

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 16 (1925)
Heft: 8

Artikel: Zur Frage der Mehrfachtarife
Autor: Krutina, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059237>

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: 06.06.2025

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

Zur Frage der Mehrfachtarife.

Von R. Krutina, Ingenieur, Zug.

Der Verfasser gibt einen allgemeinen Ueberblick über das Gebiet der Mehrfachtarife, über die Elemente der Tarifapparate, sowie über die betriebstechnischen und messtechnischen Eigenschaften der letzteren, ohne auf die verschiedenen Ausführungsformen einzutreten. Er kommt zum Schluss, dass es zweckmässig ist, die Anzahl der aufgestellten Preisansätze tunlichst zu beschränken und nur solche Tarifapparate zu verwenden, welche es erlauben, den Verbrauch jeder einzelnen Tarifzeit getrennt und in Kilowattstunden festzustellen, da nur auf diese Weise eine Kontrolle darüber möglich wird, ob der gewählte Mehrfachtarif gerechtfertigt ist oder nicht.

L'auteur donne une vue d'ensemble du domaine des tarifs multiples, des éléments des compteurs ainsi que des propriétés techniques de ceux-ci, au point de vue du fonctionnement et de l'enregistrement, sans entrer dans les détails d'exécution. Il arrive à la conclusion qu'il est avantageux de réduire autant que possible le nombre des tarifs et de n'utiliser que des appareils permettant de fixer séparément en kilowatt-heures l'énergie consommée sous chaque tarif. C'est de cette manière seulement qu'on peut juger si le tarif multiple choisi est rationnel ou non.

Die grossartige Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätsversorgung während des letzten Jahrzehnts und die damit zusammenhängende gesteigerte Benützung der elektrischen Energie haben es mit sich gebracht, dass der gewöhnliche, lediglich auf einem Einheitspreis basierte Zählertarif stark im Abnehmen begriffen ist. Einer rationellen Tarifpolitik kann dieser Einfachtarif nur in reinen Lichtinstallationen gerecht werden und auch dort nur so lange, als deren Anschlusswert verhältnismässig gering ist. Sobald in einer solchen Lichtinstallation nur noch die Verwendung eines Bügeleisens oder eines anderen elektrischen Kleinapparates hinzutritt, ist bereits die Grundbedingung für eine andere Tarifart gegeben.

Unter den verschiedenen Tarifarten, die sich im Laufe der Zeit entsprechend den Bedürfnissen herausgebildet haben, stellen die sogenannten Mehrfachtarife eine Gruppe für sich dar. Es sind dies diejenigen Tarife, bei welchen die Verrechnung des Energiekonsums wie beim reinen Zählertarif lediglich auf der verbrauchten Energiemenge basiert, wobei aber je nach der Art der Stromverbraucher oder der Zeit ihrer Benützung verschiedene Tarifansätze für die Kilowattstunde gebildet werden.

Die nachstehenden Ausführungen beschränken sich auf die Gruppe der Mehrfachtarife. Andere Tarifarten, wie beispielsweise solche, die neben der Energiemenge auch noch die Belastungshöhe oder die Phasenverschiebung bei der Verrechnung berücksichtigen, bilden ebenfalls Gruppen für sich, die besser in besonderen Abhandlungen besprochen werden.

Die Aufstellung von Mehrfachtarifen zieht die Verwendung von Mehrfachtarifzählern nach sich. Bei diesen kann nun wieder der gewünschte Zweck durch verschiedene Grundsätze erzielt werden, welchen ihrerseits wieder verschiedenartige Tarifelemente entsprechen, die bestimmte betriebstechnische und messtechnische Eigenschaften aufweisen.

Wenn daher in Nachstehendem versucht werden soll, einen umfassenden Ueberblick über das Gebiet der Mehrfachtarife zu geben, so erscheint folgende Dreiteilung vorteilhaft: „Die Mehrfachtarife“, „Die Elemente der Tarifzähler“, sowie „Die betriebstechnischen und messtechnischen Eigenschaften der Tarifzähler“. Hierbei kann es schon aus Raumgründen nicht in Betracht kommen, die verschiedenen auf dem Markt befindlichen Konstruktionen von Tarifapparaten zu diskutieren, sondern es kann sich nur um eine Gegenüberstellung der verschiedenen in Frage kommenden Systeme, ohne Rücksicht auf bestimmte Fabrikate, handeln.

Die Mehrfachtarife.

Die verschiedenen Mehrfachtarife unterscheiden sich voneinander im wesentlichen durch zwei Merkmale, erstens durch die *Anzahl* der Tarifansätze und zweitens durch deren *Abhängigkeit* von Art oder Zeit der Strombenützung. Wie bei jeder anderen Ware, so ist auch beim Verkauf elektrischer Energie die Preisbildung in hohem

Masse abhängig von dem Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage. Die Tarifbildung bezweckt daher, die Nachfrage zur Zeit eines grossen Angebotes zu heben und zur Zeit eines geringen Angebotes zurückzudämmen.

Der Masstab für das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage ist für das Elektrizitätswerk die Belastungskurve. Da der zeitliche Verlauf dieser Kurve massgebend ist, so ist es logisch, auch die Tarifsätze in *Abhängigkeit* dieses *zeitlichen Verlaufes* aufzustellen. Wo es zweckmässig erscheint, den Tarif in Abhängigkeit von der Art der Stromverbraucher zu bringen, spricht der Zeitpunkt deren Benützung indirekt mit, indem z. B. Beleuchtungskörper meist nicht unter Tags, Motoren nicht während der Nacht gebraucht werden. Hiervon abgesehen kann man jedoch allgemein annehmen, dass die Tarifbildung nach Art der Stromverbraucher angezeigt sein kann, solange man lediglich zu erhöhtem Konsum anregen will, dass sie aber in Abhängigkeit der Zeit erfolgen muss, wenn ein Zurückdämmen des Konsums während gewissen Tageszeiten wünschbar ist. Oft wird auch eine Kombination beider Arten in Betracht kommen.

Was nun die *Anzahl* der Tarifsätze anbelangt, so ergibt sie sich stets unter Berücksichtigung dessen, ob Zeit oder Art der Strombenützung oder beides zusammen die Preissätze beeinflussen sollen.

Wird die *Anzahl* der Tarifsätze *nur nach der Zeit* aufgestellt, so ist sie ebenfalls vom zeitlichen Verlauf der Belastungskurve abhängig. Die meisten Elektrizitätswerke müssen mit einer ausgesprochenen Lichtspitze rechnen, und es ergeben sich somit zunächst zwei Tarifsätze, wovon der eine, der hohe Tarif, während der Lichtspitze, der andere, der niedere Tarif, ausserhalb dieser Zeit in Kraft ist.

Es ergibt sich somit ein *Doppeltarif nach Benützungszeit*, wie er in der Schweiz, sowie in andern Staaten mit ähnlich hoch entwickelter Elektrizitätswirtschaft schon seit vielen Jahren sich eingebürgert hat.

Die Belastungskurve sehr vieler Elektrizitätswerke weist aber eine deutliche Dreiteilung auf, die Belastungsspitzen während der Beleuchtungszeit, die Belastungssättel in der Nacht sowie mittags zur Zeit der Betriebspause der Industriemotoren und endlich die auf einer mittleren Höhe liegende Tagesbelastung. Es ergeben sich somit drei Tarifsätze, ein hoher, ein mittlerer und ein niederer Tarif, und tatsächlich beginnt der so entstandene *Dreifachtarif* sich in der Schweiz, wenigstens in mittleren und grösseren Installationen, mehr und mehr durchzusetzen.

Es sei nun untersucht, ob der zeitliche Verlauf der Belastungskurve auch auf mehr als drei Tarifsätze hinweisen kann. Dies ist zweifelsohne möglich, denn die Höhe der Belastungsspitze der Morgenbeleuchtung im Winter dürfte merklich unter derjenigen der Abendbeleuchtung liegen, weil während der Morgenspitze ein grosser Teil des Konsums von denjenigen Personen unterbleibt, die frühzeitig ihrer Arbeitsstätte zueilen. In gewissen Fällen liesse sich darüber hinaus bei manchem Elektrizitätswerk sicherlich auch noch eine weitere zeitliche Staffelung ermöglichen, beispielsweise durch Unterscheidung von Nacht- und Mittagssattel. Es bleibt indessen die Frage offen, ob die Schaffung von mehr als drei Tarifsätzen nach Zeit tarifpolitisch richtig ist.

Untersuchen wir dies für den sogenannten Vierfachtarif, der für den Verbrauch während der Beleuchtungsspitze am Morgen einen besonderen Preissatz vorsieht, so dürfen wir zunächst voraussetzen, dass derselbe nicht den Zweck haben kann, den Konsum während dieser Zeit herabzumindern, da ja die maximale Tagesbelastung bei der Voraussetzung einer Vierteilung der Belastungskurve durch die Morgenspitze noch nicht erreicht wird. Es bleibt also noch das Motiv, den Konsum während dieser Zeit zu heben. Man darf aber annehmen, dass der Stromkonsum der Morgenbeleuchtung sich nach den vorhandenen Bedürfnissen richtet und daher nicht durch die Preisbildung beeinflusst werden kann. Andererseits ist der Strompreis für diese Zeit doch wieder zu hoch, um einen wesentlich erhöhten Stromkonsum an elektrischen Kleinapparaten zu fördern, da der Abonnent bestrebt sein

wird, deren Verwendung möglichst in die Tagesstarifzeit mit ihren wesentlich niedrigeren Preisen zu verlegen.

Jedenfalls wird die richtige Preisbildung schon beim Vierfachtarif sehr schwierig und beim Aufstellen weiterer Tarifansätze noch schwieriger. Derartige Vielfachtarife sind daher stets von Fall zu Fall zu beurteilen, und vor allem hat das Elektrizitätswerk dann ein besonderes Interesse daran, durch eine genau und für jede einzelne Tarifzeit getrennt aufgestellte Statistik über den effektiven Energiekonsum dauernd nachzukontrollieren, ob die durch die Einführung so vieler Tarifansätze entstehende Komplikation der Tarifbildung auch tatsächlich durch die erhaltenen Vorteile gerechtfertigt ist.

Stellen wir die *Anzahl* der Tarifansätze *lediglich nach der Art* der Stromverbraucher auf, so ist die Unterteilung nach Licht- und Kraftverbraucher logisch und wird auch in zahlreichen Fällen praktisch durchgeführt. Ob hierbei zwei getrennte Einfachtarifzähler oder ein Zähler mit unterteilter Stromwicklung oder ein in Abhängigkeit von der Wahl der Stromverbraucher gesteuerter Doppeltarifzähler verwendet wird, ist, vom tarifpolitischen Standpunkt aus betrachtet, das gleiche. Auf die betriebstechnischen Seiten dieser drei Möglichkeiten wird das übernächste Kapitel noch verweisen.

In besonderen Fällen kann daran gedacht werden, die Kraftverbraucher noch in zwei Gruppen einzuteilen und zwar in Stromverbraucher, welche mit Tages- und Nachtstrom, sowie solche, welche vorzugsweise nur mit Nachtstrom betrieben werden, so dass sich drei Tarifansätze nach Art der Stromverbraucher ergeben würden. Weitere Tarifansätze dürften sich wohl kaum rechtfertigen, wobei der pauschale Anschluss von besonderen Apparaten, wie beispielsweise kleine Warmwasserboiler, ausser Berücksichtigung bleiben soll, da es sich hier nicht um einen besonderen Tarifansatz im Sinne der vorliegenden Ausführungen handelt.

Es besteht nun naturgemäss die Möglichkeit, die Anzahl der Tarifansätze nach Zeit *und* nach Art der Stromverbraucher zu richten. Verwendet man beispielsweise in einer Installation mit getrennter Licht- und Kraftleitung für jede der beiden Leitungen einen Doppeltarifzähler, so entstehen ebenfalls vier Tarifansätze. Wir haben es aber in diesem Fall nicht mit einem Vierfachtarif, sondern mit einem doppelten Doppeltarif zu tun, und es ist daher auch am zweckmässigsten, wenn jeder der beiden Doppeltarife für sich in seiner tarifpolitischen Eignung untersucht wird.

Die Elemente der Tarifzähler.

Die zunehmende Einführung von Mehrfachtarifen hat naturgemäss die Schaffung einer grossen Anzahl von Tarifapparaten zur Folge gehabt. So zahlreich nun auch die einzelnen Konstruktionsarten sind, so sind doch in der Hauptsache nur drei verschiedene Grundelemente zur Ausbildung des gewöhnlichen Elektrizitätszählers als Tarifapparat zu unterscheiden, die einzeln oder miteinander kombiniert in irgend einer Form bei den auf dem Markt befindlichen Tarifapparaten zu erkennen sind. Es sind dies die Stromspulenzanzapfung, die Zählwerksumschaltung durch Kupplungstrieb und die intermittierende Registrierung. Hierzu tritt noch als Hilfselement in besonderen Fällen die Aus- oder Umschaltung von Zählernebenschlussstromkreisen.

Bei den *Anzapfungszählern* wird die Stromspule in einem bestimmten Verhältnis der Windungszahl unterteilt und von der Unterteilungsstelle ein besonderer Leitungsdraht in die Installation eingeführt. Der Anschluss der Stromverbrauchsapparate erfolgt beispielsweise bei einer Zweileiterinstallation dann derart, dass alle Lichtanschlüsse zwischen dem durch den Zähler durchgeführten Leiter und dem zweiten Leiter liegen, wohingegen die Kraftanschlüsse zwischen den zweiten Leiter und den Anzapfungsleiter zu liegen kommen. Der Lichtstrom durchfliesst auf diese Weise alle Windungen der Stromspule des Zählers, die Lichtenergie wird also vollständig registriert. Der Kraftstrom hingegen durchfliesst nur den der Anzapfungsstelle entsprechenden Teil der Stromspulenwindungen, die Kraftenergie wird also

nur zu einem gewissen Bruchteil registriert. Wird beispielsweise der Anzapfungsleiter im ersten Drittel der Stromspulenwindungen abgezweigt, so zeigt er bei 1 Kilowatt reiner Lichtbelastung den gleichen Betrag an wie bei 3 Kilowatt reiner Kraftbelastung.

Wird nun der durch das Zählwerk angegebene Betrag mit dem Lichtpreis multipliziert und dieser beispielsweise auf 60 Rp. pro Kilowattstunde festgesetzt, so wird für den Kraftverbrauch, der ja nur zu einem Drittel registriert wird, nur ein Preis von 20 Rp. pro Kilowattstunde verrednet. Für ein anderes Preisverhältnis muss ein Zähler mit entsprechend anders gewähltem Unterteilungsverhältnis installiert werden.

Bei den Zählern mit Zählwerkumschaltung wird ein Zählwerk vorgesehen, das eine der Anzahl der Tarifiklassen entsprechende Anzahl Zahlenrollenreihen besitzt, deren Antrieb unter Zwischenschaltung von Umschalttrieben erfolgt, so dass der Verbrauch abwechselungsweise auf der einen oder der anderen Zahlenrollenreihe registriert werden kann. Die Umschaltung der Kupplungstriebe geschieht meist durch eine Schaltuhr und kann rein mechanisch oder durch Verwendung von Umschaltrelais erfolgen.

Derartige Zähler führen mit Recht den Namen *Doppeltarifzähler* und *Dreifachtarifzähler*, da bei ihnen der Verbrauch eines jeden Tarifiklasses getrennt registriert wird. Am meisten verbreitet ist der Doppeltarifzähler, der zwei Zahlenrollenreihen und ein Umschalttrieb besitzt und nur ein Umschaltrelais benötigt, wohingegen die in den letzten Jahren mehr und mehr sich einführenden Dreifachtarifzähler ein Zählwerk mit drei Zahlenrollenreihen und zwei Umschalttrieben, sowie zwei Umschaltrelais aufweisen. Nach den gleichen Gesichtspunkten lassen sich auch Zählwerke für *Vierfachtarifzähler* bauen.

Mit Ausnahme der Doppeltarifzähler, welche in Abhängigkeit von der Wahl der Stromverbraucher in besonderer Schaltung durch einen Handschalter oder durch die Lichtschalter der Installation gesteuert werden, müssen die Doppel-, Dreifach- und Vierfachtarifzähler stets in Verbindung mit einer Schaltuhr verwendet werden.

Bei den Tarifzählern mit *intermittierender Registrierung* kann ein Einfachtarifzähler Verwendung finden, dessen Nebenschlussstromkreis durch eine Schaltuhr periodisch unterbrochen wird, so dass er den Verbrauch nur während eines bestimmten Teils der für ihn in Betracht kommenden Schaltungsperiode registriert, während der übrigen Zeit aber stillsteht, auch wenn ein Energieverbrauch stattfindet. Wir können daher derartige Zähler als *Teiltarifzähler* ansprechen.

Bei diesen werden die Tarife derart berücksichtigt, dass zur Zeit des höchsten Tarifes die periodische Unterbrechung des Zählernebenschlusses überhaupt unterbleibt, die verbrauchte Energie also vollständig registriert wird. Bei den andern Tarifen registriert der Zähler aber beispielsweise auf 100 Sekunden nur 40 oder 20 oder 10 Sekunden, je nach der entsprechenden Tageszeit. Durch Multiplikation des am Zählwerk registrierten Verbrauches, der naturgemäss sich nicht mit dem effektiven Totalverbrauch überdeckt, mit dem Tarifansatz für den höchsten Tarif erhält man eine Tarifierung der Energie während den einzelnen Tarifzeiten in gleicher Weise wie bei den Anzapfungszählern.

Die Teiltarifzähler können auch mit Umschalttrieben derart kombiniert werden, dass die intermittierende Registrierung nicht durch Nebenschlussausschaltung, sondern durch entsprechendes Ein- und Ausschalten des Umschalttriebrelais bewirkt wird. Eine weitere Zahlenrollenreihe kann dann noch den effektiven Totalverbrauch registrieren. Auch hier ist, wie bei der Nebenschlussausschaltung, die Verwendung einer besonderen Schaltuhr unerlässlich.

Die betriebstechnischen und messtechnischen Eigenschaften der Tarifzähler.

Die *Anzapfungszähler* haben zweifelsohne einen grossen *betriebstechnischen* Vorteil, der keinem anderen Tarifzähler eigen ist, nämlich Fortfall der Schaltuhr

oder irgend eines anderen, der Umschaltung oder Steuerung dienenden Hilfsmittels. Er ist der einzige ungesteuerte Tarifzähler. Weiterhin wird gerne hervorgehoben, dass die Registrierung auf nur einem Zählwerk den Vorteil vereinfachter Ablesung und Verrechnung biete.

Dem gegenüber steht der Nachteil, dass der Anzapfungszähler, will man ihn nicht mit dem Umschaltsystem kombinieren und damit wieder ein Steuerorgan in Kauf nehmen, die Aufstellung der Tarifsätze lediglich nach Art der Stromverbraucher, aber nicht nach der Zeit deren Benützung ermöglicht. Weitaus der grösste Nachteil ist indessen darin zu suchen, dass sein Zählwerk einen komplexen Betrag angibt, der sich aus dem vollen Lichtverbrauch und einem Bruchteil des Kraftverbrauches zusammensetzt. Weder der Totalverbrauch noch der auf jede einzelne Stromverbraucherart entfallende Betrag des Totalverbrauches können mit diesem Tarifapparat festgestellt werden.

In bezug auf die *messtechnischen* Eigenschaften der *Anzapfungszähler* ist zu sagen, dass diese nicht wesentlich von denjenigen eines gewöhnlichen Einfachtarifzählers abweichen. Wenn das Unterteilungsverhältnis der Stromspulenwindungen genau mit dem gewünschten Preisverhältnis übereinstimmt, so muss der Zähler auch im Kraftzweig richtig zeigen, wenn er im Lichtzweig richtig geeicht worden ist. Voraussetzung hierbei ist allerdings, dass das Verhältnis der Stromstärken für Licht und Kraft gleich dem Unterteilungs- bzw. Preisverhältnis ist. Ist dies nicht der Fall, so können bei kleiner Belastung des Kraftzweiges Zusatzfehler auftreten. Da aber die Belastung hierbei selten unter 50 % der Vollbelastung zurückgeht, so fallen diese Zusatzfehler wenig ins Gewicht.

Der grosse, durch kein anderes System erreichbare *betriebstechnische Vorteil* der *Umschaltzähler* besteht unbestritten darin, dass der Verbrauch während jeder Tarifzeit getrennt und in gesetzlichen Einheiten angezeigt wird. Der Totalverbrauch ist also durch einfache Addition ebenfalls einwandfrei in gesetzlichen Einheiten feststellbar.

Auf ihre Eigenschaften wären ausserdem zu untersuchen der Umschalttrieb, das Umschaltrelais und die Steuerorgane.

Der Umschalttrieb bei Doppeltarifzählern hat sich schon seit zwei Jahrzehnten bewährt. Seine konstruktive Ausführung ist bei allen vorkommenden Fabrikaten nahezu gleich. Man darf ihn daher im Zählerbau als vollwertiges Konstruktionselement betrachten. Bei Dreifachtarifzählern kann die gleiche Voraussetzung gemacht werden, solange sich das Dreifachtarifzählerwerk lediglich aus den gleichen Elementen zusammensetzt, wie sie sich beim Doppeltarifzählerwerk bewährt haben. Durch Kettenschaltung von Doppeltarifelementen ist dies nicht nur beim Dreifachtarifzählerwerk möglich, sondern es lassen sich auf diese Weise Vier- und Fünffachtarifzählerwerke mit der gleichen Betriebssicherheit bauen.

Die richtige Durchbildung des Umschaltrelais hat jahrelange grosse Schwierigkeiten bereitet. Man hatte daher früher die Doppeltarifzähler viel mit eingebautem Uhrwerk geliefert, wodurch eine direkte mechanische Steuerung des Umschalttriebes möglich wird. Allerdings geht hierbei der Vorteil verloren, mit einer Schaltuhr gleichzeitig mehrere Tarifzähler steuern zu können. Seit Schaffung guter Relaiskonstruktionen werden Doppeltarifzähler mit eingebauter Uhr auch in solchen Fällen kaum mehr verwendet, wo lediglich die Steuerung eines einzelnen Zählers in Betracht kommt. Das Umschaltrelais als Konstruktionselement genommen kann daher ebenfalls als vollwertig betrachtet werden, woran auch die Tatsache nichts ändert, dass heute noch gelegentlich schlecht ausgeführte Umschaltrelais Anlass zu Reklamationen geben können.

Für die in den letzten Jahren ebenfalls konstruktiv sehr hoch durchgebildeten Schaltuhren liegen die Verhältnisse ähnlich. Auch hier ist die Doppeltarifschaltuhr ein durch jahrzehntelange Verwendung erprobter Apparat. Für Drei- und Mehrfachtarifuhren gilt auch hier der Grundsatz, dass sie umso betriebssicherer sind, je voll-

ständiger die bei den Doppeltarifuhren bewährten Konstruktionselemente Berücksichtigung finden.

Als betriebstechnischer Vorteil des Doppeltarifzählers wäre noch anzuführen, dass derselbe nicht nur ein Aufstellen der Tarifsätze nach Benützungszeit als Doppeltarifzähler mit Uhrenumschaltung erlaubt, sondern auch die Tarifmöglichkeit nach Art der Stromverbraucher als Doppeltarifzähler mit Handumschaltung ermöglicht. Bei Neuinstallationen, wo man im Verlegen der Relaisdrähte freie Hand hat, wird sich insbesondere die Steuerung des Doppeltarifzählers durch die einzelnen Lichtschalter der Installation empfehlen, bei welcher die bei der Handschaltung vorliegende Betrugsgefahr stark reduziert ist¹⁾. Auch kann ein gewöhnlicher Doppeltarifzähler, von einer Dreifachtarifuhr gesteuert, zur Tarifierung nach drei Ansätzen Verwendung finden²⁾.

Die *messtechnischen* Eigenschaften der *Umschaltzähler* sind genau die gleichen wie bei den entsprechenden Einfachtarifzählern. Der Umstand, dass beim Umschalten durch das Eingreifen des Kupplungstriebes in die Zahnräder der betreffenden Zahlenrollenreihe unter Umständen ein Zurückdrehen des Eingriffzahnrades um einen Zahn möglich ist, kann die Messgenauigkeit nur um Bruchteile vom Promille beeinflussen, da das Umschalten auf ein und dieselbe Zahlenrollenreihe nur höchstens zweimal im Tag vorkommt.

Die *betriebsstechnischen* Eigenschaften der *Tarifzähler* mit intermittierender Registrierung sind denjenigen der Anzapfungszähler sehr ähnlich. Da indessen eine Schaltuhr benötigt wird, fällt der grosse Vorteil des ungesteuerten Tarifzählers dahin. Die Vereinfachung der Ablesung an nur einem Zählwerk ist beiden Zählerarten gemeinsam. Ebenso der grosse Nachteil, dass das Tarifzählwerk einen komplexen Betrag angibt und nicht in gesetzlichen Einheiten registriert. Immerhin kann durch Kombination mit einem Umschalttrieb die richtige Registrierung des Totalverbrauches in gesetzlichen Einheiten ermöglicht werden. Im letzteren Falle hat der Teiltarifzähler die Merkmale eines Umschaltzählers, nämlich Umschalttrieb, Umschaltrelais und Schaltuhr, ohne dessen charakteristische Vorteile zu besitzen. Gegenüber den Anzapfungszählern weisen die Teiltarifzähler noch den Vorteil auf, dass die Tarifsätze nach Benützungszeit aufgestellt werden können und dass die Anzahl der Tarifsätze theoretisch unbegrenzt gewählt werden kann.

Zur Beurteilung der *messtechnischen* Eigenschaften der *Teiltarifzähler* müssen wir unterscheiden zwischen solchen mit Nebenschlussausschaltung und solchen mit Umschalttrieb.

Bei der ersteren Art erhebt sich zunächst die Frage, wie die bei Induktionsmotorzählern vorhandenen Vor- bzw. Rücktriebsverhältnisse berücksichtigt werden.

Bekanntlich ist es notwendig, dem Zähleranker bei der Eichung einen derart grossen Vortrieb durch das Spannungsfeld zu erteilen, dass die, wenn auch kleinen, Reibungswiderstände in der Zählerlagerung und vor allem im Zählwerk gerade kompensiert sind, damit bei kleiner Belastung des Zählers die behördlich verlangte Fehlergrenze eingehalten werden kann.

Ein derartig eingestellter Zähler würde nun bei der kleinsten Erschütterung oder bei Ueberspannungen, wie sie in jedem Netz vorkommen, leer, d. h. ohne belastet zu sein, laufen. Um dies zu verhüten, muss der Zähler mit einer Bremsvorrichtung versehen sein. Diese besteht gewöhnlich aus einer am Zähleranker sitzenden Bremsfahne aus Eisenblech oder Draht, welche beim Leerlaufen des Zählers in das Magnetfeld des Motoreisens kommt und – in dieser Stellung – so stark festgehalten wird, dass einerseits der Leerlauf auch bei Ueberspannung zum Stillstand kommt, andererseits ein sicheres Anlaufen gewährleistet bleibt.

Schaltet man bei einem derartigen Zähler den Strom ab, so läuft der Anker noch so lange, bis die Bremsfahne in den Bereich des Magnetfeldes kommt. Erfolgt nun die Ausschaltung im Moment, wo der Anker gerade aus dem Bereich des Magnet-

¹⁾ Vergl. Elektroindustrie, IX. Jahrgang, No. 14, Seite 239.

²⁾ Vergl. Bulletin des S. E. V., VII. Jahrgang, No. 10, Seite 280.

feldes herausgetreten ist, den Haltepunkt also etwa um 60 Grad überschritten hat, dann dreht sich der Zähleranker ohne Stromverbrauch noch bis zum nächsten Haltepunkt, d. h. also etwa 300 Grad.

Da nun bei den Teiltarifzählern die Spannung ausgeschaltet wird, so spielt dieser Spannungsvortrieb keine wesentliche Rolle, weil er mit Abschalten der Spannung verschwindet. Hingegen bringt es die Eichung auf Spannungsvortrieb mit sich, dass der Zähler je nach Form und Lage des Motoreisens einen Stromvor- oder Rücktrieb erhalten kann, d. h. dass das Stromfeld allein nach Abschalten der Spannung dem Zähleranker einen kleinen Antrieb erteilt. Diesem Stromantrieb könnte durch eine ähnliche Bremsenrichtung begegnet werden, wie dem Spannungsvortrieb.

Ist aber bei einem Teiltarifzähler mit Nebenschlussausschaltung ein Stromantrieb vorhanden, so können unter Umständen erhebliche Messfehler auftreten, wie aus folgender Ueberlegung hervorgeht:

Wir nehmen an, der Zähler registriere nach dem niedersten Tarif, wo er von 100 Sekunden nur 10 Sekunden eingeschaltet ist, und sei dabei mit 50 % der Vollbelastung belastet. Bei Vollast mache der Zähler 45 Umdrehungen in der Minute, was den bei Induktionsmotorzählern für Wechselstrom üblichen Daten entspricht. Bei 50 % der Vollbelastung macht er also 45 Umdrehungen in 120 Sekunden, d. h. 3,75 Umdrehungen während der Registrierperiode von 10 Sekunden. Unter der Annahme, dass der Zähler mit 0 % Fehler bei dieser Belastung registriert, würden diese 3,75 Umdrehungen dem Sollwert der Registrierung entsprechen.

Erfolgt nun das Ausschalten des Nebenschlusses 90 Grad, also $\frac{1}{4}$ Umdrehung nach dem Haltepunkt, so dreht sich die Ankerscheibe, wenn Stromrücktrieb vorhanden ist, wieder die $\frac{1}{4}$ Umdrehung bis zum Haltepunkt zurück. Der Zähler macht also tatsächlich nur 3,5 Umdrehungen, registriert somit gegenüber dem Sollwert mit einem Minusfehler von - 6,66 %. Erfolgt das Ausschalten hingegen $\frac{1}{4}$ Umdrehung vor dem Haltepunkt, so dreht sich die Ankerscheibe $\frac{3}{4}$ Umdrehungen zurück, bis sie wieder den Haltepunkt erreicht hat. Dem Sollwert von 3,75 Umdrehungen stehen nun nur noch 3 Umdrehungen gegenüber, was einem Minusfehler von - 20 % entspricht. Ist statt Stromrücktrieb Stromvortrieb vorhanden, so ändert sich lediglich das Vorzeichen, d. h. es entstehen Plusfehler gleicher Grösse. Da ein und derselbe Zähler entweder Stromvor- oder -Rücktrieb aufweist, können sich diese Fehler in ihrer Wirkung auf die Gesamtregistrierung nicht ausgleichen.

Es geht daraus hervor, dass Teiltarifzähler mit Nebenschlussausschaltung so eingestellt werden müssen, dass sie weder Stromvor- noch Stromrücktrieb aufweisen. Oder man müsste sie mit einer besonderen, diesem Spezialzweck angepassten, Bremsvorrichtung ausrüsten.

Bei den normal eingestellten Induktionsmotorzählern sind diese Bedingungen aber nicht erfüllt. Im Gegensatz zu der anderweitig aufgestellten Behauptung, normale Induktionsmotorzähler könnten durch intermittierende Ausschaltung des Nebenschlusses mit Hilfe einer zusätzlichen Schaltuhr ohne weiteres als richtig zeigende Tarifzähler Verwendung finden, ist der Verfasser der Ansicht, dass eine vorherige Kontrolle auf die Stromantriebsverhältnisse bei diesen Zählern unerlässlich ist. Es bedeutet dies, dass sie zu diesem Zwecke der Fabrik oder einer Eichstätte eingesandt werden müssen, was nicht viel weniger Kosten bedingen dürfte, als das Auswechseln des vorhandenen Einfachtarifzählwerkes gegen ein Doppeltarifzählwerk.

Bei Teiltarifzählern mit Umschalttrieb fallen die genannten Fehlermöglichkeiten dahin. Es wäre also nur noch die Frage nachzuprüfen, ob die intermittierende Registrierung an sich eine Fehlerquelle bildet, und welchen praktischen Einfluss dieselbe tatsächlich hat.

Nehmen wir an, der Zähler registriere während 40 Sekunden von 100 Sekunden, so ist es bei Lichtbenützung nicht ungewöhnlich, dass in dieser Zeit die Belastung sich ändert. Wenn beispielsweise in einer grösseren Wohnung nur die Wohnzimmerbeleuchtung mit 50 Watt benützt wird und ein Bewohner irgend etwas vorübergehend in einem entfernt liegenden Raum zu besorgen hat, so kommt es oft vor,

dass während dieser kurzen Zeit die Lampen sämtlicher durchschrittener Räume brennen gelassen werden, wodurch die Belastung für kurze Zeit z. B. auf 200 Watt ansteigt. Dieser Vorgang kann sich leicht über die Dauer einer Minute erstrecken. Wenn nun dies gerade diejenige Minute ist, während welcher der Zähler nicht registriert, so entsteht zweifelsohne ein Messfehler.

Der Sollwert der Registrierung bei 50 Watt beträgt in diesem Falle 40 % von $50 \times 100 = 5000$ Wattsekunden, d. h. 2000 Tarifwattsekunden. Der tatsächliche Verbrauch ist aber $50 \text{ Watt} \times 40 \text{ Sekunden} = 2000$ Wattsekunden plus $200 \text{ Watt} \times 60 \text{ Sekunden} = 12000$ Wattsekunden. Dies macht total 14000 Wattsekunden, wovon gemäss der angenommenen Tarifzeit 40 %, d. h. 5600 Tarifwattsekunden registriert werden sollten. Der Zähler registriert also in diesem Sonderfalle während einer Registrierperiode mit 3600 Tarifwattsekunden zu wenig. Der Messfehler dieser Registrierperiode beträgt demnach 64,3 %, der während den übrigen Registrierperioden ausgeglichen werden muss.

Wir wollen nun weiter annehmen, dass die betreffende Wohnzimmerlampe während einer vollen Stunde gebraucht wird. Es entspricht dies 36 Registrierperioden zu 100 Sekunden. Hiervon seien nun 35 mit einem Fehler von 0 %, d. h. mit 2000 Tarifwattsekunden pro Registrierperiode registriert worden und eine davon infolge der oben angeführten Verhältnisse mit 5600 Tarifwattsekunden. Es werden also insgesamt $35 \times 2000 + 5600 = 75600$ Tarifwattsekunden beansprucht, während nur $36 \times 2000 = 72000$ Tarifwattsekunden registriert werden. Es sind dies 3600 Tarifwattsekunden zu wenig, was immer noch einem Minusfehler von - 4,76 % entspricht.

Nun dürfte allerdings der angeführte Sonderfall einen Grenzwert darstellen, der in der Praxis nicht gerade häufig in diesem Ausmasse vorkommt und sich voraussichtlich ausgleichen wird. Immerhin zeigt er, dass das System der intermittierenden Registrierung vom messtechnischen Standpunkt aus weniger geeignet ist, als die anderen beschriebenen Systeme. Es zeigt sich dies ausserdem auch dann, wenn elektrische Kleinapparate nur kurzzeitig gebraucht werden. Wir wollen daher noch das Beispiel eines kleinen Schnellkochers untersuchen.

Der Schnellkocher habe eine Leistung von 450 Watt und werde nur während 10 Minuten benützt, was ja vorkommt, wenn der Inhalt nicht zum Sieden gebracht, sondern nur mehr oder weniger stark erhitzt werden soll. Die Zeit seiner Benützung falle in die Zeit des zweitniedrigsten Tarifes, bei welchem 20 Sekunden von 100 registriert wird. Pro Registrierperiode sollen also 20 % von $450 \text{ Watt} \times 100 \text{ Sekunden} = 45000$ Wattsekunden, d. h. 9000 Tarifwattsekunden registriert werden. Bei 10 Minuten, d. h. bei 6 Registrierperioden, macht dies 54000 Tarifwattsekunden aus. Wenn nun der Schnellkocher genau bei Beginn der ersten Registrierperiode eingeschaltet und genau nach Ablauf der sechsten ausgeschaltet wird, so registriert der Zähler durchaus richtig.

Wird er aber nun genau bei Beginn der ersten Registrierperiode eingeschaltet, aber statt 10 Minuten nur 8 Minuten und 40 Sekunden benützt, so fällt seine Ausschaltung mit dem Ablauf der ersten 20 Sekunden in der sechsten Registrierperiode zusammen. Der Zähler zeigt also die gleiche Anzahl Tarifwattsekunden an, nämlich 54000. Tatsächlich sollte er aber nur 20 % von $450 \times 520 = 234000$ Wattsekunden, d. h. 46800 Tarifwattsekunden anzeigen. Es entspricht dies einem Plusfehler von + 13,33 %.

Im niedersten Tarif, bei welchem nur 10 Sekunden auf 100 registriert werden, würde sich unter den gleichen Voraussetzungen ein noch grösserer Fehler ergeben, doch darf angenommen werden, dass gerade während der Zeit des niedersten Tarifes eine derart kurzzeitige Benützung von Kraftapparaten selten ist.

Wie aus vorstehenden Angaben hervorgeht, können die bei Teiltarifzählern auftretenden und durch die Eigenart der intermittierenden Registrierung begründeten zusätzlichen Messfehler, je nach dem Fall, Plusfehler oder Minusfehler sein. Es ist daher die Möglichkeit gegeben, dass sich diese Zusatzfehler in ihrer Wirkung auf die Gesamtregistrierung aufheben können. Sie brauchen sich jedoch nicht immer

vollständig aufzuheben, und diese Tatsache ist zur Beurteilung der Teiltarifzähler in bezug auf ihre messtechnischen Eigenschaften von Bedeutung.

Schlussbetrachtung.

Am Schlusse der vorstehenden Uebersicht über die Mehrfachtarife und Mehrfachtarifzähler sei noch darauf hingewiesen, dass die *Wirtschaftlichkeit* eines Tarifes keineswegs proportional zu der Anzahl der aufgestellten Tarifsätze wächst. Es sei darum der Ansicht Raum gegeben, dass es im allgemeinen vorteilhaft sein wird, diese Anzahl tunlichst schon im Hinblick darauf zu beschränken, dass die Einfachheit der Abrechnung umgekehrt proportional zu der Anzahl der Tarifsätze ist. Dem Minimum von zwei Tarifsätzen dürfte in weitaus den meisten Fällen ein Maximum von drei gegenüberstehen. Tarifmodifikation innerhalb dieser Ansätze durch Minimalgarantien und Staffelpreise bleiben hierbei unbenommen und berühren auch die Frage der verwendeten Tarifapparate nicht.

Die Wirtschaftlichkeit eines bereits eingeführten Tarifes kann andererseits nicht lediglich an Hand der Gesamteinnahmen beurteilt werden. Es ist vielmehr stets notwendig, die Steigerung der Einnahmen bei jedem einzelnen Abonnenten zu betrachten. Und auch hier ist es von Vorteil, feststellen zu können, auf welche Art von Stromverbraucher und auf welche Tarifzeit die Mehr- oder Mindereinnahmen zurückzuführen sind. Es wird sich dann oft herausstellen, dass in ein und demselben Stromversorgungsgebiet, ja sogar im gleichen Abschnitt dieses Gebietes, bei dem einen Abonnenten drei, beim andern nur zwei Preisansätze am Platze sind. Aus diesem Grunde ist es jedoch notwendig, dass das Elektrizitätswerk eine genaue Statistik nicht nur darüber führt, was an Geldeswert von dem einzelnen Abonnenten eingeht, sondern auch darüber, was hierfür vom Abonnenten an elektrischer Energie verbraucht worden ist. *Eine derartig genaue Statistik ist aber nur möglich, wenn der Verbrauch einer jeden Tarifzeit für sich in Kilowattstunden festgestellt werden kann.*

In jeder Installation von nur einigermaßen Bedeutung erscheint daher die Installation von Tarifzählern unerlässlich, welche die Aufstellung der genannten Statistik ermöglichen. Es muss zugegeben werden, dass gerade diese Art von Tarifzählern in Anschaffung und Betrieb höher zu stehen kommt, da sie meist die Verwendung von Schaltuhren bedingt. Diesem höheren Preisbetrag steht aber andererseits die Möglichkeit gegenüber, höhere Zählermiete zu erheben, so dass das Elektrizitätswerk selbst gar nicht so stark daran interessiert ist, einen möglichst billigen Tarifzähler zu verwenden.

Der Abonnent kann aber auch seinerseits die höhere Zählermiete ruhig in Kauf nehmen, wenn er weiss, dass die für ihn in Betracht kommende Tarifart tatsächlich seinen Verhältnissen angepasst wird. Hat er doch dadurch die Annehmlichkeit, gewisse elektrische Apparate in wirtschaftlicher Weise zu verwenden, deren Benützung ohne den entsprechenden Tarif für ihn ausscheiden würde.

Ausserdem handelt es sich hierbei ja nicht um den Totalbetrag der Kosten für Anschaffung und Betrieb eines Tarifapparates, sondern um den Differenzbetrag zwischen einem geeigneten und einem weniger geeigneten. Wo dieser geringfügige Differenzbetrag für die Wahl einer Tarifart eine Rolle spielt, ist die Frage aufzuwerfen, ob die Einführung des Tarifes überhaupt wirtschaftlich sich rechtfertigen kann.

Letzten Endes ist ja auch die Frage der Mehrfachtarife ein Rechenexempel, das umso einfacher und übersichtlicher wird, je weniger Unbekannte darin figurieren. Es ist darum, rein logisch genommen, ein unrichtiger Weg, Tarifapparate zu verwenden, die die Zahl der Unbekannten vergrössern, nur weil sie in Anschaffung und Betrieb etwas billiger erscheinen als Tarifapparate, die eine geordnete Rechnungsführung ermöglichen.
