Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 10 (1919)
Heft: 7

Artikel: Beitrag zur Vereinheitlichung der Betriebsspannungen in der Schweiz
Autor: Schönenberger-Gessler, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057146

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: 22.08.2025

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

Beitrag zur Frage der Vereinheitlichung der Betriebsspannungen.

Von *Fr. Schönenberger-Gessler,* Ingenieur, Oerlikon.

Die Wichtigkeit dieser Frage wird allseitig anerkannt und sowohl Fabrikant als auch Konsument sind in gleicher Weise daran interessiert. Der Konstrukteur wird in erster Linie nach Zweckmässigkeitsgründen urteilen, während für den Betriebsleiter auch noch andere Momente, so namentlich die Betriebsgefahr, in erster Linie massgebend sein werden.

Die Wahl vieler in der Schweiz vorkommenden Betriebsspannungen erklärt sich aus dem früher fast ausschliesslich für Beleuchtungszwecke verwendeten *Gleichstrom.* Die Wahl bestimmend, sind Ende der 70er Jahre die Bogenlampen gewesen, und zwar rechnete man mit 45 Volt pro Bogenlampe und einem Beruhigungswiderstand, der ungefähr 20 Volt beanspruchte. So entstanden die Spannungen von 65 und 110 Volt. Die Anwendung des Dreileitersystems führte dann zu *220 Volt.*

Als Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts das *Drehstromsystem* bekannt wurde, lag es nahe, die gleichen Betriebsspannungen wie sie beim Gleichstrom mit Erfolg angewendet worden waren, zu wählen. Man legte aber damals, im Gegensatz zu spätern Jahren, den Messungen die Schenkelspannung und nicht die verkettete Spannung zu Grunde, also anfänglich 110 Volt. Als man später dazu überging, die höchste im System vorkommende Spannung, die verkettete, anzugeben, resultierte eben die heute vielerorts unverständliche Betriebsspannung von *190 Volt.* Die Vergrösserung und wachsende Ausdehnung der Werke brachte dann ohne weiteres, wie beim Gleichstrom, die Verdoppelung der Spannung, d. h. 220 resp. 380 Volt. Auch die in Kraftnetzen überwiegende Spannung von 500 Volt, lässt sich auf die Betriebsspannung der Strassenbahnen zurückführen, an deren Netze häufig Nebenschlussmotoren mit 500 Volt Spannung angeschlossen waren. Wie man sieht, herrscht bei den Gleichstromanlagen bereits eine gewisse Einheitlichkeit, welche in den mittleren Spannungen von 110, 220 und 440 Volt zum Ausdruck kommt. Es handelt sich um frühzeitig gebaute Anlagen grösserer Städte oder Gemeinwesen für welche der damalige Stand der Elektrotechnik massgebend war, und zwar um relativ wenige Vorkommen mit grösseren Anschlusswerten. Bei neuen Anlagen wird allerdings in den seltensten Fällen die Wahl auf das Gleichstromsystem fallen, da die hierfür früher entscheidend gewesenen Gründe, wie ruhiges Licht, Aufspeicherungsmöglichkeit und daherige Reserve in Störungsfällen bei Verwendung von Akkumulatoren, heute nur noch bedingt gültig sind. Die Normalisierungsbestrebungen können sich deshalb auf die weitaus zahlreicheren Drehstromanlagen beschränken.

Die Frage der Normalisierung der Gebrauchsspannungen, und zwar speziell für Drehstrom, soll nun hier nach folgenden Gesichtspunkten behandelt werden:

1. *Unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Vorkommens einzelner Spannungen.*
2. *Unter Berücksichtigung der Gefährlichkeit der angeschlossenen Apparate im allgemeinen Gebrauch und der einschlägigen Vorschriften.*
3. *Unter Berücksichtigung der Möglichkeit des Ueberganges zu höhern Motorspannungen* bei Trennung der gemeinschaftlichen Verteilungsnetze.
4. *In Hinsicht auf den sukzessiven Uebergang der jetzigen Anlagen zur Normalspannung.*

Zu Punkt 1 bemerke ich, dass vor allem die Normalspannung für Lichtanlagen festgesetzt werden muss und dass die Festlegung einer Normalspannung für Motoren, sofern eine solche überhaupt notwendig ist, sich der ersteren anzupassen hat. Die sehr verdienstvolle statistische Arbeit des Generalsekretariates im Bulletin No. 2, Jahrgang 1919 zeigt, dass für die Beleuchtung und für in der Haushaltung verwendete Wärmeapparate die Spannungsgruppe von 125÷127 Volt am verbreitetsten ist (24% der gesamten Zahl der Anwendungsfälle in „Lichtnetzen" mit 38,5% der angeschlossenen Leistung), als nächst wichtige Gruppe folgen Anlagen mit 140÷145 Volt Spannung mit 13,5% „Häufigkeit" resp. 18,5% „Leistung", während für die Spannung von 120 Volt die entsprechenden Zahlen 15% resp. 13,5% betragen. Von den höhern Lichtspannungen (200÷250 Volt) tritt diejenige von 220 Volt hervor, immerhin nur mit 11,5% resp. 8,5%.

Der Vergleich dieser Zahlen führt zur Berücksichtigung der Spannungen von 125 Volt oder 145 Volt, eventuell auch 220 Volt, für Lichtanschlüsse und kleinere Wärmeapparate.

Der verantwortliche Betriebsleiter wird bei der Spannungswahl *der Gefährdung von Leben und der Betriebssicherheit der Anlagen* (Punkt 2) eine grössere Wichtigkeit beimessen, als der projektierende Ingenieur. Bei den stets in steigerndem Masse Verwendung findenden elektrischen Wärmeapparaten in der Haushaltung, die von Jedermann, selbst von Kindern, bedient und benützt werden können, bedeutet eine höhere Betriebsspannung eine grössere Gefahr und zwar besonders bei ihrer Verwendung in der Küche. Die Kochapparate sind eben meist in nicht ganz trockenen Räumen ohne isolierenden Bodenbelag installiert.

Die Ueberzeugung von der grössern Gefährlichkeit höherer Gebrauchsspannungen spricht auch aus den *bundesrätlichen Vorschriften*, welche für Spannungen über 150 Volt (+ 10% für Ungleichheiten) verschärfte Installationsbedingungen vorsehen. Die zu wählende Normalspannung sollte also diesen Wert als höchste Spannung zwischen einem Leiter und Erde nicht übersteigen. *Von der Anwendung von Lichtspannungen von 200 Volt und darüber ist entschieden abzuraten.* Dies namentlich auch in Hinsicht auf die Hausinstallationen.

Die Trennung von Licht- und Kraftnetzen (Punkt 3) lässt sich nicht restlos durchführen. Es ist dies in manchen Fällen auch nicht notwendig. Bei neuen Anlagen sollte aber die Möglichkeit bestehen, bei der Trennung auch ohne grosse Kosten zu der *höhern* normalisierten Motorspannung überzugehen. Für eigentliche Motornetze kommt heute schon durchwegs eine höhere Spannung zur Anwendung. Aus der Zusammenstellung des Generalsekretariates wären als wichtigste herauszugreifen: 218 ÷ 220 Volt mit 16% der gesamten Zahl Anwendungsfälle in „Kraftnetzen" und 7% Anschlusswert, 250 Volt mit 17,5% „Häufigkeit" resp. 24% „Leistung" für 500 Volt sind die entsprechenden Zahlen 15% resp. 35%. Diesen gegenüber treten die Spannungen 208 ÷ 210 Volt, 350 und 380 Volt zurück.

Wenn auch die Kraftnetze von den Lichtnetzen unabhängig sind und ihre Spannungen nicht notwendigerweise im Zusammenhang sein müssen (wie dies heute schon vielerorts der Fall ist) so sollte doch bei der Vereinheitlichung der Spannungen ein gewisses Verhältnis geschaffen werden, um einerseits die Trennung gemeinschaftlicher Licht- und Kraftnetze, anderseits den Uebergang zu höhern Motorspannungen zu ermöglichen. Die Motorspannung sollte sich deshalb zur einphasigen Lichtspannung verhalten wie $\sqrt{3} : 1$ oder wie $2\sqrt{3} : 1$ oder aber wie $3 : 1$. Ersteres Verhältnis ergibt eine niedere Motor- und eine hohe Lichtspannung und käme deshalb hauptsächlich für gemeinschaftliche Netze in Frage.

Aus den vorstehenden Erwägungen heraus komme ich zu dem Schlusse, dass als wünschenswerte *Spannung für gemeinschaftliche und reine Lichtnetze 250 Volt Drehstrom mit geerdetem Nullpunkt* anzunehmen sei, wobei *grössere Wärmeapparate an 250 Volt (verkettet) Drehstrom, kleinere in der Haushaltung und die Beleuchtung an 145 Volt Wechselstrom* anzuschliessen sind. Die *Motorspannung* ergibt sich dann *für gemeinschaftliche Netze zu 250 Volt für besondere Kraftnetze zu 500 Volt oder eventuell auch zu 440 Volt.*

Um einen spätern Uebergang zum reinen Kraftnetz mit höherer Spannung zu ermöglichen, müssten die Motoren bei 250 Volt entweder in Parallelschaltung, um später auf 500 Volt übergehen zu können, oder in Dreieckschaltung, wobei später auf 440 Volt übergegangen würde, geschaltet sein. Letzteres hätte für die Umschaltung der Motoren den Vorteil der grössern Einfachheit, die resultierende Motorspannung ist aber ungebräuchlich, obwohl sie unter ausländischen Vorschlägen figuriert. Für die Umschaltung der Transformatoren ist aber 500 Volt vorzuziehen, auch weil der Phasenwinkel dabei nicht geändert wird.

Was den allmählichen Uebergang auf die Normalspannung anbetrifft (Punkt 4), ist zu bemerken, dass die normale Schaltung der Transformatoren für die Niederspannung Sternschaltung mit zwei entweder parallel oder in Serie geschalteten Spulen ist. Bei Serienschaltung könnten nach obigem Vorschlag alle drei Spannungen und auch 290 Volt Wechselstrom abgenommen werden. Abweichende Spannungen in bestehenden Anlagen werden in den

meisten Fällen durch entsprechende Anzapfungen erhalten werden, wie dies bereits in vielen Fällen angewendet wurde.

Die der Lichtspannung von 145 Volt zunächstliegenden Spannungen von 120 bis 125 Volt, welche einen grossen Prozentsatz der Vorkommen und Anschlüsse ausmachen, lassen sich ohne zu grosse Kosten mit ersterer vereinigen.

Die Abweichungen in den Angaben der Wechselstromzähler bei der einen oder andern Spannung liegen im allgemeinen innerhalb der gesetzlichen Fehlergrenze, immerhin muss in Hinsicht auf die gesetzlichen Bestimmungen für Zähler eine Nacheichung stattfinden.

Der Vorschlag der Vereinheitlichung, die Spannungen 500, 250, 145 Volt zugrunde zu legen, berücksichtigt bestehende Verhältnisse in weitem Masse und hat den Vorzug grösster Einfachheit neben Briebssicherheit und geringer Gefahr.

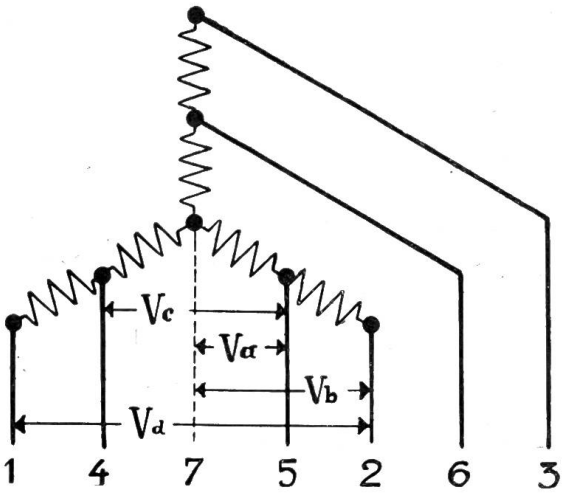
Vorschlag für Einführung von Normal-Betriebsspannungen.

Von *F. A. von Moos,* Ingenieur, Luzern.

Zur Auffindung der zweckmässigsten Betriebsspannungen oder vielmehr der richtigen Spannungsreihe wären vorerst folgende zwei Ueberlegungen zu machen:

1. Welches ist die „mittlere" Spannung im Lichtnetz und welches diejenige im Kraftnetz?
2. Wie lassen sich diese Spannungen am einfachsten zusammensetzen?

Die Tabellen auf Seite 32 und 33 des Bulletins Nr. 2 geben über die Verteilung der einzelnen Spannungen genügend Aufschluss. Wenn auch die Spannung im Lichtnetz grosse Unterschiede aufweist, so zeigt sich doch der weitaus grösste Prozentsatz im Rayon 120 ÷ 140 V gruppiert. Allerdings weist der Spielraum von 200 ÷ 220 V wiederum eine beträchtliche Besetzung durch Anschluss von Licht- und kleineren Wärmeapparaten auf. Das Kraftnetz, welchem vorwiegend Motoren und grössere Wärmeapparate angeschlossen sind, zeigt eine starke Gruppierung zwischen 200 ÷ 250V und von 350 V an eine fast gleichmässige schwache Besetzung bis auf 500 V. Diese letztere Spannung erweist sich als die beliebte Motorenspannung für die Grossindustrie. Beide Netze haben nun die Spannung von 200 ÷ 220 V gemeinsam. Für das Lichtnetz kommen, wie die Statistik zeigt, bei dieser Spannung nur solche Werke in Betracht, welche einen gegenüber der Beleuchtung relativ sehr hohen Anschlusswert an Koch- und Heizapparaten haben und infolgedessen die Lichtspannung möglichst hoch halten. Bei solchen Werken — und es handelt sich hierin fast ausschliesslich um kleinere und mittlere Anlagen — trachtet man darnach, möglichst viele Gebrauchsanwendungen auf eine einheitliche Spannung zu bringen.



Für die zweite Frage, wie die einzelnen Spannungen zusammenzusetzen seien, kommt nun in erster Linie die Anlage eines möglichst einfachen Leitungsnetzes in Betracht. In Frage kommt Dreiphasenwechselstrom und infolge der relativ guten Teilbarkeit der Spannungen die Sternschaltung mit Nulleiter und Halbierung der Phasen, also ein Siebenleitersystem gemäss nebenstehendem Schema.

Für die folgenden zwei Spannungsreihen werden die Phasenspannungen als nur im Lichtnetz verwendbar betrachtet, obwohl sie in vielen Fällen auch im Kraftnetz für grössere Wärmeanlagen zur Anwendung kommen. Somit würde sich also das folgende Resultat in Wirklichkeit verbessern.