Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 10 (1919)

Heft: 4

Artikel: Zur Frage der Vereinheitlichung der Betriebsspannungen in der Schweiz

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061057

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: 25.12.2025

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

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

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

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.

X. Jahrgang
Xe Année

Bulletin No. 4

April
Avril 1919

Zur Frage der Vereinheitlichung der Betriebsspannungen in der Schweiz. III.

Vom Generalsekretariat.[1])

Allgemeines.

Unserer Aufforderung, sich an der allgemeinen Diskussion über die Vereinheitlichung der Gebrauchsspannungen[2]) zu beteiligen, ist bis jetzt verhältnismässig wenig und mehr nur mit Aeusserungen allgemeiner Natur Folge geleistet worden. Wir halten aber eine freie, möglichst umfassende Aussprache aller Beteiligten *vor* der vorgesehenen konferenziellen Behandlung für angezeigt. Die vorgesehenen Verhandlungen werden leichter das Ziel erreichen, wenn sie an Hand bestimmter, wenn auch nur vorläufiger Diskussionsvorschläge geführt werden können, die auf Grund einer gewissen Abklärung über die Bedeutung und das Gewicht der verschiedenen, in Betracht fallenden Gesichtspunkte erst aufzustellen wären. Eine systematische, allmähliche Heranarbeitung an die Lösung dürfte vorteilhafter sein, als einseitige, gewissermassen unvermittelte Vorschläge.

Wir beabsichtigen daher, einzelne *bestimmte Fach- und Interessenkreise* demnächst durch *Fragebogen* zur Aeusserung zu veranlassen je über diejenigen Punkte, welche dem Arbeitsgebiet und den Erfahrungen der beteiligten Kreise am nächsten liegen. Auf einzelne dieser Punkte und auf einiges allgemeines möchten wir im nachstehenden unsere Mitglieder und Leser vorläufig aufmerksam machen. Wenn wir dabei viele Punkte als in Betracht kommend erwähnen, so soll damit keineswegs gesagt sein, dass wir sie alle für wichtig und alle angeführten Gründe für stichhaltig ansehen; unsere Darlegungen möchten damit nur anregen, dass man sich möglichst vollständig über alle Punkte ausspricht, sie wollen gewissermassen zu anderweitiger Betrachtung anreizen.

[1]) Siehe Bulletin 1919, No. 2, Seite 27, und No. 3, Seite 43.

[2]) Siehe Bulletin 1919, No. 3, Seite 31.

Ist ein bestimmter Zusammenhang zwischen Gebrauchs-, Niederspannungs- und Hochspannungs-Normalien notwendig?

Von verschiedenen Seiten wird auf einen Zusammenhang zwischen Normalien für Niederspannungen und denjenigen für die Hochspannungen (Oberspannung der Orts-Transformatoren oder Zwischenspannung, wie auch Fernübertragungs-Höchstspannung) hingewiesen und eine gleichzeitige Regelung in gemeinsamer Spannungsreihe für nötig erachtet. Wir glauben, dass derartige Beziehungen zwischen den Gebrauchsniederspannungen und der Reihe der angewendeten Hochspannungen nicht notwendigerweise hergestellt werden müssen. Ein zahlenmässig einfacher, bestimmter Zusammenhang zwischen den Niederspannungen und den Hochspannungen, wie ihn z. B. Rüdenberg in geistreicher Weise durch Anwendung des Faktors: $\sqrt[4]{10} = \sim \sqrt{3}$ erzielen will, erscheint ja äusserlich sehr elegant und die Idee, dieselben Normalzahlen dadurch in allen Dekaden wieder erscheinen zu lassen, ist formal bestechend, man kann sich die Normalspannungen darnach leicht merken. Allein das scheint uns doch eine Nebensache; auch andere Normalzahlen werden bald geläufig werden, und einen wirklichen inneren Wert vermögen wir für eine solche Regel nicht zu finden. Dagegen könnten derartige formale Regeln zur Annahme von Normalspannungen führen, die in das Bestehende sehr schlecht hineinpassen und damit zu ganz bedeutenden unnützen Ausgaben führen. Auch die früher etwa „der einfachen Umrechnung halber" bevorzugte Regel, einfache runde Zahlen, wie z. B. 10, 20, 40 als Uebersetzungsverhältnis festzuhalten, ist wirtschaftlich unwichtig. (Dagegen haben selbstverständlich *innerhalb* einer Spannungsgruppe [Niederspannung für sich, Hochspannung für sich] wegen des Drehstroms und der Transformatoren die Verhältniszahlen $\sqrt{3}$ und 2 ihre grosse Bedeutung.)

Es kommt weiter hinzu, dass zwischen den gebrauchten Niederspannungen und den *in Zukunft wirklich* praktisch verwendeten Hochspannungen sich zweifellos eine bedeutende Zahlenlücke einstellen wird. Denn einmal wird man aus physiologischen Gründen mit den Spannungen der „Gebrauchsapparate in jedermanns Hand" nicht mehr wesentlich höher gehen als gegenwärtig, und anderseits werden als Oberspannung an den Ortstransformatoren sicherlich in Zukunft die früher etwa üblichen Werte von 2000 oder 3000 Volt etc. ver-verschwinden; meistens wird man auch über die früher viel verwendeten 5000 Volt hinausgehen, da weder die Apparatentechnik noch diejenige der Isolatoren wesentliche Unterschiede macht zwischen diesen Spannungen und den beispielsweise heute verbreiteteren und günstigeren von 8 ÷ 10 000 Volt. Hat früher etwa für städtische Zwischenspannungskabelnetze die Kabeltechnik zur Beschränkung auf einige tausend Volt geführt, so ist auch hierfür dies heute nicht mehr der Fall. Zwischen der im allgemeinen höchsten Gebrauchs-Niederspannung von ca. 500 Volt und der im allgemeinen in Zukunft wohl eher bei 6000 Volt oder höher liegenden Oberspannung werden gewiss selten mehr zwischenliegende Spannungswerte verwendet werden, abgesehen vielleicht von den Fällen von Gleichstrombahnen, die hier nicht in Betracht kommen, oder vereinzelt für Wechselstrombahnen. Dem Gedanken der Normalisierung und den passenden Netzspannungen folgend, wird darnach auch die Technik der grösseren Wechselstrom*motoren* sich zweifellos einerseits an die Spannungen von 500 Volt oder weniger, anderseits an solche von eher mindestens 6000 Volt anpassen, unter Auslassung zwischenliegender Werte. Wir halten es daher praktisch nicht für notwendig, das Intervall zwischen den wirklich angewendeten Niederspannungen und den Hochspannungen durch ein bestimmtes, zahlenmässiges „System" zu überbrücken.

Alles dies zeigt, dass man die Wahl passender *Nieder*spannungs-Normalien sehr wohl für sich durchführen kann, ohne die Frage der normalen *Hoch*spannungen anzuschneiden. Deshalb schlagen wir vor, zur Vereinfachung zunächst einmal die dringlichere *erste* Frage zu lösen. Man verstehe uns dabei nicht falsch: Selbstverständlich müssen nachher ebenfalls Hochspannungs-Normalspannungen (möglichst wenige) festgesetzt werden, die wieder *unter sich* in bestimmtem Zusammenhang stehen müssen, damit man auf wenige normale Transformatorentypen kommt. Aber die Zahlenreihe der Niederspannungen kann zunächst unabhängig von derjenigen der Hochspannungen bestimmt werden.

Zusammenhang mit dem Bestehenden und Forderungen der Zukunft.

In unserem ersten Aufsatz hoben wir hervor, dass bei der Normalisierung *auf das Bestehende Rücksicht* genommen werden müsse [1]). Dies könnte leicht missverstanden werden, und wir haben, im Gefühle uns dort nicht vollständig genug ausgedrückt zu haben, eigentlich Widerspruch dagegen erwartet. Wir möchten daher heute präzisieren: Bei der Normalisierung muss auf das mehrheitlich Bestehende wegen der Kapitalinvestition insofern Rücksicht genommen werden, dass für den Fall, dass *andere* oder bisher *wenig verwendete* Spannungen als neue Norm bestimmt werden wollten, dies nur so geschehen sollte, dass der Uebergang zum Neuen für das mehrheitlich Bestehende praktisch ausführbar, nicht allzu teuer, wirtschaftlich wird. Es sollte also ein bestimmter Zusammenhang zwischen allfälligen neuen Normalspannungen und wenigstens den *verbreitetsten* der jetzt bestehenden so hergestellt werden, dass die Motoren, Apparate und Transformatoren möglichst weiter verwendet werden können. Dagegen darf die Rücksicht auf das Bestehende *nicht dazu führen,* sich derart an dieses anzuklammern, dass man unbedingt nur schon Bestehendes beibehalten und als allgemeine Norm einführen will. Denn dadurch könnte der günstigste Ausbau für die Zukunft verunmöglicht oder stark erschwert werden. Wenn also andere als die bisher meist verwendeten Spannungen sich als günstiger für zukünftigen Ausbau erweisen, so soll man vor deren Einführung nicht grundsätzlich zurückschrecken.

Die Verhältnisse liegen nun tatsächlich so, dass heute ein bedeutender Teil des Anschlusses mit Spannungen bedient wird, die teilweise schon den gegenwärtigen Verhältnissen nicht mehr entsprechen, noch weniger aber den zukünftigen genügen würden.

Die Höhe der angewendeten Niederspannungen ist nicht nur nach Möglichkeit des Fortschrittes der Technik, sondern besonders entsprechend dem *Bedürfnis* wirtschaftlicher Verteilung auf grössere Distanzen und in grösseren Leistungen, fortwährend *gestiegen.* Die Verbilligung der Leitungsanlagen und damit der ganzen Verteilung war dazu die Triebfeder. Heute sind es die Elektrizitätswerke und unter diesen zunächst besonders die Ueberlandwerke, welche ganz besonders auf Erhöhung der Gebrauchs-Niederspannung hinzielen. Denn sie sehen sich vor der Notwendigkeit, verhältnismässig kleine, weit auseinanderliegende Konsumorte (Weiler, einzelne Höfe) wirtschaftlich, d. h. wo irgendmöglich ohne zu der für diese Fälle zu teuren Hochspannungseinrichtung mit Transformation greifen zu müssen, zu speisen. Mit Rücksicht auf derartige, bei uns sehr verbreitete Verhältnisse, müssen heute Gebrauchsspannungen von z. B. 100 ÷ 110 Volt wie sie z. B. der Aufsatz der Ateliers de Sécheron [2]) noch als normal ins Auge fasst, als solche ausser Betracht fallen. Diese Spannungen kommen freilich auch nur noch wenig vor (za. 7% des Anschlusses). Dagegen haben allerdings die ebenfalls noch relativ niedrigen Spannungen von 120 ÷ 125 Volt gerade die grösste Verbreitung (za. *25%* des Anschlusses). Dennoch muss mit Rücksicht auf die vorgenannten Verhältnisse der Ueberlandwerke diese Spannung als wohl zu niedrig für ein zukünftiges Normal erscheinen; sie wäre wohl zum mindesten zu ersetzen durch diejenige von za. 145 Volt, welche die nächstverbreitete ist (vom ganzen Anschluss 8,5%, vom Lichtanschluss aber zirka halb so viel wie die vorgenannte Spannung). Ja, angesichts des Umstandes, dass einzelne Ueberlandwerke auch diese Spannung noch als zu gering befanden, um die Verteilung, z. B. in landwirtschaftlichen Gegenden, rentabel durchzuführen und sich deshalb auf 220 Volt als Phasenspannung (d. h. za. 380 Volt verkettet) und zum Teil noch mehr einrichteten, muss man ernstlich prüfen, ob nicht allgemein *diese* Spannung als Zukunfts-Normal vorzusehen sei.

Es sind aber nicht nur die bei sehr zerstreuter Energieabgabe eintretenden Verhältnisse, welche zu möglichster Erhöhung der Gebrauchsspannung führen; es bestehen dafür noch andere Gründe: Heute gewinnt die Stromabgabe für *Kochen,* wie auch für die Heizung immer grössere Bedeutung. Schon gibt es Ortsnetze von Ueberlandwerken und auch städtische Netze, die ihre Maximalleistung nicht mehr zur Abendlichtzeit aufweisen, sondern vormittags gegen 12 Uhr durch den Kochstrom. Zweifellos wird diese Erscheinung sich weiter ausbreiten. Nun ist die Glühlampe, trotz ihrer gewaltigen Verbesserung, immer noch

[1]) Bulletin 1919, No. 2, Seite 29 oben.

[2]) Bulletin 1919, No. 3, Seite 45.

ein Apparat sehr schlechten Wirkungsgrades, die elektrische Beleuchtung hat also Aussicht, in ihren erforderlichen Leistungen und Stromstärken für bestimmte verlangte Lichtstärken noch wesentlich weiter zurückzugehen; tatsächlich fehlt es ja nicht an ständigen Fortschritten in der Richtung der Erfindung neuer elektrischer Beleuchtungsarten mit geringerem Stromverbrauch. Der „Lichtstrom" wird also an Bedeutung für die Maximalbeanspruchung der Leitungen zurückgehen, zum Unterschied vom Strom für Kochen und Heizen; bei diesem wird relativer Rückgang nicht eintreten, da einerseits der Wirkungsgrad beim Kochen bereits sehr hoch und beim Heizen grundsätzlich = 1 ist, anderseits die zu erwartende Mehrabgabe für diese Zwecke zu gewaltiger Steigerung der durch die Leitungen zu transportierenden Effekte führen wird. Diese Zukunftsgestaltung trägt daher ebenfalls dazu bei, dass, vom Standpunkt wirtschaftlicher Verteilung aus betrachtet, als Zukunfts-Normalspannung zweifellos ein Wert vorgezogen werden muss, der *so hoch liegt als die übrigen Umstände es zulassen.*

Möglichkeiten und Hindernisse für höhere Ansetzung der Gebrauchs-Niederspannungen.

Für die Zukunfts-Normalspannung wird also auf der einen Seite die Tendenz einer Steigerung über das gegenwärtig übliche Mass hinaus bestehen. Bis zu welchem Grad anderseits diese Steigerung zulässig oder vorteilhaft ist, wird bestimmt sein durch das, *was gegen Erhöhung spricht.*

Früher waren es die Eigenschaften der *Glühlampen,* welche die Spannung niedrig hielten. Heute lassen diese höhere Spannungen zu. Wenn auch kleinwattige Lampen nur für die niedrigeren der jetzt gebräuchlichen Spannungen angefertigt werden, so ist doch zu sagen, dass diese Lampen kleiner Lichtstärke immer mehr an Bedeutung verlieren und die Forschritte der Fabrikation auch der gewöhnlichen Lampen derart sind, dass die Lampen bald keinen wesentlichen Grund mehr bilden werden gegen den *allgemeinen* Uebergang auf die höchsten *heute schon* dafür verwendeten Spannungen. Auch die Konstruktion der *Motoren,* selbst der sehr kleinen für den Haushalt, bildet wohl kein *wesentliches* Hindernis mehr für das erwähnte Mass der Spannungssteigerung, für die grösseren Industriemotoren müssen gegenteils die höheren der bisher verwendeten Spannungen gewünscht werden.

In manchen Kreisen besteht Besorgnis wegen der *Hausinstallationsleitungen.* Es unterliegt keinem Zweifel, dass es viele ältere solche gibt, die beispielsweise für Beschickung mit Spannungen von 220 ÷ 380 Volt Bedenken erregen müssen. Bei den Installationen moderner Ausführung ist dagegen zu Bedenken wohl geringerer Grund; die Ausführung ist im allgemeinen ohnehin derart, dass ebensowohl wie etwa 100 bis 150, auch 250 bis 400 Volt angewendet werden könnten, unter Vorbehalt einzelner besonderer Massnahmen, die mehr den physiologischen Schutz betreffen. Es bestehen allerdings auch grössere, ältere Stadtnetze, deren Hausinstallationen bei Uebergang auf so grosse Spannungen geändert bezw. neu gebaut werden müssten. Das wird von Fall zu Fall zu entscheiden sein. Aber diese Fälle bilden wohl nicht mehr einen so *wesentlichen* Teil des *Gesamt*anschlusses der Schweiz, dass durch sie die Einführung einer höheren Normal-Spannung verhindert werden dürfte, um so mehr als ja das Verbleiben einzelner grösserer Netze bei der alten Spannung dadurch nicht ausgeschlossen ist. Eine ganze Anzahl von Werken haben seit Jahren die Phasenspannung von 220 (zum Teil 250) Volt, dazu im allgemeinen 380 Volt verkettet in Verwendung, ohne dass von wesentlichen Nachteilen berichtet würde. Diese Werke sollten ihre Erfahrungen darüber kundgeben.

Die Untersuchung der Frage der *Erhöhung der physiologischen Gefährdung* durch diese höheren Nieder-Spannungen darf dabei nicht vernachlässigt werden. Es hat sich aber doch immerhin herausgestellt, dass den Spannungswerten dabei nicht diejenige Bedeutung zukommt, die man ihnen früher nachsagte, bezw. dass Spannungsgrenzen, bei denen man auch Grenzen bezw. wesentliche Aenderungen der physiologischen Wirkungen vermutete, eher anderswo liegen als man früher annahm. Es dürften deshalb auch unsere, durch die jetzigen Vorschriften für gewisse Ausführungen bestimmten Spannungsgrenzen (von 150 und von 500 Volt) kein unabänderlicher Glaubenssatz sein. Immerhin wird man nach den seitherigen Erfahrungen für die Apparate, die in jedermanns Hand kommen, kaum wesentlich höhere Spannungen als jetzt zulassen können, dagegen vielleicht den *Unterschieden inner-*

halb dieser „Hausinstallationsspannungen" geringeren Wert beimessen und dafür eher die Vorschriften im Sinne einer Verbesserung der Anlagen überhaupt und einer allgemeineren Durchführung gewisser Schutzmassnahmen (z. B. Glühlampenschutzringe oder dgl.) weiterbilden. Ueber diese physiologische Seite ist Abklärung und Meinungsäusserung von denjenigen Stellen, welche über die Unfallerfahrung verfügen, dringend erwünscht.

Gewisse *technische Schwierigkeiten* für die allgemeine Verwendung der höheren bis jetzt gebräuchlichen Niederspannungen liegen augenscheinlich vor bei den *Koch*apparaten. Sie sind wohl auch zu überwinden, aber hier vielleicht auch in Zukunft am schwierigsten. Da muss durch die Spezial-Fachkreise die Frage besonders sorgfältig abgewogen werden: Wo liegt die obere Grenze der Spannung für solide, reparatursichere und nicht allzusehr verteuerte Kochapparate, auch Bügeleisen und dgl. [1]). Für Heizapparate, die meist auch von grösserer Leistung sind, dürften die Schwierigkeiten geringer sein.

Auf alle Fälle ist zu konstatieren, dass ganz erhebliche Leistungen und eine grosse Zahl von Hausinstallationen heute beispielsweise schon mit 220/380 Volt betrieben werden und dass die heutigen Fabrik- und Gewerbemotoren zum weitaus überwiegenden Teil und mit sehr grossen Gesamtleistungen (za. *200,000 kW)* an 500 Volt angeschlossen sind, was beweist, dass man Mittel und Wege gefunden hat, diese Spannungen im allgemeinen unschädlich zu gestalten. Damit wollen wir noch nicht eine Zahl für die zukünftige Normalspannung nennen, aber sicher geht daraus hervor, dass es nicht nötig ist, sich unbedingt auf Phasenspannungen von 125 oder gar 100 bis 110 Volt zu beschränken.

Sorgfältige Erwägung der Bedeutung, des Gewichtes aller genannten Punkte, welche die Erhöhung der Gebrauchsspannungen beschränken, wird nötig sein und dazu führen, sich mit gutem Gewissen über die Höhe der neuen Normalspannung schlüssig zu machen.

Die Schwierigkeiten, die unmittelbar aus dem Uebergang auf höhere Spannungen hervorgehen.

Es ist zu beachten, dass die Einführung einer Normalspannung, die höher ist als die heute in einem bestimmten Netz vorhandene, nicht unbedingt zu Aenderungen aller Teile dieses Netzes und seiner Anschlüsse führen muss. Spannungskombinationen durch die Transformatoren ermöglichen in manchen Fällen, dies zu vermeiden. Dagegen werden solche Aenderungen schliesslich, wenn auch vielleicht erst nach längerer Zeit, dort unvermeidlich sein, wo eine relativ wenig verwendete und daher dem neuen System nicht angepasste Spannung später beseitigt werden muss. Vorkommen werden Aenderungen ganzer Netze auf neue Spannung bei der Normalisierung allerdings auch dann, wenn zur Erzielung von Mehrleistungen vorhandene Netze relativ niedriger Spannungen für höhere umgewandelt werden wollen. Solche Umbauten sind gerade in gegenwärtiger Kriegszeit wegen des raschen Anwachsens der Belastung mehrfach erwogen und ausgeführt worden und haben sich meistens als wirtschaftlich herausgestellt. Ueberblicken wir die dabei notwendigen Aenderungen und ihre Bedeutung:

Die *Auswechslung der Lampen* ist nicht von grosser Tragweite. Einmal sind die Kosten an sich nicht sehr gross, und ausserdem können die Lampen meistens noch an anderen Orten, wo noch alte Spannung ist, allmälich aufgebraucht werden. Am meisten ins Gewicht fällt die *Auswechslung von Motoren* und diejenige aller *Wärmeapparate.* Diese Kosten sind bedeutend und bei der Bestimmung neuer Normalspannungen muss daher besonders auf Kombinationen geachtet werden, welche die Wiederverwendung der Motoren und Wärmeapparate gestattet. Die Auswechslung der *Zähler* ist durch Wicklungsänderung möglich, ihre Kosten sind nicht unerheblich, aber doch nicht ausschlaggebend. Von grosser Bedeutung ist, dass die *Freileitungen* im allgemeinen für alle Niederspannungen mit einem Einheitsmaterial gebaut sind, das (zum allermindesten in den Isolatoren) die unmitelbare Verwendung auch für die höchsten hier in Frage kommenden Spannungen gestattet. Dagegen ist es selbstverständlich für städtische *Kabelnetze* eine schwerwiegende Frage, ob und wie bei Spannungsänderungen die Kabel wieder verwendbar sind, welche Steigerung in der Spannungsbeanspruchung ältere und neuere Niederspannungskabel etwa wirklich schadlos

[1]) Siehe darüber die uns seit Niederschrift zugegangene Aeusserung im Aufsatz *Knecht,* Seite 79 dieser Nummer.

ertragen. Ueber diese Fragen werden eingehende Aeusserungen von Kabelsachverständigen aufklärend wirken. Es lässt sich auch hier mehr durchführen als im allgemeinen geglaubt wird, wenn es auch Fälle geben wird, wo man um der Kabel willen bei alten Spannungen bleiben muss. Die *Transformatoren*, soweit sie nicht zufolge geeigneter Kombination bei allfälligen neuen Spannungen ohne weiteres verwendbar sind, ergeben allerdings, wenn Umwicklung erforderlich, dafür erhebliche Kosten, die sich aber wiederum in manchen Fällen durch die Vorteile des Umbaues bezahlt machen. Die Apparatur der Transformatorenstationen wird meistens ohne weiteres auch eine höhere Niederspannung aushalten.

Wünschbarkeit und Möglichkeit des Einheitsnetzes für Licht und Kraft.

In vielen Werken bestehen, namentlich dort, wo bedeutende Motorenstromabgabe stattfindet, zwei getrennte Verteilungsnetze in den einzelnen Orten: Eines für „Licht" (und anderen Kleinbedarf) und ein zweites für „Kraft", d. h. (Gross-) Motoren und andere Grossabgaben, wobei das letztere Netz in den allermeisten Fällen mit 500 Volt betrieben wird. Diese Trennung findet sich aus Gründen der Vermeidung der Beeinflussung auch sonst noch ziemlich häufig. Für kleinere Orte, wie auch in grösseren in denen keine bedeutenden Motorenanschlüsse sich finden, wird dagegen meist ein Einheitsnetz für Licht und Motoren gemeinsam betrieben und dieses System in vielen Werken überhaupt grundsätzlich bevorzugt und allein angewendet. Um niedrige Spannung für die Lampen und Kleinapparate, grössere für die Motoren und Grossapparate zur Verfügung zu haben, wird dabei meistens die Phasenspannung des Drehstroms für das erstere, die verkettete für das zweite benützt. Zweifellos ist die grössere Einfachheit und Billigkeit eines solchen einheitlichen Verteilungsnetzes gegenüber zweien, besonders auch wegen der vereinfachten Transformatorenanlage, ein Vorzug. Für kleinere Orte wird denn auch diese einfachere Anlage fast allein wirtschaftlich sein und dieses Einheitsnetz daher dort angestrebt. Aber auch für Stadtnetze mit Kabeln ist, besonders wegen der letzteren, diese Vereinfachung wünschbar. Insbesondere ergibt das Einheitsnetz wegen der zeitlichen Verschiebung der Maximalbeanspruchungen für Licht und Kraft im allgemeinen eine wesentlich bessere Ausnützung des Kupfers als zwei getrennte Netze. Die Nachteile der gegenseitigen Beunruhigung spielen heute keine grosse Rolle mehr, jedenfalls dürfen sie mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit nicht zu hoch eingeschätzt werden. Die Tendenz geht aus allen diesen Gründen daher heute auf das *Einheitsnetz.*

Wenn daher eine *neue Spannungsnormierung* getroffen wird, so sollte sie wenn möglich so sein, dass im allgemeinen unter allen Verhältnissen mit einem *Einheitsnetz* derart auszukommen ist, dass die *verkettete Spannung für Motoren* und andere Grossabgabe dient und für sie günstig ist, während die *Phasenspannung* in der Hauptsache für die *Lampen* gebraucht wird.

Möglichkeiten und Vorschläge für Normalspannungen, die dem Bestehenden wie der Zukunft Rechnung tragen.

Für das Zukunftsnormal haben wir nur mit dem *Drehstrom* zu rechnen. Für diesen bietet der Transformator, als ein hauptsächlich von der Normalisierung betroffener und diese z. T. bestimmender Teil, glücklicherweise zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten der Spannung:

An demselben Transformator sind in Sternschaltung gleichzeitig zwei Spannungen im Verhältnis $1 : \sqrt{3}$ zu entnehmen;

Transformatoren mit denselben Wicklungen sind je nach Dreieckschaltung oder Sternschaltung für zwei Spannungen im Verhältnis $1 : \sqrt{3}$ herstellbar;

6 gleiche Halbspulen liefern je nach Dreiecks-Reihen- und Parallel- oder Zickzack-Schaltung Transformatoren dreier verschiedener Spannungen im Verhältnis 1 : 2 : 3;

weiter die Anzapfung nach dem Dreileitersystem bei jedem Transformator gleichzeitig zwei Spannungen im Verhältnis 1 : 2. (Diese Lösung gibt allerdings Komplikationen der Leitungen, die meist unangenehm sind, ebenso die Verhältnisse bei ungleicher Belastung der beiden Hälften.)

Diese Möglichkeiten gestatten selbst einem ziemlich grossen Bereich von Spannungen, wie ihn unsere „Schweizer Musterkarte" aufweist, mit wenigen Transformatorentypen bezw. -Wicklungen gleichzeitig Genüge zu leisten, sei es für eine Uebergangszeit oder dauernd.

Nach dem weiter oben angeführten wäre als Norm für das Zukunfts-Einheitsnetz eine verkettete Spannung von möglichst gegen 500 Volt, also eine Phasenspannung von gegen 290 Volt anzustreben. Die letztere Spannung muss aber wohl auch heute aus den angegebenen, gegen hohe Spannung sprechenden Gründen als all zu hoch taxiert werden. Statt ihr kommen die nächstliegenden, praktisch bereits verwendeten Spannungen in Betracht, d. h. 220 oder allenfalls 250 Volt, oder wenn jene Gründe das erstere auch noch als zu unsicher erscheinen lassen sollten (z. B. wegen der Kochapparate), mindestens die 145 Volt.

Je nach dem Ergebnis der Ueberlegungen über die, mit Rücksicht auf die anzuschliessenden Apparate als sicher zulässige höchste Spannung würde man also

entweder auf ein System 250/440 Volt (I)
oder ein System 220/380 Volt (II)
oder allenfalls ein System 145/250 Volt (III)

kommen, mit den jeweilen möglichen, weiter oben erwähnten Kombinationen.

Die verketteten Spannungen bei System I und II liegen nun wenig unterhalb dem heute für die Industriemotoren gebräuchlichen 500 Volt-Wert, so dass der Gedanke naheliegt, diese Spannung in der Zukunft allgemein für diese Motoren zu akzeptieren an Stelle der bisherigen 500 Volt, die der Regel nach angewendet wurden.

Alle drei Ausgangspunkte, von 250, von 220 wie von 145 Volt Phasenspannung führen zu Systemen von Transformatoren und Leitungen, welche sich für Uebergangsgebrauch oder auch für bleibend je einer Mehrzahl der bisher hauptsächlich verwendeten Spannungen gut anschmiegen. Sowohl nach oben für Weiterbenützung von Motoren mit 500 Volt, wie auch nach unten für die Herstellung der bisher meist verbreiteten Spannung von za. 120 ÷ 125 Volt als Uebergang oder bleibend zeigen sich Schaltungskombinationen für Benützung der gleichen Transformatoren, die auch als neue „normale" Verwendung fänden.

Die nähere Ausführung dieser „*Normalspannungssysteme*" führt (neben anderen, weniger passend erscheinenden Möglichkeiten) besonders zu folgenden Lösungen [1]):

Transformator:	***Spannungen und Schaltung:***	***für Anschluss von:***
	System I: 250/440 *V normal.*	
a) Lösung mit 6 Halbspulen für je 125 V:		
Normal:		
Je 2 Spulen in Reihe,	**250** V am Nulleiter	Lampen
3 Schenkel in Stern,		
Nulleiter (primär Dreieckschaltung)	**440** V verkettet	Motoren
1. Ausnahmsschaltung . . . . . für:		
Zickzack,	220 V am Nulleiter	Lampen
Nulleiter,	380 V verkettet	Motoren
2. Ausnahmsschaltung . . . . . für:		
Je 2 Spulen parallel,	125 V am Nulleiter	Lampen
3 Schenkel in Stern,		
Nulleiter (primär Dreieck)	220 V verkettet	Motoren
b) Lösung mit 6 Halbspulen für je 145 V:		
Normal:		
Zickzack,	**250** V am Nulleiter	Lampen
Nulleiter,	**440** V verkettet	Motoren
1. Ausnahmsschaltung . . . . . für:		
je 2 Spulen parallel,	145 V am Nulleiter	Lampen
3 Schenkel in Stern,		
Nulleiter (primär Dreieck)	250 V verkettet	Motoren
2. Ausnahmsschaltung . . . . . für:		
Je 2 Spulen in Reihe,	290 V am Nulleiter	Lampen
3 Schenkel in Stern,		
Nulleiter (primär Dreieck)	500 V verkettet	Motoren

[1]) Der vorliegende Artikel war entworfen, als uns der nachfolgende Aufsatz des Herrn Germiquet zukam, der auf ähnliche Schlüsse kommt.

System II: 220/380 *V normal.*

a) Lösung mit 6 Halbspulen für 110 V:

Normal:

Je 2 Spulen in Reihe, 3 Schenkel in Stern, Nulleiter (primär Dreieck)	**220** V am Nulleiter **380** V verkettet	Lampen Motoren

Ausnahmsschaltung . . . . . für:

Je 2 Spulen parallel, 3 Schenkel in Stern, Nulleiter (primär Dreieck)	110 V am Nulleiter 190 V verkettet	Lampen Motoren

b) Lösung mit 6 Halbspulen für 125 V:

Normal:

Zickzack, Nulleiter	**220** V am Nulleiter **380** V verkettet	Lampen Motoren

Ausnahmsschaltung . . . . . für:

Je 2 Spulen parallel, 3 Schenkel in Stern, Nulleiter (primär Dreieck)	125 V am Nulleiter 220 V verkettet	Lampen Motoren

System III: 145/250 *V normal.*

Lösung mit 6 Halbspulen für 72 V:

Normal:

Je 2 Spulen in Reihe, 3 Schenkel in Stern, Nulleiter (primär Dreieck)	**145** V im Nulleiter **250** V verkettet	Lampen Motoren

Ausnahmsschaltung . . . . . für:

Zickzack, Nulleiter	125 V am Nulleiter 220 V verkettet	Lampen Motoren

In den vorstehenden Aufstellungen sind die

genauen Spannungen: 108 : 187 : 217 : 324 : 375 V ersetzt durch die gebräuchlichen
approximativen Zahlen: 110 : 190 : 220 : 330 : 380 V,

ebenso: 72 : 125 : 144 : 217 : 250
durch: 72 : 125 : 145 : 220 : 250 V,

und endlich: 125 : 217 : 250 : 375 : 434
durch: 125 : 220 : 250 : 380 : 440 V;

ferner sind angeschlossene kleinere einphasige Stromverbraucher kurzweg als „Lampen", grössere dreiphasig angeschlossene als „Motoren" bezeichnet.

Es wird nun zu erwägen sein, *welches der drei Systeme vorzuziehen* ist mit Rücksicht auf die bei den Stromverbrauchsapparaten noch mit Sicherheit zulässigen höchsten Spannungen, und weiter zu untersuchen, welchem der Vorschläge man im Hinblick auf die Transformatoren selbst den Vorzug geben will. *Wir stellen dazu diese Vorschläge zur Diskussion!*

Communiqué sur l'unification des basses tensions.

Par *H. Germiquet,* Inspecteur, Berne.

La guerre a montré que l'électricité aura a remplir en Suisse un rôle plus grand que par le passé.

Nos usines électriques ont sur toute l'étendue de leurs réseaux et non seulement dans les villes et villages mais dans toutes les maisons isolées, à fournir presque exclusivement l'éclairage et la force motrice. En outre la cuisine électrique commence à se vulgariser et l'on exigera dorénavant de l'électricité de remplacer toujours plus les combustibles devenus trop chers et trop rares.

En résolvant le problème de l'unification des tensions de consommation il ne faut donc pas trop regarder en arrière mais aller au devant des exigences de l'avenir.

L'énergie qu'exige la cuisson étant beaucoup plus grande que celle que demande l'éclairage, certaines usines électriques ont préconisé l'emploi de deux réseaux distincts pour la lumière et la force. Cette solution n'est assurément pas juste au point de vue économique car les courbes de consommation de la lumière, de la force motrice et de la cuisson n'ayant pas leurs maximas nécessairement aux mêmes heures il s'en suit que le cuivre lorsqu'il y a deux réseaux n'est pas employé d'une manière rationnelle. A mon avis l'avenir appartient aux systèmes de distribution permettant d'alimenter simultanément les installations de lumière, les moteurs et les appareils thermiques. Ces systèmes doivent avoir, par conséquent, des tensions de distribution aussi hautes que possible tout en restant dans des limites pas trop dangereuses surtout pour ce qui est de la tension maximale possible entre les conducteurs et la terre.

Les réseaux établis autrefois pour la lumière seule, tels que les monophasés 1×125 Volts ou les triphasés en triangle 3×125 Volts étant absolument insuffisants pour la cuisson, seront considérés dorénavant comme des systèmes surannés. D'autre part les distributions triphasées 500 Volts sans neutre à la terre ne pouvant guère être employées directement pour la cuisson ne pourront pas être un système d'avenir.

Comme il faut tenir compte autant que possible des tensions les plus répandues jusqu'ici il me semble que les systèmes suivants répondront le mieux aux besoins futurs:

1. triphasé triangle 3×250 Volts, chaque enroulement partagé en 2×125 Volts;
2. triphasé étoile $3 \times 250/440$ Volts et chaque phase partagée en 2×125 Volts.

En reliant dans le seconde système le neutre à la terre l'on a dans ce cas, bien que la tension combinée soit de 440 Volts, une tension maximale de *250 Volts* entre un conducteur quelconque et la terre.

Ces systèmes ont l'avantage de tenir compte surtout de la tension la plus répandue jusqu'ici pour la lumière (125 Volts). Ils permettront en outre de brancher plus tard les lampes, lorsque leur qualité sera meilleure, directement sur 250 Volts et d'éliminer les conducteurs médians sans cependant augmenter les dangers, la tension maximale entre les conducteurs et la terre restant la même.

La tension de 250 Volts est également très avantageuse pour les appareils thermiques et est aussi une des plus répandues.

Un autre grand avantage des systèmes avec phases partagées en deux ponts est de ne nécessiter chez les abonnés de lumière et cuisson que des compteurs *monophasés* même lorsque le courant pour ces deux emplois (lumière 125 et cuisson 250 Volts) doit être enrégistré sur un seul compteur (compteur à double tarif avec horloge, compteur à deux prix, compteur ordinaire avec tarif mixte: Gebührentarif).

Après un simple changement de connexions les moteurs et transformateurs bobinés pour ces systèmes pourraient être employés également, pendant la période de transition, dans les anciens réseaux:

1. en triangle 3×125 Volts
2. en étoile $3 \times 125/220$ Volts

} pour chaque phase deux enroulements en parallèle

et les transformateurs encore dans les réseaux

3. en étoile 3×380 Volts (couplage en zigzags)

Pour les réseaux de 500 Volts sans neutre qui seraient destinés à être transformés en réseaux de $3 \times 250/440$ Volts il ne faudrait employer dorénavant que des transformateurs et moteurs en triangle avec trois enroulements de 2×250 Volts $=$ 500 Volts, ce qui permettrait de transformer plus tard ces appareils pour 250 ou 440 Volts en couplant les deux parties de chaque enroulement en parallèle.

Die günstige Einheitsspannung im Hinblick auf den Anschluss von elektro-thermischen Apparaten für den Haushalt.

Von *H. Knecht,* Ing., Schwanden.

Die Frage der Normalisierung von Spannungen, vom Gesichtspunkte der Thermo-Elektrotechnik aus, berührt wohl fast ausschliesslich den Niederspannungsteil der Kraft-

verteilungsanlagen, soweit dies für die elektrische Heizung für Küche und Haushalt in Betracht kommt.

Ist man zur Verhütung von Unfällen geneigt, eine relativ niedere Spannung für nichtstationäre Apparate, wie sie heute fast in keinem Haushalte mehr fehlen, zu wählen, so hat man bei der Umsetzung von elektrischer Energie in Wärme sehr bald mit Anschlusswerten zu rechnen, die in den bescheidensten 0,5 ÷ 0,7 kW, in den meisten Fällen aber 1 kW bedeutend überschreiten.

In der Schweiz hat sich die elektrische Küche, begünstigt durch den herrschenden Kohlenmangel, ein Feld erobert, das sie sicher auch zu behaupten imstande ist. Es gibt heute Tausende und Tausende von Häusern, wo mit Ausnahme für die Raumheizung, weder Gas noch Kohle und Holz verbraucht werden. Für diese Fälle wird das Minimum des Anschlusswertes von 1,5 ÷ 2 kW betragen. Anschlusswerte von 3 ÷ 5 kW gehören aber zu den normalen.

Dies sind immerhin Grössen, wo man mit den Leitungsquerschnitten rechnen muss und daher gerne eine möglichst hohe Spannung zur Anwendung bringen möchte.

Die Maximalspannung, welche für thermo-elektrische Apparate zur Verwendung kommen kann, ist durch konstruktive Möglichkeiten, welche in der Dimensionierung der Widerstandsdrähte zu suchen sind, einerseits und durch die praktisch erreichbare Güte des Isolationswiderstandes im erhitzten Zustande der Apparate zwischen Heizwiderstand und Masse anderseits begrenzt.

Die Erfahrung lehrt nun, dass vollkommen betriebssichere Heiz- und Kochapparate, welche ungefähr für diese Maximalspannung gebaut sind, infolge der geringen Stromstärke, die sie aufnehmen, viel kleineren Beanspruchungen in bezug auf die Kontaktteile ausgesetzt sind, als solche Apparate, die an verhältnismässig niedrige Spannungen angeschlossen sind.

In nordischen Ländern, wo das elektrische Heizen und Kochen ungemein verbreitet ist, dürfte die Spannung 220 Volt Drehstrom verkettet die meistverbreitete sein. Diese Spannung hat sich dort sehr gut bewährt. Die entsprechende Nullspannung von 127 Volt muss indessen schon als etwas niedrig bezeichnet werden, da es oft vorkommt, dass kleinere Stromverbraucher (wie Kocher und Bügeleisen usw.) an das Lichtnetz angeschlossen werden.

Vorteilhafter und mit absoluter Sicherheit könnte die Spannung 250 Volt Drehstrom verkettet für stationäre Heiz- und Kochapparate, das heisst für solche, welche mit Erdung versehen sind, angewendet werden. Die entsprechende Nullspannung von 145 Volt würde in erhöhtem Masse gestatten, dass kleine Stromverbraucher, wie Kocher und Bügeleisen etc., an das Lichtnetz angeschlossen werden könnten, ohne in diesem allzugrosse Spannungsabfälle hervorzurufen.

Die angeführten Vorteile und die Tatsache, dass die Stromart 145/250 Volt Drehstrom von vielen bedeutenden Elektrizitätswerken der Schweiz eingeführt, eine sehr verbreitete ist, rechtfertigt, dieselbe als zur Einheitsspannung geeignet zu empfehlen.

Miscellanea.

Inbetriebsetzung von schweizerischen Starkstromanlagen. (Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat des S. E. V.) In der Zeit vom 20. Februar bis 20. März 1919 sind dem Starkstrominspektorate folgende wichtigere Anlagen als betriebsbereit gemeldet worden:

Zentralen:

A.-G. für elektrische Installationen, Ragaz. Erweiterung der Unter-Zentrale Sulser, Ragaz.

Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen, Schaffhausen. Erweiterung der Zentrale Galgenbuck durch Aufstellung eines weitern Transformers.

Elektrizitätswerk Schuls, Schuls. Erweiterung der Zentrale durch Aufstellung eines Generators 320 kW.

Hochspannungsfreileitungen.

Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau. Leitungen zu den Transformatorenstationen an der Reuss-Strasse in Seon, im Feldenmoos (Gemeinde Boswil) und bei der Ziegelei Muri, Drehstrom,