

Zeitschrift:	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber:	Association suisse des électriciens
Band:	13 (1922)
Heft:	5
Rubrik:	Zur Vereinheitlichung der Hochspannungen in der Schweiz [Teil III]

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: 22.02.2026

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

Der Sprechende macht darauf noch einige, die Gesetzgebung und Konstruktion der Leitungen betreffende Angaben.

Der *Vorsitzende* verdankt diese wertvollen Mitteilungen bestens und dankt den Delegierten Prof. Landry, Dr. Bauer und Dir. Perrochet für die so würdige Vertretung der Schweiz an dieser dankbaren Konferenz im Namen des S. E. V. bestens.

Er entlässt hierauf die Versammlung, indem er noch zu recht zahlreicher Beteiligung an den viel Interessanteren bietenden, ordentlichen Jahresversammlungen vom 17. bis 19. Juni in Chur und Arosa einlädt und der in zwei Tagen beginnenden ungleich wichtigeren Konferenz in Genua gedenkt, von deren Beschlüssen die künftige wirtschaftliche Entwicklung nicht nur unseres Landes, sondern von ganz Europa in hohem Masse abhängt. Möge derselben ein erfolgreiches Arbeiten beschieden sein.

Zur Vereinheitlichung der Hochspannungen in der Schweiz. III.¹⁾

Vom Generalsekretariat.

1. Zusammenfassung der bisher gemachten Vorschläge.

Seit unseren letzten Publikationen in dieser Frage hat der V. S. M. seine dort behandelten Vorschläge etwas modifiziert zu dem nachstehend²⁾ abgedruckten *Beschlusse*, den wir, ebenso wie seitherige bestimmte Vernehmlassungen von Elektrizitätswerken³⁾ in den heutigen Betrachtungen zu würdigen haben.

In der nachfolgenden, kurzen orientierenden Zusammenfassung der bisher gefallenen Vorschläge teilen wir diese in zwei Gruppen:

- I. Vorschläge, in denen die einzelnen Spannungen durch Reihenbildung mit einem konstanten Faktor erhalten werden.
- II. Vorschläge, bei denen die einzelnen Spannungen nicht durch einen Faktor miteinander verknüpft sind.

Die Vorzüge der Reihenbildung liegen in der mehr oder weniger leichten Möglichkeit, von einer Spannung der Reihe auf eine andere derselben Reihe übergehen zu können. Dies wird hauptsächlich von Wert sein für den allmählichen Uebergang von bisher verwendeten niedrigeren Spannungen auf günstigere höhere, eventuell auch für bleibende Anwendung zweier Spannungen zur Anpassung an verschiedenartige Verhältnisse. Der Wert einer solchen Anordnung wird erhöht, wenn schon bei der Bestellung der Maschinen, Transformatoren oder Apparate darauf Rücksicht genommen werden konnte.

Andererseits ist bei Anwendung von Spannungsreihen die Gefahr vorhanden, dass zu viele Spannungen als Normalspannungen erklärt werden und auch, dass unter Umständen einzelne, nicht ganz passende Spannungen um des Faktors willen zu Normalspannungen erhoben werden.

In der ersten Gruppe können wir noch weiter unterscheiden zwischen Vorschlägen, die als konstanten Faktor die Zahl $\sqrt[3]{3}$ wählen und solchen, bei denen die Zahl 2 benutzt wird. Bei den ersten wird der Uebergang von einer Spannung zu einer anderen derselben Reihe durch Stern-Dreieck-Schaltung der Maschinen- und Apparatenwicklungen erreicht, bei den letzteren durch Serieparallelschaltung derselben.

Ein wesentlicher Punkt in dem heute nun alle Reihenvorschläge übereinstimmen

¹⁾ Siehe Bulletin 1921, No. 4, Seite 84; 1921, No. 6, Seite 141. Unser bisheriger Mitarbeiter für diese Fragen wurde Anfang Juli 1921 an deren weiterer Behandlung durch schwere Krankheit gehindert. Wir geben nachfolgende orientierende Uebersicht speziell mit Rücksicht auf die an der nächsten *Generalversammlung* in Arosa beabsichtigten Aussprache und fügen derselben einige Be trachtungen und Vorschläge bei, die unter Mitwirkung unseres genannten Mitarbeiters entstanden.

²⁾ Vorliegendes Bulletin Seite 203.

³⁾ Bulletin 1921, No. 9, Seiten 238 und 240.

ist der, dass gemäss dem Vorschlage, den wir in unserem ersten Artikel begründeten zwischen mässigen Hochspannungen (etwa bis 18 kV) und Höchstspannungen (etwa über 30 kV) eine Diskontinuität, ein Sprung in den Reihen vorgesehen ist, von der Ueberlegung ausgehend, dass diese beiden Spannungsgruppen nicht in irgend einem zahlenmässigen Zusammenhang zueinander stehen müssen.

Die Autoren der Vorschläge, die verhältnismässig viele Spannungen enthalten, empfinden allgemein das Bedürfnis, die Bedeutung einzelner dieser Spannungen speziell hervorzuheben, diejenige anderer dagegen etwas zurückzusetzen, um auf diese Weise anzudeuten, dass eine weitere Vereinfachung für die Zukunft erwünscht sei. Wir heben, wie bisher, im folgenden bevorzugte Spannungen durch Fettdruck hervor, währenddem wir die Nebennormalwerte in Klammern setzen.

Gehen wir nach diesen einleitenden Bemerkungen zu den konkreten Vorschlägen über. Wir behandeln dabei zunächst die zahlreicher und notwendigerweise komplizierteren

Vorschläge der Gruppe I mit Reihen.

Dabei gehen wir von den ursprünglichen Vorschlägen aus und sehen also zunächst von allen, im Laufe der Diskussion hinzugefügten Kompromissen ab.

Der erste *Vorschlag des Generalsekretariates* (Wyssling)¹⁾ geht aus von den Spannungen 8 und 45 kV als den heute in der Schweiz wichtigsten und meist verwendeten Spannungen und benutzt den Faktor $\sqrt{3}$. Er umfasst die ungefähren Spannungen:

$$(5) - 8 - 15 \quad (26) - 45 - 80 - 135 \text{ kV}$$

Der *erste Vorschlag des V.S.M.¹⁾* baut ebenfalls auf den Faktor $\sqrt{3}$ auf, geht aber in den mässigen Hochspannungen von den in ausländischen Normalien und Normalienvorschlägen vielfach vorkommenden und auch in der Schweiz angewandten ca. 6 und 10 kV aus und in den Höchstspannungen von den ebenfalls in ausländischen Vorschlägen vielfach anzutreffenden 60 und 100 kV, die sich nach unten an die in der Westschweiz benützten 35 kV anschliessen. Dieser Vorschlag umfasst folgende ungefähre Spannungen:

$$3,5 - 6 - 10 - 18 \quad 35 - 60 - 100 - 180 \text{ kV}$$

Der *Vorschlag Lonza* (Thury)²⁾ benutzt im Gegensatz zu den beiden eben besprochenen Reihen den Faktor 2 und weist folgende Spannungen auf:

Nebennormal:	(3)	(8)	(25)	(50)	kV
Hauptnormal:	6	16	50	100	kV

Endlich liegt noch ein *Vorschlag des Elektrizitätswerkes der Stadt Schaffhausen³⁾* vor, der zwei mässige Hochspannungen und zwei Höchstspannungen vorsieht, die je im Verhältnis 1 : 2 zueinander stehen, nämlich:

$$5 - 10 \quad \text{und} \quad 50 - 100 \text{ kV}$$

Ueber die beiden erstgenannten Vorschläge mit dem Faktor $\sqrt{3}$ wurde bekanntlich, besonders an der Versammlung der wichtigsten Interessenten am 22. März 1921 in Olten, lebhaft diskutiert und im Verlaufe der Diskussion modifizierten beide Parteien ihre Vorschläge in der Weise, dass jede derselben Spannungen aus der anderen Reihe in ihre eigene als Nebennormale aufnahm. Durch diese Kompromisse ist allerdings ein Hauptvorteil der Reihen teilweise verloren gegangen, nämlich der, dass durch Umschaltung von einer Spannung leicht auf die nächstliegende übergegangen werden kann. Die Vorschläge haben auch etwas von ihrer ursprünglichen Einfachheit eingebüsst, alles Tatsachen, welche die Autoren beider Reihen anerkennen, aber in der Hoffnung, doch noch zu einer Normalisierung gelangen zu können, als das kleinere Uebel auffassen.

¹⁾ Bulletin 1921, No. 4, Seite 94.

²⁾ Bulletin 1921, No. 6, Seite 149 – 151 und No. 9, Seite 240.

³⁾ Bulletin 1921, No. 6, Seite 157.

Der so entstandene *letzte, modifizierte Vorschlag des Generalsekretariates* (Wyssling)¹⁾ wies folgende Spannungen auf:

$$(5) - (6) - 8 - (10) - 15 \quad (26) - 45 - (60) - 80 - 100 - 135$$

Der, seit der Oltener Besprechung modifizierte, nun vom *V. S. M.* für sich *angenommene* Vorschlag²⁾ lautet demgegenüber:

$$3,5 - 6 - (8) - 10 - 18 \quad 35 - 45 - 60 - (80) - 100 - 135 - 200$$

Vergleichen wir diese beiden Reihen miteinander, so konstatieren wir, dass sie im wesentlichen nur noch durch die *Bedeutung*, die sie den einzelnen Spannungen geben, voneinander abweichen, währenddem in denselben alle wichtigeren Spannungen beider Reihen vorkommen.

Nach den beiden letztgenannten Vorschlägen erhalten wir also dichte Spannungsreihen und nähern uns eigentlich stark dem in der genannten Versammlung *einstimmig verworfenen* Vorschlag, *zwei* Spannungsreihen, jede mit dem Faktor $\sqrt{3}$ aufgebaut, *nebeneinander* als Normal zu erklären. Letzten Endes möchten doch offenbar alle Votanten auf möglichst einfache Vorschläge mit tunlichst *wenig* Spannungswerten kommen. Es fragt sich nun, ob das leichter dadurch erreicht wird, dass man in Berücksichtigung der, wegen bestehenden Anlagen auseinandergehenden Einzelwünsche für die Gegenwart viele Spannungen als Normal, bzw. Halbnormal bezeichnet und nur einige wenige derselben als dauernd bestehen bleibendes Hauptnormal, oder ob man nicht heute schon nur diese zwei oder drei Spannungen als Normalspannungen bezeichnen will, auf die man schliesslich kommen möchte, um es im übrigen den Werken selbst zu überlassen, auf welchem Wege sie hierzu gelangen wollen. Es werden natürlich auch nach der durch den *S. E. V.* vorgenommenen Vereinheitlichung der Hochspannungen eine Menge anderer Spannungen während Jahren bestehen bleiben. Die wichtige Frage ist, ob man durch Schaffung von Nebennormalen den Uebergang zu den normalen Spannungen beschleunigt oder nicht. Je nach der Beantwortung dieser Frage wird von der Schaffung verschiedenartiger Normalspannungen, die jedenfalls an sich eine Komplikation darstellen, abgesehen werden oder nicht.

Als Vorschläge der Gruppe II

(reihenlose) nennen wir diejenigen der *Elektrizitätswerke des Kantons Zürich* und der *Nordostschweizerischen Kraftwerke*. Die ersten betonten ursprünglich in einem Schreiben an das Generalsekretariat, dass eigentlich nur zwei Normalspannungen notwendig seien, eine im Bereich der mässigen Hochspannungen und eine im Bereich der Höchstspannungen. Die erstere sollte möglichst hoch gewählt werden, etwa in der Gegend von 16 kV, die letztere wohl zweckmässigerweise zwischen 40 und 60 kV. Zu diesen zwei Spannungen fügten sie dann in ihrer im Bulletin³⁾ erschienenen Meinungsäusserung noch eine in der Gegend von 8 kV bei, welche bei Anlagen kleineren Umfangs Verwendung finden sollte. Ihr gegenwärtiger Vorschlag lautet also:

$$8 - 15 - 50 \text{ kV}.$$

Der Vorschlag der Nordostschweizerischen Kraftwerke⁴⁾ sieht unter den mässigen Hochspannungen nur eine Spannung, nämlich ca. 8 kV vor und unter den Höchstspannungen deren zwei, eine in der Höhe von $45 \div 50$ kV und eine über 100 kV. Für die zuletzt genannte Spannung nennen sie aber keinen bestimmten Wert. Ihr Vorschlag lässt sich also folgendermassen wiedergeben:

$$8 - 45 \div 50 \text{ kV}.$$

¹⁾ Bulletin 1921, No. 6, Seite 151.

²⁾ Bulletin 1922, No. 5, Seite 203.

³⁾ Bulletin 1921, No. 6, S. 156.

⁴⁾ Bulletin 1921, No. 9, S. 238.

2. Vereinfachte neue Vorschläge zur Diskussion.

Unter Berücksichtigung der bisher gemachten Vorschläge und der darüber gemachten Aeusserungen können wir folgendes festhalten:

Die ersten konkreten Vorschläge, diejenigen des V. S. M. und des Generalsekretariates (Prof. Wyssling), gingen von dem Grundsatze der Reihenbildung aus. Der des V. S. M. wohl deshalb, weil er aus begreiflichen Gründen gezwungen ist, in weitgehendem Masse ausländische Normen zu berücksichtigen und daher notwendigerweise zu ganzen Spannungsreihen kommen muss; der des Generalsekretariates aber, weil dieses die Mehrheits-Ansichten der schweizerischen Interessenten, besonders der stark engagierten Elektrizitätswerke kennen lernen und soweit möglich berücksichtigen musste, was nur bei einer grösseren Anzahl von Spannungen rationell möglich war. Immer wieder hat aber das Generalsekretariat (Prof. Wyssling) darauf hingewiesen, dass als ideal das Auskommen mit *einer einzigen Spannung* in der Gruppe der mässigen Hochspannungen anzustreben sei.¹⁾ Auch in der Gruppe der Höchstspannungen schwiehte dem Autor der Vorschläge des Generalsekretariates die Festsetzung von nur zwei Spannungen vor, einer nämlich, die noch für Leitungen mit Stützisolatoren und Bleikabel Verwendung finden kann und zweckmässigerweise zu ca. $45 \div 50$ kV vorgeschlagen wurde, und einer solchen für grosse Fernübertragungsleitungen von über 100 kV, bei Verwendung von Hängeisolatoren.²⁾

Die Hauptfrage wird sein, ob neben diesen *wenigen* Spannungen, die als Normalgrundsätzlich durchaus unentbehrlich sind, worüber man offenbar ziemlich einig ist und für welche sich auch Einigung auf bestimmte Werte scheint erzielen zu lassen, für Verwendung *in der Schweiz* noch *weitere* Normalwerte notwendig seien. Die Diskussion in der erwähnten Oltener Versammlung und die Vernehmlassungen bedeutender Werke im Bulletin scheinen uns nun mit Deutlichkeit wenigstens Folgendes zu zeigen:

a) Für die „mässigen“ Hochspannungen ist man allseitig einig, dass jedenfalls *ein*, die Bedürfnisse rationellen zukünftigen Baues befriedigender Wert festgesetzt werden soll, der noch für kleine Ortstransformatorenleistungen und für ganz grosse Motoren technisch und wirtschaftlich günstig, eventuell auch noch für Generatoren anwendbar sein und keine allzu teuren Apparate (Schalter u. dergl.) liefert, innert diesen Anforderungen aber so hoch als möglich sein soll, und dass dieser Wert zwischen 15 und 18 kV liege.

b) Ebenfalls bezüglich der „mässigen“ Hochspannungen wird von bedeutenden Gruppen der Elektrizitätswerke, deren Bedürfnisse durch eine Normalisierung nicht vernachlässigt werden dürfen wenn diese nicht „auf dem Papiere“ bleiben soll, verlangt, dass ein Wert in der Gegend von 8 kV entsprechend dem bisher meistverwendeten Wert³⁾ als Normal beizubehalten sei.

c) Für die „Höchstspannungen“ wird das Bedürfnis nach Feststellung eines Normals, dessen Wert noch für Stützisolatoren passt und Aussicht auf Bleikabelverwendung hat, der aber innert diesen Verwendungarten möglichst hoch ist, ebenfalls allseitig anerkannt, wie auch dieser Wert in sozusagen allen Vorschlägen zu $40 \div 50$ kV, der bisher in der Schweiz meistverwendeten Höchstspannung, bezeichnet wird.

d) Es steht die Notwendigkeit einer weitern, über 100 kV liegenden Höchstspannung auch für Verwendung in der Schweiz fest, über deren Wert jedoch die wenigen, direkt interessierten Kreise bisher in ihren Anschauungen sich nicht nähern konnten.

Angesichts dieser Abklärung erscheint *eine Einigung auf Hochspannungsnormale heute durchaus erzielbar, wenn man sich auf das beschränkt, was im*

¹⁾ Siehe beispielsweise Bulletin 1921, No. 4, Seite 92 und No. 6, Seite 144.

²⁾ Siehe Bulletin No. 4, Seite 93; No. 6, Seite 144.

³⁾ Siehe Statistik, Bulletin 1921, No. 4, Seiten 89 \div 91.

Hinblick auf die rationelle, zukünftige Entwicklung der Anlagen in der Schweiz notwendig und zweckmässig ist.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, dürfte man unter (jedenfalls vorläufigem) Verzicht auf die Aufstellung eines Normals *über* 100 kV dazu kommen, sich auf die Verwendung der soeben unter a), b) und c) vorgebrachten Feststellungen zu beschränken und zum Ergebnis gelangen, dass in der Tat für die Bedürfnisse schweizerischer Elektrizitätswerke ein bis höchstens zwei „mässige“ Hochspannungen und ein bis zwei Höchstspannungen als Normalspannungen genügen, und dass ein Vorschlag ungefähr gleich dem der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich dem Mehrheitswunsche der Werke und dem Zukunftsbedürfnis gut entspreche. Eine solche Lösung hätte den grossen Vorteil, einfach zu sein, und die für sie vorzuschlagenden Zahlenwerte finden sich ungefähr in allen bisherigen Vorschlägen, nämlich die ungefähren Werte:

$$8 - 15 \div 18 - 40 \div 45 \text{ kV}.$$

Dass die Fabriken im übrigen für ihre Zwecke, besonders wegen des Exports, bedeutend mehr Spannungen als normal führen müssen als für die Schweizer Verwendung nötig, ist begreiflich. Das schliesst aber durchaus nicht aus, dass für die Schweiz nur einzelne dieser Spannungen als normal erklärt werden.

Wenn die vielwertige Normalspannungsreihe des V. S. M. so festgelegt wird, dass sich darin drei Spannungen wie vorhin umschrieben, im gleichen Range mit den andern finden, sodass diese als passendes Schweizer Normal gewählt werden könnten, so dürfe hierin eine allseitig annehmbare Lösung liegen.

Die eben genannte Bedingung dürfte sich aber erfüllen lassen:

Es besteht zwischen den bisherigen andern Vorschlägen und dem V. S. M. noch die Differenz für die mässigen Hochspannungen, dass die erstenen rund 15 kV verlangen, der letztere 17,3 \div 19 kV vorschlägt. Da er die (bei uns viel weniger als im Auslande verwendeten) 10 \div 11 kV berücksichtigen will, kommt er auf diese Zahl. An sich läge an dieser Erhöhung kein Nachteil, wenn nachgewiesen werden kann, dass die Herstellung von *kleinen Ortstransformatoren*, von *Schaltern* und übrigen *Apparaten* sowie von *Kabeln* für die ca. 18 kV keine wesentlich erhöhten Schwierigkeiten und Preise, oder wesentlich verminderde Sicherheiten ergibt, als für die 15 kV. Es wird Sache der Fabrikanten sein, hierüber Klarheit zu schaffen. Man darf ja wohl hierin einigermassen mit Fortschritten der Technik rechnen, gleich wie auch für die Herstellung von Generatoren für diese Spannung; sind doch heute schon einzelne Schweizer Werke bis auf 17 600 V Generatorspannung gegangen.¹⁾ Uebrigens ist zu sagen, dass in der Tat die Höhe dieser „Zwischenhochspannung“ als solche für *Generatoren* an Bedeutung abgenommen hat angesichts des Umstandes, dass nach neueren Erfahrungen der direkte Anschluss von Verteilnetzen an die Generatoren heute mehr und mehr vermieden wird. Doch wäre der Schluss irrig, dass somit ein Normal für *Generatorenspannung* überhaupt überflüssig sei, denn stets werden Kabel, Schalter und andere Apparate direkt an Generatoren anzuschliessen sein, wofür Fabrikate einer normalen Spannung erwünscht sind, ebenso wie die Generatorspannung auch als Unterspannung der Autransformatoren im Werk als eine normale erwünscht sein muss.²⁾

Die Wahl von ca. 18 kV an Stelle von ca. 15 kV scheint uns um so eher möglich, als eine Spannung *um* 8 kV als vollwertiges Normal daneben *ohnehin nicht wird entbehrt* werden wollen. Wir haben oben unter Punkt b) darauf hingewiesen und es darf dieser Spannungswert um so weniger ausser acht gelassen werden, als es derjenige ist, in der heute in der Schweiz das grösste Leistungsaequivalent investiert ist. Wird aber eine Normalspannung auch von ca. 8 kV festgesetzt, so verlieren die Bedenken gegen „ca. 18 kV“ mit Bezug auf Verteuerung oder Schwierigkeiten

¹⁾ Siehe Bulletin 1921, No. 6, Seite 140.

²⁾ Dies u. a. mit Bezug auf die Vernehmlassung der N. O. K., Bulletin 1921, No. 9, Seite 239.

bei kleinen Transformatoren, Schaltern usw. ihre Bedeutung, da in ungünstigen Fällen dann 8 kV angewandt werden können.

Mit Rücksicht auf Uebergänge bezw. Verwendung beider Spannungen im gleichen Werke ergäbe sich dann noch das Bedürfnis, die ca. 8 kV mit den ca. 18 kV in eine Beziehung zu setzen, welche z. B. *beidartige Verwendung von Transformatoren durch Umschaltung* gestatten würde. Die Dreieck-Sternschaltung bezw. der Faktor $\sqrt{3}$ eignet sich dazu nicht. Der Vorschlag des V. S. M. hat denn auch die 8 kV ausser seiner Reihe aufgenommen. Dagegen wäre hier die Anwendung der Serie-Parallelschaltung, denkbar: Die Hälfte der Grenzspannungen $17\,300 \div 19\,000$ ergäbe allerdings die etwas hohen Werte $8650 \div 9500$ V.

Zur Frage der Festsetzung einer Normalspannung über 100 kV möchten wir noch Folgendes sagen: Es ist klar, dass zu der „interkantonalen“ Spannung von ca. 40 \div 50 kV noch eine „internationale“ von über 100 kV zu treten hat. Diese sollte jedenfalls so hoch wie technisch nur möglich gewählt und auch international festgelegt werden. Abgesehen davon, dass die bisherigen Bemühungen für eine Einigung sehr wenig Erfolg zeitigten, kann man sich fragen: Ist es nicht verfrüht, ein solches Normal schon heute festzusetzen? Wir können doch nur das normalisieren, worüber genügende und langjährige Erfahrungen auch mit Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Anwendung (über die technischen Möglichkeiten liegen wohl schon genügende Beispiele vor) vorliegen, andernfalls muss man sich darauf gefasst machen, *dass eine zu früh bestimmte Normalspannung von der späteren Praxis gar nicht angewandt wird*. Es kann für die spätere Abklärung auch von Nutzen sein, wenn jetzt Erfahrungen mit verschiedenen Spannungen gesammelt werden. In diesem Gebiete heute schon durch Bestimmung von Normalspannungen eingreifen zu wollen, schliesst die Gefahr in sich, dass der Beschluss der Vereinheitlichung wohl gefasst wird, nicht aber zur praktischen Durchführung kommt.

Zusammenfassend möchten wir also folgenden
Vorschlag zur Diskussion
vorbringen:

Als Normalwerte für Wechselstromhochspannung (grundsätzlich für 50 periodigen Drehstrom) für Verwendung in der Schweiz werden angenommen:

$$\begin{array}{ll} \text{Ein Wert von ca. } 42 \div 50 \text{ kV} \\ \text{"} " " " 16 \div 19 \text{ kV} \\ \text{"} " " " 8 \div 9,5 \text{ kV} \end{array}$$

unter Vorbehalt der näheren Bestimmung der Grenzwerte und in der Meinung, dass diese Werte in der Höhe, wie sie sich aus den Verhandlungen ergeben, vom V. S. M. als vollwertige Normale in seine Normalwertreihe aufzunehmen seien.

Die weitere Ausbildung seines Vorschlages durch die $\sqrt{3}$ -Reihe bliebe dabei dem V. S. M. unbenommen; immerhin dürfte seitens der Fabrikanten zweckmässigerweise das Nachstehende für seine eigenen, weiteren Normalwerte ebenfalls berücksichtigt werden.

3. Die prozentuale Differenz zwischen Minimal- und Maximalwerten der Normalhochspannungen.

Hat man sich über die Wahl der normalen Hochspannungen geeinigt, so spielt, sowohl für die Werke, wie auch für die Fabrikanten, die Festsetzung der bei normalem Betriebe maximal zulässigen Unterschiede zwischen Minimal- und Maximalwerten der Normalspannungen eine sehr wichtige Rolle.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, dass dieser Unterschied prozentual grösser als bei den Gebrauchsniederspannungen angesetzt werden muss, da bei den mässigen Hochspannungen ausser dem Spannungsabfall in den Leitungen dieser Spannung (Zwischenspannung) auch noch derjenige in den Niederspannungsleitungen

und in den Ortstransformatoren auszuregulieren ist. Dies ist auch der Grund, weshalb im Vorschlag des Generalsekretariates s. Z. dafür total 12 % vorgesehen¹⁾ sind gegenüber $\pm 5\%$ bei den Gebrauchsniederspannungen. Der Vorschlag des V. S. M. sieht dagegen auch bei den Hochspannungen nur 10 % maximal zulässigen Unterschied zwischen niedrigstem und höchsten Wert einer Normalspannung vor, was uns als nicht genügend erscheint.

Die Anwendung derselben Ueberlegung führt dazu, diesen maximal zulässigen Unterschied bei den Höchstspannungen noch grösser zu wählen, da hier noch weitere Spannungsabfälle in den Zwischentransformatoren und den Höchstspannungs-Fernübertragungsnetzen auszuregulieren sind. Es wird hier allerdings der Einwand gemacht werden können, dass oft die Zwischentransformatorenstationen (Unterwerke) eine eigene Spannungsregulierung besitzen, weshalb sich eine weitere Abstufung des zulässigen Unterschiedes zwischen minimaler und maximaler Spannung erübrige. Dieser Einwand ist in vielen Fällen berechtigt, doch ist die Anwendung von Spannungsreglern in den Unterwerken nicht allgemein und sie braucht auch in Zukunft nicht allgemein zu erfolgen, so dass aus diesem Grunde nicht überall von einer weiteren Erhöhung des genannten Spannungsunterschiedes Umgang genommen werden könnte.

In Berücksichtigung dieser Umstände dürfte daher zu erwägen sein, ob nicht der Unterschied zwischen minimalem und maximalem Werte einer Normalhochspannung anzusetzen sei auf

15 % bei den mässigen Hochspannungen und
20 % bei den Höchstspannungen.

Wir sind uns dabei sehr wohl bewusst, dass diese Frage noch weiterer Diskussion bedarf, denn, wenn auf der einen Seite die Elektrizitätswerke aus ihrem Betriebsbedürfnis heraus geneigt sind, möglichst grosse zulässige Spannungsunterschiede zu verlangen, schafft eine Uebertreibung dieser Anforderungen Schwierigkeiten und Kostenvermehrung und herrscht daher bei den Fabrikanten aus begreiflichen Gründen die Neigung vor, diese Unterschiede möglichst klein zu halten. Wir erhoffen von einer Diskussion dieser Frage weitere Abklärung.

Miscellanea.

Ueber Schwingungen elektrisch erhitzter Drähte.
Anlässlich systematischer Temperaturmessungen an verschiedenen Drähten beobachtete der Verfasser und sein dabei behilflicher Schüler H. Oswald, dass zwischen zwei feststehenden Klemmen eingespannte dünne Drähte in Transversalschwingungen geraten, wenn sie durch Wechselstrom bis zur Glut erhitzt werden. Die Drähte können auch bei starkem Durchhang schwingen; je nach Drahtlänge, Querschnitt, Periodenzahl und andern Bedingungen bilden sich verschiedene Wellenlängen mit scharf ausgeprägten Wellenbüchen und Knoten aus. Z. B. schwingt ein Platindraht von 0,1 mm Durchmesser bei 50 periodigem Wechselstrom unabhängig, ob die Temperatur 600° oder 1400°C beträgt, und ob der Durchhang des Drahtes gross oder klein ist, so, dass der Knotenabstand ca. 4,5 cm beträgt. So oft man die Drahtlänge als Vielfaches von 4,2 cm wählt, so oft reiht sich Halbwelle an Halbwelle; die Schwingungsamplitude beträgt dabei bis etwa 2 mm, und die Schwingungsebene ist immer entweder in der Durchhangsebene, oder der dazu senkrechten und ändert diese Lagen je nach der Drahttemperatur und dem Drahtdurch-

hang. Nur wenn der Draht so stark gespannt ist, als die mechanische Festigkeit bei hohen Temperaturen noch zulässt, bildet sich eine einzige halbe oder ganze Welle aus, die z. B. bei einem Stützpunktabstand von 28 cm etwa 6 mm Amplitude erreichen kann, mit Chromnickeldraht und etwas grösserem Stützpunktabstand noch bedeutend mehr.

Die Ursache der beobachteten Schwingungen ist auf Grund der gemachten Versuche wohl darin zu suchen, dass infolge noch so geringer periodischer Abkühlung während des Stromdurchgangs durch den Nullwert, eine periodische Materialkontraktion stattfindet. Während bei niedriger Temperatur bemerkbare Schwingungen wegen der mechanischen Steifheit der Drähte verhindert würden, werden die Drähte im Glühzustand genügend flexibel, derart, dass sogar Bänder in Richtung ihrer Breite schwingen können. Nähert man sich dem Schmelzpunkt, so muss der Draht mehr gestreckt werden.

Dass die Schwingungsursache in den periodischen Temperaturdilatationen und Kontraktionen liegt, wird durch folgende Versuche bestätigt:

¹⁾ Bulletin 1921, No. 4, Seite 99.