

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 15 (1924)
Heft: 12

Artikel: Praktische Mehrfach-Tarifierung der elektrischen Energie nach Verwendungsart und Benützungszeiten
Autor: Ekert, Ferd.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061850>

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: 17.05.2025

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

und nicht ganz sachgemässe Durchsicht auch bei dieser leicht zu Trugschlüssen führen, während jede sorgfältige Interpretation ihrer Zahlen, nach Kenntnisnahme von deren genauer Bedeutung wertvolle Schlüsse zeitigen wird, weit mehr, als diese auszugsweise und trotzdem umfangreich gewordene Behandlung es konnte. In diesem Sinne möchten wir den neuen Statistikband unsern Elektro- wie Wasserkraftingenieuren und Wirtschaftlern angelegentlich zur Anschaffung und Benützung empfehlen.

Praktische Mehrfach-Tarifierung der elektrischen Energie nach Verwendungsart und Benützungszeiten¹⁾.

Von Ferd. Ekert, Ingenieur, Zürich.

Der Autor beschreibt ein Mehrfachtarifzähler-system, bei welchem mit einem Zählwerk am Zähler auszukommen ist durch Kombination eines oder mehrerer Zähler mit Umschaltuhr, welche den Zähler innerhalb weniger Sekunden ein- und wieder ausschaltet. Durch verschiedene Einstellung der Dauer der Ein- und Ausschaltzeiten können die Tarife variiert werden. Er beschreibt ferner verschiedene Anwendungsmöglichkeiten dieses Systems, auch bei Anwendung von zwei Zählwerken.

L'auteur décrit un système d'enregistrement à tarif multiple, permettant l'emploi d'un dispositif unique d'entraînement du compteur, et qui consiste en principe à commander le ou les compteurs par une horloge qui les met alternativement, et dans l'espace de quelques secondes, en- et hors-circuit. Pour tenir compte des différents tarifs, il suffit de régler convenablement l'horloge de commande. L'auteur parle ensuite des applications diverses de ce système, en particulier à l'usage des compteurs à deux mouvements.

Wenn wir die Verwendung der elektrischen Energie bis zum Anfang des heutigen Jahrhunderts der vielseitigen Verwendungsmöglichkeit in der Neuzeit gegenüberstellen, wobei die Technik durch die Herstellung z. B. von Kleinapparaten die Elektrizität zu einem unentbehrlichen Gemeingut gemacht hat, ist es erklärlich, dass mit diesem Fortschritt auch eine möglichste Vervollkommnung der Tarife und zwar nicht allein unter Berücksichtigung der Verwendungsart, sondern auch ganz besonders in Anpassung an die Benützungszeiten bedingt ist.

Man hat deshalb auch sehr bald eingesehen, dass mit den beiden Haupttarifen für Beleuchtung und Motoren nicht mehr auszukommen war, wenn auch eine gewisse Verbilligung durch Anwendung von Stufentarifen erreicht wurde. Man versuchte eine Lösung mit der Anwendung des Doppeltarifzählers, aber auch diese Art konnte nicht mehr genügen, sobald man der Vielseitigkeit in der Verwendung der Elektrizität gerecht werden wollte und ganz besonders die „Dämpfung“ der öfters recht lästigen Spitzenbelastung und die Ausnützung der „Täler“ zwischen 12 und 13 Uhr zur Aufgabe gestellt war, ebenso die bis jetzt nur wenig ausgenützte „Nachtkraft“, besonders der Flusswerke, besser verwendet werden sollte.

Mehr denn je trat an den Betriebsleiter eines Elektrizitätswerkes die Frage heran: „Wie kann ich die Einnahmen meines Versorgungsgebietes erhöhen durch Anwendung mehrerer Tarife, ohne die vielen bereits im Betrieb befindlichen meistens Einfachtarifzähler auswechseln zu müssen?“ Oder auch: „Wie kann ich das, allerdings beim Abonnenten sehr beliebte, für das Werk jedoch heute ganz unrentable Pauschaltarifsystem durch einen beide Teile befriedigenden Zählertarif ersetzen, ohne allzu grossen Kostenaufwand für das Werk selbst und ohne Komplikationen in der Stromverrechnung, trotz Anwendung von mehreren Tarifen?“

Der Geschäftsverkehr mit seiner Reklame, die Hotelindustrie mit ihrem Luxus, ja selbst die Wohnungsbeleuchtung verlangen heutzutage eine ganz erheblich grössere Lichtmenge, als dies bisher der Fall war, wodurch nun die in den Wintermonaten besonders unangenehm starke Belastungsspitze hervorgerufen wird. Diese kann

¹⁾ Une traduction de cet article en langue française sera envoyée sur demande par la Société Genevoise d'Instruments de Physique, Genève.

einesteils verringert werden durch Verwendung der stromsparenden Glühlampen, anderenteils „gedämpft“ werden durch Erhöhung des Beleuchtungstarifes.

Nachdem im allgemeinen zwischen 21 und 22 Uhr durch den Beleuchtungsrückgang die Belastung der Werke rasch abfällt, ist es wichtig, von jener Zeit ab, über Nacht bis zum Morgen, die Belastung wieder zu steigern. Dies lässt sich z. B. durch Anschluss der elektrisch beheizten Warmwasseranlagen sehr gut erreichen und zwar während des ganzen Jahres, es ist hierbei nur nötig, einen möglichst wirtschaftlichen Tarifansatz (z. B. 4 ÷ 5 Rappen pro kWh) zu wählen. Am Morgen nach 6 Uhr bis etwa $\frac{1}{2}$ 8 Uhr tritt im Winter wieder eine Belastungsspitze durch die Beleuchtung auf, die ebenso wie am Abend einen hohen Ansatz (für die kWh 50 ÷ 80 Rappen)

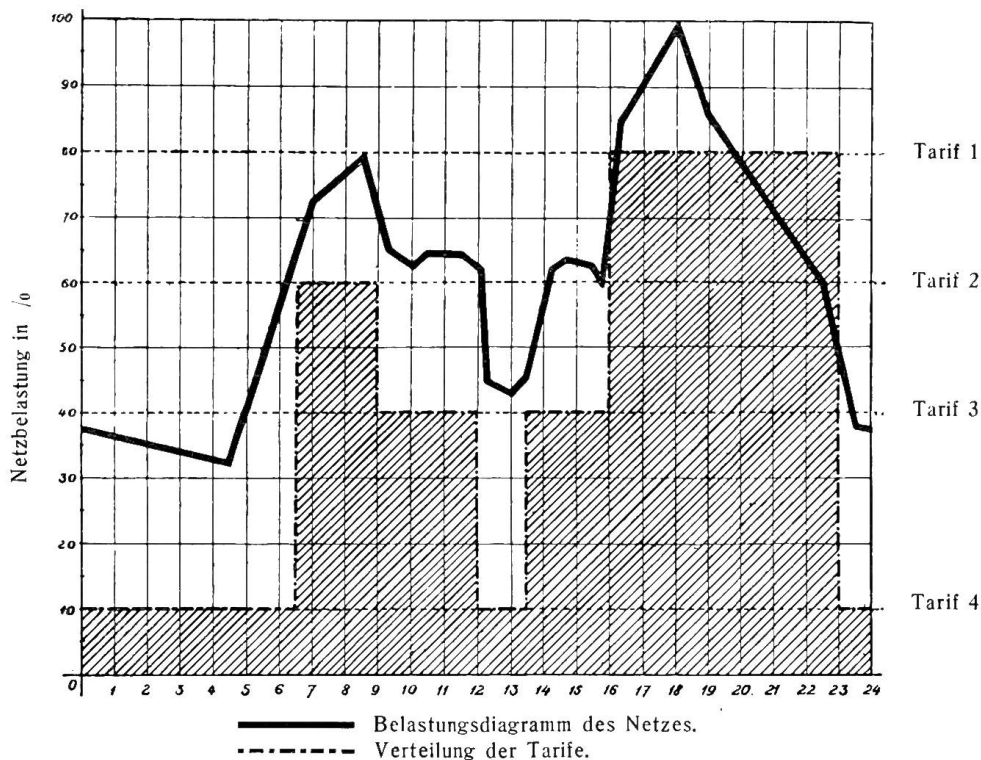


Fig. 1.

Beispiel eines Belastungsdiagrammes und der Anwendung der Tarife.

bedingt. Zwischen diesem höchsten Beleuchtungs- und möglichst niedrigen Nacht-tarif muss nun wieder ein Tarif angewendet werden können (z. B. 10 oder 8 Rappen), der für industrielle Anlagen, wie kleinere Motoren, zugleich für das elektrische Kochen, Bügeln und für Kleinapparate, sowie für das Heizen passend ist.

Es muss also möglich sein, wenigstens 3 Tarife anzuwenden und zwar in vier oder fünf verschiedenen Zeitabschnitten innerhalb 24 Stunden. Für solche Fälle ist nun die Verwendung von Dreifachtarifzählern mit ihren drei Zählwerken und Zahnradkupplungen kompliziert und sehr kostspielig. Die Verrechnung wird umständlicher und von jeder Umschaltuhr müssen zwei Umschaltdrähte zu jedem dieser Zähler mit drei Zählwerken geführt werden. Die in solchen Fällen unnötig gewordenen Einfachtarifzähler sind dann völlig wertlos oder können nur mit grösseren Änderungen und dadurch grossen Kosten mit einem Dreifachtarifzählwerk ausgerüstet werden. An die Einführung eines vierten Zählwerkes zur besonderen Registrierung, z. B. der Morgenspitze, ist schon gar nicht zu denken, da sowohl Zähler wie Uhren grosse Komplikationen erfahren müssten.

Und doch können auf einfache Art und Weise mit bereits im Betriebe befindlichen Einfachtarifzählern und nur mit einem einzigen Umschaltdraht von einer, natürlich eigens dafür konstruierten, Uhr drei bis vier beliebige Tarife nicht nur registriert, sondern auch direkt in einer einzigen Summe (Rechnungsbetrag) angezeigt werden.

Die *Société Genevoise d'Instruments de Physique* in Genf hat darin Pionierarbeit geleistet, da sie bereits über 18000 Zähler im Betrieb aufzuweisen hat, die als Dreifach- bzw. Vierfachtarifapparate funktionieren.

Die Entstehung und Entwicklung dieses Tarifsystems hier zu schildern, würde zu viel Raum beanspruchen; es sei kurz erwähnt, dass die ersten Mehrfachtarifapparate, sogenannte „Baumannzähler“, verhältnismässig teure Apparate waren, wobei jeweils ein Zähler mit der zugehörigen Schaltuhr in ein gemeinsames Gehäuse eingebaut waren, zwei Umstände, welche die Einführung dieser Apparate stark beeinträchtigten. Gleichwohl sind rund 12000 solcher Zähler im Betriebe.

Die Mehrzahl der Elektrizitätswerke hat sich bis jetzt zur Anwendung von Einfachtarifzählern entschlossen und diese Zähleranlagen repräsentieren ein sehr ansehnliches Kapital, welches noch lange nicht als amortisiert gelten kann. Dabei ist eine rasche Abschreibung um so weniger gerechtfertigt, als die Qualität der in den letzten Jahrzehnten fabrizierten Wechselstromzähler meistens eine gute war.

Bei der heutigen Tarifikationsart, für welche der *Société Genevoise d'Instruments de Physique* speziell die Westschweiz in den letzten Jahren als ein grosses Versuchsfeld zur Verfügung stand, können, wie bereits erwähnt, alle bestehenden Einfachtarifzähler in den Anlagen belassen werden, ohne an deren innerer Konstruktion irgend etwas zu ändern. Wie bei Doppeltarifzähleranlagen (mit zwei Zählwerken) wird ein Umschaltdraht zu jedem Einfachtarifzähler geführt, welcher von einer zentralen Schaltuhr abzweigt und praktisch oftmals im gleichen Hause oder Häuserkomplex bis zu 15 Zähler gleichzeitig steuern kann.

Diese mit elektrischem Aufzug versehene Vierfachtarifuhr, für welche die *Société Genevoise* das D.R.P. erwarb, besitzt einen sinnreich konstruierten, in letzter Zeit noch verbesserten Schaltmechanismus, der so eingerichtet ist, dass in kurzen Zeitintervallen der Zähler stillsteht und zwar infolge einer in der Zeitdauer einstellbaren Unterbrechung der Nebenschlusswicklung des Zählers.

Es sollen zur leichteren Erklärung die vier verschiedenen Tarife bezeichnet werden wie folgt:

Tarif No. 1 = 100 Rp. die kWh, No. 2 = 40 Rp., No. 3 = 20 Rp. und No. 4 = 10 Rp. Dabei ist die längste Schaltperiode mit 100 Sekunden angenommen, so dass der Zähler somit bei Tarif 1 während 100 Sekunden ohne Unterbrechung registrieren wird, dagegen Tarif 2 nur für die Zeitdauer von 40 Sekunden, Tarif 3 für 20 und Tarif 4 für 10 Sekunden registriert.

Das Zählwerk wird also *reduzierte kWh* anzeigen, die mit dem maximalen Tarifansatz von 100 Rp. multipliziert den zu zahlenden Betrag aller vier Tarife in einer *einzigsten Summe* ergeben. Dieses erlaubt

kleinen Gemeinden, die oft nur über einen einzigen Mann für die Standaufnahme und das Rechnungseinziehen verfügen, sehr einfach zu verfahren, indem der Standabnehmer jeden Monat durch eine einfache Subtraktion der Zählerstände das erhaltene Resultat mit dem Maximalpreis multipliziert und so die Rechnung sofort aufstellen kann.

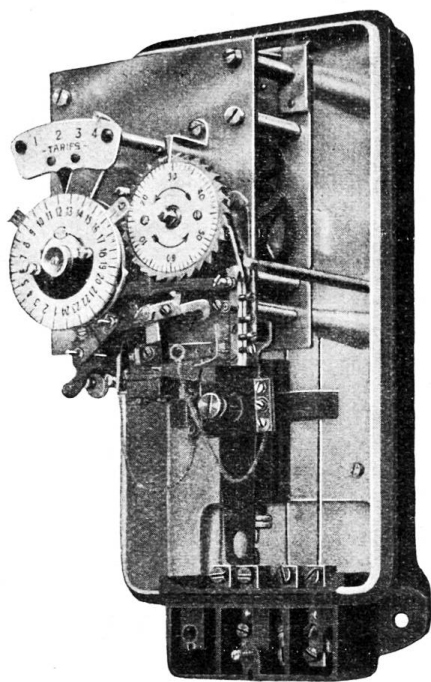


Fig. 2.
Innensicht der Umschaltnur
für vier Tarife.

Dies ist die wirtschaftlichste und auch praktischste Anwendung des Vierfachtarifes, bei welcher allerdings die Summe der tatsächlich verbrauchten kWh nicht zum Ausdruck kommt; sie ist aber gleichwohl vollauf genügend für die Mehrzahl der Abonnenten, die vorwiegend aus Kleinabnehmern besteht und wo die Anschaffung von teuren Apparaten sich nicht lohnt. Zu dieser Lösung hat sich mit sehr gutem praktischem Erfolg die Stadt Neuenburg bekannt. Mehrere angrenzende Gemeinden sind auch in letzterer Zeit diesem Beispiele gefolgt.

Die Stadt Lausanne und andere Gemeinden am Genfersee haben ihre Zähler nach dem gleichen Prinzip eingerichtet, jedoch nicht mit Unterbrechung der Nebenschlusswicklung, sondern in Kombination mit einem zweiten Zählwerk, das mittelst Relais unterbrochen wird und unter dem dauernd registrierenden Zählwerk der verbrauchten kWh montiert ist. Dieser Zähler registriert somit mit dem oberen Zählwerk die effektiv verbrauchten kWh und mit dem unteren Zählwerk die im Verhältnis der verschiedenen Tarifsätze reduzierten kWh, wobei dieses zweite Zählwerk vorteilhaft derart eingerichtet ist, dass der *Rechnungsbetrag in Franken direkt* abgelesen werden kann.

Diese Anwendung des doppelten Zählwerkes hat den grossen Vorteil, dass bei jeder Standablesung durch eine einfache Subtraktion der Stände der zu bezahlende Betrag in Franken ausgerechnet werden kann. Dabei erlaubt die gleichzeitige getrennte Registrierung der effektiv verbrauchten kWh die Ermittlung des mittleren jährlichen Preises für die kWh.

Ein solcher Zähler mit zweifachem Zählwerk kann dabei aber ohne weiteres gleichzeitig an den nämlichen Umschalt draht angeschlossen werden, wie der Einfachtarifzähler nach dem System der Nebenschlusswicklung-Unterbrechung, indem der Unterschied zwischen beiden Systemen nur darin besteht, dass beim Einfachtarifzähler, wie schon bemerkt, die Nebenschlusswicklung unterbrochen und beim Zähler mit zwei Zählwerken eine Zahnradkupplung entsprechend zum Eingriff gebracht wird.

Die letztgenannten Zähler sind allerdings etwas teurer als die normalen Doppeltarifzähler, sind jedoch viel billiger als die Zähler mit drei Zählwerken für Dreifachtarif und sind in erster Linie da berechtigt, wo es sich um neue Anlagen handelt, oder wo grössere Abonnenten in Frage kommen, bei welchen eine vielgestaltige Verwendung des Stromes zu erwarten ist. Es ist unstrittig die ideale Art der Mehrfachtarifikation und sind beide Systeme vom Amt für Mass und Gewicht in Bern anerkannt und zugelassen.

Hat ein Werk die Preise der kWh für das Mehrfachtarifsystem festgesetzt, so werden die Schaltuhren für die verlangte Tarifsкала bereits in der Fabrik eingestellt. Sollte jedoch später aus irgend einem Grunde die ganze Tarifsкала oder auch nur einer der Preissätze geändert werden müssen, so geschieht dies an Ort und Stelle auf einfachste Weise durch Regulierung der entsprechenden Tarifschrauben.

Wären z. B. die vier zur Erläuterung aufgeführten Tarifsätze von einem Werk als endgültig angenommen gewesen und es würde sich nachträglich als wünschbar zeigen, den vierten Preis von 10 Rappen per kWh auf 5 Rappen herunterzusetzen, so würde die Tarifschraube No. 4 derart eingestellt, dass der Kontaktschluss der Schaltwippe nur 5 Sekunden anstatt 10 Sekunden dauert.

In der Regel wird, je nach der Jahreszeit, nur die Zeitdauer für den Beleuchtungstarif entsprechend geändert werden müssen und zwar der Anfang des Abendspitzentarifes und das Ende des Morgenspitzen tarifes, da diese beiden Zeiten sich mehr oder weniger nach dem Sonnenunter- und -aufgang richten.

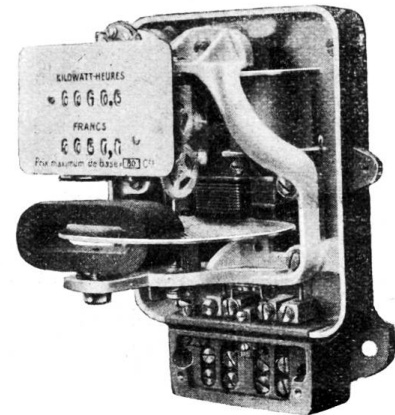


Fig. 3.
Innenansicht des Zählers mit
doppeltem Zählwerk.

Die Vierfachtarifuhr ermöglicht jedoch nicht nur die Verstellungen in bezug auf den Preis der kWh und bezüglich der Umschaltzeiten, sondern erlaubt auch ohne weiteres die gänzliche Aufhebung des Morgenspitzentarifes während der Sommermonate. Beide Änderungen werden auf einfache Art mittelst der beiden mit „A“ (Abend) und „M“ (Morgen) bezeichneten kleinen Hebel eingestellt.

Trotzdem eine solche Uhr dafür eingerichtet ist, im Winter sechs Mal die Tarife zu wechseln und zwar:

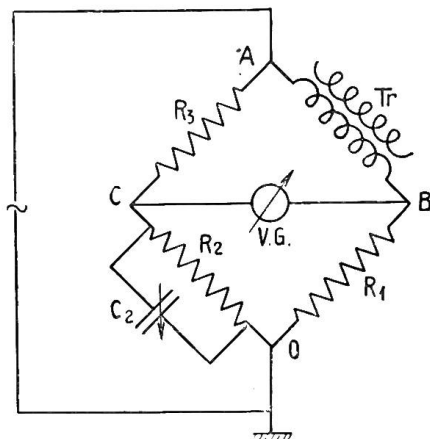
- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| A: Spitzentarif abends, | B: Nachttarif, |
| C: Morgenspitzentarif, | D: Tagestarif vormittags, |
| E: Mittagstarif, | F: Tagestarif nachmittags, |

ist deren Stundenscheibe doch nicht mit verwirrenden Hebeln und Kontaktstiften versehen, da sämtliche unveränderlichen Zeiteinstellungen durch eine Stufenscheibe bestimmt werden.

Zusammenfassend darf gesagt werden, dass mit der vorbeschriebenen Konstruktion ein Vielfachtarifzähler gegeben ist, der allen Ansprüchen an eine einwandfreie Tarifgestaltung Genüge leistet, dabei den Vorteil einer einfachen Montage bei verhältnismässig geringen Kosten bietet, somit einem längst vorhandenen Bedürfnis entspricht und dem Leiter eines grossen wie eines kleinen Werkes die Möglichkeit gibt, durch richtige Preispolitik seinen Betrieb wirtschaftlich zu gestalten.

Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

Eisenverlustmessungen nach einer Brückenmethode. In der E.T.Z., Heft 47, untersucht Dr. I. Goldstein eine von Biermanns angegebene Brückenschaltung zur Messung von Eisenverlusten. Das Bedürfnis nach einer genaueren Messung der Eisenverluste, als dies nach der Wattmetermethode möglich ist, ist in der Praxis vorhanden. Wegen der grossen Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung wird bei Eisenverlustmessungen die Wattmetermessung sehr ungenau. Bei Drehstrommessungen ergibt sich nach der 2-Wattmetermethode eine Differenz zweier voneinander nicht stark verschiedener Ausschläge, wodurch allein schon eine grosse Ungenauigkeit bedingt ist. Die Messung nach der Brückenmethode erfolgt in folgender Schaltung:



Es bedeuten:

- T_r der zu untersuchende Transformator;
- R_2, R_3 induktions- und kapazitätsfreie Widerstände von hoher Ohmzahl;
- C_2 verlustfreier variabler Kondensator;
- R_1 induktions- und kapazitätsfreier Widerstand von geringer Ohmzahl (0,1–1,0 Ω).

Der Widerstand R_1 muss den Leerlaufstrom des Transformators aufnehmen. Das Diagramm für obige Schaltung und eine Nachrechnung ergeben für die Verluste folgende Formel:

$$W = \frac{E^2}{R_1} \frac{R_2}{R_3} \sin^2 \delta, \quad \text{wo}$$

$$\text{ctg } \delta = \omega C_2 R_2.$$

Als Nullinstrument wird ein Vibrationsgalvanometer mit elektromagnetischer Abgleichung verwendet. Auf folgende Eigenart dieser Brücke muss besonders hingewiesen werden. Im Nullkreis treten Oberwellen auf, die zunächst die Abgleichung unmöglich machen. Es handelt sich um höhere Harmonische, die durch Eisensättigung hervorgerufen werden und nur einseitig in der Brückenschaltung auftreten. Der eisenlose Parallelzweig ACO bietet für diese Oberwellen keine Kompensation. Es lassen sich aber durch den Einbau von „Siebkreisen“ in den Nullzweig die Oberwellen unschädlich machen. Schaltet man im Nullkreis in Reihe mit dem Galvanometer einen Kondensator und eine Drosselspule, die einen Resonanzkreis für die Grundwelle bilden, so hat dieser Kreis für die dritte und fünfte Harmonische