Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 13 (1922)

Heft: 8

Rubrik: Zur Vereinheitlichung der Hochspannungen in der Schweiz [Teil IV]

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

zahlen gespeist und das andere Mal umgekehrt die äusseren Wicklungen kurzgeschlossen und die inneren mit Wechselstrom gespeist. Die Resultate sind in beiliegender Kurventafel Fig. 11 aufgetragen.

Wie man sieht, liegen die Punkte für beide Fälle sehr nahe beieinander. Gleichzeitig ist die theoretisch berechnete Kurve des Widerstandsverhältnisses als strichpunktierte Linie eingetragen. Für 50 Perioden speziell berechnet sich das Verhältnis wie folgt

$$a = 580 \qquad b = 350$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{b}{a}} = 0{,}775; \qquad \alpha \cdot h = 0{,}775 \cdot 2{,}0 = 1{,}55$$

daraus ergibt sich nach der Kurventafel für $\varphi(\alpha h)$ auf Seite 343.

$$k_{wg} = 1{,}42\,.$$

Beobachtet wurde bei 51 Perioden $k_{wg} = 1{,}48$. Wie man aus der Kurventafel sieht, ergeben auch die übrigen Periodenzahlen durchwegs sehr gute Uebereinstimmung, namentlich ist auch der Charakter der beobachteten Werte der Kurve $k_{wg} = f(f)$ in sehr guter Uebereinstimmung mit deren berechneten Weiten.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie gut Berechnung und tatsächliche Ergebnisse für die verschiedensten Fälle miteinander übereinstimmen, so dass es als unbedingt geboten erscheint, Wicklungen in allen Fällen nach obigen Formeln auf Zusatzverluste zu kontrollieren bezw. dieselben nach den hier entwickelten Grundsätzen zu entwerfen.

Zur Vereinheitlichung der Hochspannungen in der Schweiz. IV.

Vom Generalsekretariat.

Es wird der im Bulletin 1922, Nr. 5, Seite 196 u. ff., besprochene vereinfachte Vorschlag des Generalsekretariates in Gegenüberstellung zum letzten Vorschlag des V. S. M. (siehe Bulletin 1922, Nr. 5, Seite 203) besprochen, wie auch eine neuere Vernehmlassung der Maschinenfabriken Oerlikon und Brown-Boveri & Co. zu dieser Frage. Ferner wird zur Frage der Zweckmässigkeit der Bezeichnung einer höheren Spannung als 42 ÷ 50 kV zur Verwendung für Stützisolatoren als Normalspannung Stellung genommen und nochmals die Frage der prozentualen Differenz zwischen minimalen und maximalen Spannungswerten zur Diskussion gestellt.

L'auteur expose la proposition simplifié du Secrétariat général (bulletin 1922, No. 5, page 196) et la proposition de la S. S. C. M. (voir bulletin 1922, No. 5, page 203) ainsi que la justification de cette dernière et critique de la première par les fabriques de machines d'Oerlikon et Brown-Boveri.

Il expose des raisons pour et contre l'adoption d'une tension normale supérieure à 42 à 50 000 Volts ne nécessitant pas encore l'emploi d'isolateurs à suspension. Il revient aussi sur la question de la variation de tension admissible.

1. Der vereinfachte Vorschlag des Generalsekretariats mit drei Werten gegenüber der Spannungsreihe des V. S. M.

In unserem letzten Artikel über die Frage [1]) sind diese beiden Vorschläge des nähern angegeben und begründet; es sei wiederholt, dass sie in der Hauptsache lauten auf Annahme von Normalwerten (für Wechselströme, grundsätzlich 50 period. Drehstrom)

der vereinfachte Vorschlag des Generalsekretariats:

ca. 8,0 ÷ 9,5 16 ÷ 19 42 ÷ 50 kV

die Reihe des V. S. M.:

3,4 ÷ 3,7 5,8 ÷ 6,4 8,0 ÷ 8,7 10 ÷ 11 17,3 ÷ 19 34 ÷ 37 45 ÷ 50 58 ÷ 64 kV

(und weiter, aber nach Anträgen und Beschlüssen in Arosa vorläufig ausser Betracht fallend: 80 ÷ 87 100 110 135 ÷ 150 200 ÷ 220 kV).

---

[1]) Bulletin 1922, No. 5, S. 196.

In der Generalversammlung des S. E. V. in Arosa am 18. Juni 1922 [1]) wurden im allgemeinen nur die schon in den früheren Publikationen des Generalsekretariats [2]) und den Vernehmlassungen verschiedener Werke und Fabrikationsfirmen [3]) vorgebrachten Anschauungen und Gründe für das eine und andere wiederholt vorgebracht bezw. bestätigt. Als durch die Verhandlungen fester fundierte Grundsätze bezw. einigermassen neue Gesichtspunkte kann nur etwa folgendes genannt werden:

Die früher schon von schweizerischen Werken erklärte Notwendigkeit, ein Normal zwischen 8 und 9 kV festzustellen, wird heute allseitig anerkannt. Gegen die Festsetzung der zwei anderen, vom Generalsekretariat vorgeschlagenen Normalwerte von ca. 16÷19 und ca. 42÷50 kV erhebt sich kein Widerspruch (der Antrag *Lorenz*, der diese beiden Spannungen ausschloss, fand keine Unterstützung). Dazu wird aus Fabrikantenkreisen festgestellt, dass (für Leistungen von etwa 2000 kW an) die 16÷19 kV als Spannung von Generatoren mit konstruktiv solider Ausführung erzeugt werden können, und ebenso, dass das in der Gegend von 8÷9 kV zu wählende Normal mit Vorteil genau die Hälfte des vorgenannten betrage. Weiter ergab sich durch Zustimmung aus Kreisen der Erzeugung, dass sowohl für die Frage der Isolation wie überhaupt der Konstruktion der Schalter und Apparate es nicht von grosser Bedeutung sei, ob ein Normal 8 oder 10 kV heisse und dass noch niedrigere Normalwerte (abgesehen von 6 kV) im allgemeinen von geringerer Bedeutung seien. Aus Kreisen der Verbraucher von Erzeugnissen, insbesondere auch der Werke, wurde ein Begehren nach noch mehr Normalwerten als sie das Generalsekretariat vorschlug in Arosa nicht gestellt (ausgenommen der bereits erwähnte Antrag Lorenz). Dagegen wurden u. a. auch aus diesen Kreisen Zweifel darüber geäussert, ob ca. 45÷50 kV als Grenze oder oberste Spannung zur Verwendung von Stütz-Isolatoren richtig gewählt und nicht statt dessen oder dazu 60÷70 kV anzunehmen wären. Bestimmt ergab sich dagegen das Begehren der Fabrikantenkreise, ausser den drei vom Generalsekretariat vorgeschlagenen Normal-Hochspannungen noch weitere, entsprechend der Reihe des V. S. M., als Normalien des S. E. V. anzunehmen, wobei sich bestätigte, dass der V. S. M. dieses Begehren zum Teil mit Rücksicht auf den Export ins Ausland stellt. Die letztgenannten beiden Hauptpunkte sollen im Nachstehenden noch besonders erörtert werden.

2. Vernehmlassungen der Maschinenfabriken Oerlikon und Brown Boveri & Co. über die Spannungsreihe des V. S. M. und die gekürzte des Generalsekretariats.

In der erwähnten Eingabe der genannten Fabriken wird in sachlicher Beziehung das Nachstehende vorgebracht, das wir hier wörtlich zur Kenntnis bringen:

„Wir konnten gesprächsweise feststellen, dass eine Anzahl Werke den V. S. M.-Normalien (Bulletin No. 5, S. 203) zustimmen, welche auch die drei vom Generalsekretariat vorgeschlagenen Spannungen enthalten.

Die 6000/10000 V-Anlagen der Schweiz repräsentieren *zusammen* mindestens ebensoviele Anschluss- und Sachwerte wie die 8000 V-Anlagen. Während jedoch die letztere Spannung im Ausland *nirgends* als Normalspannung vorgesehen wurde, sind 6000/10000 V als Normalspannungen angenommen worden in Italien, Frankreich, England, Deutschland, Oesterreich, Ungarn, Holland, Schweden, Norwegen, Dänemark und Amerika. Diese Spannungen sind auch von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission vorgeschlagen worden und die Schweiz, welche in dieser Kommission vertreten ist, hat offenbar ein Interesse an der einheitlichen Regelung.

In der V. S. M.-Spannungsreihe wurde die Spannungsstufe von 8000 V ebenfalls aufgenommen in der Meinung, dass Werke, welche diese Spannung besitzen, ihre Einrichtungen ohne weiteres beibehalten und auch in Zukunft wie bisher beschaffen können, sofern sie es nicht vorziehen, mit der Zeit doch auf 10000 V oder die doppelte Spannung von 8000 V überzugehen.

Angesichts der Verbreitung von 6000/10000 V in der Schweiz und im Auslande ist es nicht möglich, diese Spannungen bei der schweizerischen Normalisierung zu übergehen.

[1]) Protokoll siehe Bulletin 1922, No. 7, S. 326–328.
[2]) Bulletin 1921, No. 4, S. 84 und No. 6, S. 141 und Bulletin 1922, No. 5, S. 196.
[3]) Bulletin 1921, No. 6, S. 152, 156 und 157, No. 9, S. 238 und 240.

Der Einwand des Generalsekretariats, dass die V. S. M.-Spannungsreihe zu viele Werte enthalte und daher keine genügende Normalisierung ergebe, ist nicht stichhaltig. Es sind zurzeit noch eine grosse Anzahl anderer Spannungen in Anwendung und auch die Minimal- und Maximalwerte bestimmter Stufen weichen noch so weit ab, dass die Vereinheitlichung nach der V. S. M.-Reihe gegenüber dem jetzigen Zustand *wesentliche* Vorteile bringen wird. Falls man noch weiter geht mit dem Diskussionsvorschlag des Generalsekretariats des S. E. V., so werden die Vorteile für viele Interessenten mehr als aufgehoben durch die Nachteile der ungenügenden Regelung."

Zu diesen Darlegungen bemerken wir folgendes:

1. Es ist selbstverständlich, dass eine Anzahl Werke, die heute mit 6 oder 10 kV arbeiten, der Aufnahme dieser Spannungen als Normalien sympatisch gegenüberstehen. Wohl ist ferner richtig, dass die Anschluss- und Sachwerte die in den Spannungen von ca. 6 und ca. 10 kV *zusammen* vorkommen, ungefähr gleich hoch sind in der Schweiz wie die von ca. 8 kV *allein.* [1]) Man darf aber eben zur Feststellung der Bedeutung bestimmter Spannungen nicht die Investitionswerte *zweier Spannungen zusammen* vergleichen mit denjenigen *einer einzigen* Spannung; mit solchem Verfahren könnte man schliesslich für fast alle bisher verwendeten Spannungen ihre scheinbar hohe Bedeutung und die Notwendigkeit ihrer Beibehaltung ableiten, damit würde kein Fortschritt erzielt. Man muss sich, wie schwer es auch dem ungünstig Betroffenen fallen mag, eben doch immer wieder vor Augen halten: Vereinheitlichung kann nur mit Opfern Einzelner, mit (wenn auch nur suksessivem) Aufgeben einzelner bisheriger Bauarten erzielt werden. Uebergang von 8 auf 10 kV wäre dabei wirtschaftlich ein Unding; dass dagegen der Uebergang von 8 kV auf die doppelte Spannung rationell möglich ist, wird durch die Vernehmlassung der Fabriken und deren Aeusserungen in Arosa bestätigt. Dass daneben noch mehrere weitere Hochspannungen in diesem Bereiche an sich nötig seien für die Zukunft, scheint doch nicht erwiesen. Ob wirklich der Drang nach Beibehaltung der 6 und 10 kV in der Schweiz derart gross ist, dass diese Spannungen bei uns auch für alle Zukunft nicht übergangen werden können, das glaubten wir nach den bisherigen schriftlichen und mündlichen Vernehmlassungen verneinen zu können, und die Abstimmung in der Versammlung in Arosa konnte uns eigentlich darin nur bestärken. Doch mag dieser Punkt ja nochmals durch ausdrückliche Abstimmung festgelegt werden.

Jedenfalls ist das Bedürfnis nach Beibehaltung der 8 kV mächtig vorhanden; wir verweisen diesbezüglich nochmals auf die Vernehmlassung der N. O. K. [2]) (Dass die Vertreter dieser Meinung unter den Werken sich in Arosa nicht weiter zum Worte meldeten, lag z. T. an Abwesenheiten, z. T., wie uns spezielle Aeusserungen bestätigten, daran, dass man diesen Punkt für definitiv geregelt und genügend erörtert hielt.)

2. Bei allem Verständnis für den Wunsch der Fabrikanten, eine Spannungsreihe mit vielen Normalwerten zu erhalten, und bei aller Anerkennung dafür, dass auch die zahlenreiche Spannungsreihe des V. S. M. schon einen gewissen Fortschritt gegenüber den jetzigen Zuständen bringen würde, bleibt grundsätzlich doch richtig, dass eine Normalisierung um so weniger Vorteile für die Zukunft bietet, je mehr Zahlenwerte sie enthält, dass man an sich mit wenigen Werten rationell auskäme. Wir verweisen diesbezüglich z. B. nochmals auf die Erörterungen im Bulletin 1921 auf Seite 144.

3. Es ist in dieser Form nicht richtig, dass die Internationale Elektrotechnische Kommission die 6 und die 10 kV ebenfalls „als Normal vorgeschlagen" habe; die Verhandlungen in dieser Kommission (an denen wir teilnahmen) sind nicht über eine erste Aufstellung einiger Werte, die erst *zur Diskussion* lanciert wurden, hinausgekommen.

3. Eine höhere Normalspannung als ca. 40 ÷ 50 kV zur Verwendung für stehende (Stütz-) Isolatoren.

Bei der sehr grossen Verbreitung der Spannung 40 ÷ 50 kV in der Schweiz kann von einem Fallenlassen dieser Spannung als schweizerisches Normal wohl

[1]) Siehe die Statistik, Bulletin 1921, S. 89 ÷ 91.
[2]) Bulletin 1921, S. 240.

keine Rede sein. Das zeigen namentlich die Aeusserungen von Werken.[1]) Diese Vernehmlassungen gehen ausserdem dahin, dass wo noch höhere Spannung als 50 kV nötig sei, man dann richtiger gleich auf über 100 kV und auf die Konstruktion der Freileitungen mit Hängeisolatoren übergehe. (Wo ferner Bleikabel nötig sind, dürften ferner die 50 kV heute noch eine sicherere Grenze bilden, als wesentlich höhere Werte.) Dagegen ist ja allerdings richtig, dass die Ansichten über die praktisch höchstmögliche Spannung, für welche noch Stützisolatoren mit ihrer einfacheren Gestängekonstruktion verwendbar sind, unter den Praktikern differieren; es mag auch richtig sein, dass (wie in Arosa bemerkt wurde) in einzelnen Fällen, in welchen bei uns für 60÷70 kV Hängeisolatoren verwendet wurden, dies mehr mit Rücksicht auf spätern Uebergang auf 100 und mehr kV geschah, als deswegen, weil man nicht mehr mit Stützisolatoren glaubte bauen zu können. Beispiele beweisen ja auch wirklich, dass man noch 70, vielleicht 80 kV technisch gut und unter Umständen noch vorteilhaft mit Stützisolatoren bewältigen kann.

Diese Frage muss aber auch von einer andern Seite betrachtet werden: Ist es zweckmässig, nachdem man 45÷50 kV bei uns als Normal annehmen *muss, daneben noch eine* weitere, höhere „Stützisolatoren-Spannung" (deren sichere Anwendung bei Bleikabeln dann heute noch fraglich bleibt) von z. B. 60÷70 kV als Normal beizubehalten? Wenn man noch keine Anlagen dieser Spannung hätte (und sie sind bei uns relativ nicht sehr häufig), würde man dann nicht ebensogut da, wo 50 kV nicht mehr genügen, gleich auf über 100 kV gehen? Hier spricht eben der Umstand mit, dass es unzweckmässig für rationelle Normalisierung erscheint, für alle Zukunft allzuviele Normalzahlen beizubehalten. Von *diesem* Gesichtspunkte aus kamen wir in Uebereinstimmung mit gewichtigen Vernehmlassungen dazu, zwischen 50 und 100 kV *keine weitere* Normalspannung vorzuschlagen.

Doch es mag auch hierüber nochmals die Ansicht möglichst aller Beteiligten eingeholt werden. *Wenn* ein solches Normal in diesem Bereiche für nötig erachtet wird, so dürfte es immerhin zweckmässig der in ein bestimmtes System passende, bis 64 kV maximal gehende Wert der Reihe des V. S. M. sein.

4. Nochmals die prozentuale Differenz zwischen Minimal- und Maximalwerten der Normal-Hochspannungen.

In unserem letzten Artikel[2]) warfen wir die Frage auf, ob nicht dieser Unterschied (dessen Bedeutung unter anderem im Wortlaute des Normalvorschlags des V. S. M. in bestimmter Weise definiert ist[3])) anstatt bloss zu 10 %, zu 15 bezw. 20 % anzusetzen sei. Wir führten die Gründe an, die dafür und die dagegen sprechen, stellten die höhern Ansätze entsprechend von Werken geäusserten Wünschen zur Diskussion, von der wir weitere Abklärung erhofften. Bei den Verhandlungen in Arosa unterblieb eine Unterstützung der Forderung auf höhere Marge, gegenteils wurde von Verbraucherseite unter Hinweis auf die allgemeinere Anwendung neuerer Reguliermethoden ein Unterschied von 20 % als unnötig gross bezeichnet und von Seite der Konstrukteure bestimmt erklärt, dass bei wesentlich mehr als den von dieser Seite vorgeschlagenen ca. 10 % die Auswechselbarkeit der Transformatoren verunmöglicht würde. Da damit ein wichtigster Vorteil der Normalisierung verloren ginge, wird man sich vorteilhafter mit dem geringeren Unterschied begnügen und entsprechende Reguliermethoden anwenden. Wir haben den Eindruck, dass sich die Werke hiermit abfinden wollen, so dass man in diesem Punkte wohl ohne weitere Erhebungen zu einer allseitig befriedigenden Einigung und entsprechendem Beschlusse kommen wird.[4])

[1]) Siehe insbesondere Bulletin 1921, S. 144 und 240.
[2]) Bulletin 1922, No. 5, S. 201 und 202.
[3]) Bulletin 1922, No. 5, S. 203.
[4]) Es sei hier schliesslich noch auf die Mitteilung an die Mitglieder in diesem Bulletin unter „Vereinsnachrichten", S. 382 über das beabsichtigte weitere Vorgehen im allgemeinen verwiesen.