kVAh-Zählers. Wenn $\cos\varphi$ im Mittel $> 0{,}8$ ist, wird auf Grund des kWh-Zählers allein verrechnet. Wenn $\cos\varphi$ im Mittel $< 0{,}8$ ist, wird auf Grund des kVAh-Zählers 0,8 kVAh zu 1 kWh verrechnet.

Kurve V Verrechnung erfolgt auf Grund eines kWh-Zählers und kVAh-Zählers mit Σ kWh $= {}^1/_2 \Sigma$ kVAh $\cos\varphi + {}^1/_2 \Sigma$ kVAh.

Kurve VI Verrechnung erfolgt auf Grund eines kWh-Zählers und eines kVAh-Zählers mit Zuschlag in der Höhe von 25 % des kWh-Preises für jedes kVAh $\sin\varphi$, um das die Blindenergie diejenige übersteigt, welche $\cos\varphi = 0{,}8$ entspricht.

Wie bei den verschiedenen Berechnungsarten der kWh-Preis beeinflusst wird, zeigt eine kleine graphische Darstellung (Fig. 2) ähnlich derjenigen, die der Verfasser dieses Aufsatzes schon im Dezember 1921 (siehe Bulletin 1921, Seite 407) veröffentlicht hat.