

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 11 (1920)
Heft: 8

Artikel: Zur Frage der Vereinheitlichung der Betriebsspannungen in der Schweiz. IX
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1056298>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.01.2025

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

Die *Normal-Motoren* innerhalb des Systems 125/220/380 V wären allereinfachster Bauart, mit Sternschaltung für die neuen Netze von 220/380 V. Sie lassen sich dann aber *ohne weiteres* in ihrer normalen Gestalt nach Wechsel der Verbindungen auf Dreieckschaltung verwenden für die *noch* bestehenden (oder, z. B. in manchen Städten, vielleicht *bestehenbleibenden*) Netze von 125/220 V desselben Systems, wobei diejenigen mit Kurzschlussanker Stern-Dreieck-Anlauf erhalten.

Wir dürfen wohl hoffen und erwarten, dass die Elektrizitätswerke, welche bisher Spannungen besitzen die nicht in das neue, beschlossene System passen, sich die angeführten Methoden bald und immer mehr zu Nutzen machen, sich überzeugend, dass dadurch die z. T. wider ihren Wunsch beschlossene neue Norm doch ohne allzugrosse Schwierigkeiten einführbar ist; wir glauben ferner, dass auch innerhalb des „Systems 125/220/380“ diese Mittel bald vielerorts zum Uebergang von 125/220 auf 220/380 führen werden.

Diese *Aussöhnung der Gegensätze* täte uns in der Tat dringend not, damit wir auch in der Schweiz bald auf eine für alle Teile notwendige *rationellere Fabrikation* und gleichzeitig auf *grössere Leistungsfähigkeit der Niederspannungsverteilung* kämen.

Zur Vereinheitlichung der Betriebsspannungen in der Schweiz. IX.

Vom Generalsekretariat (Prof. Dr. Wyssling).

Festsetzung der normalen Spannungserhöhungen an den Stromquellen gegenüber den Normalspannungen an den Stromverbrauchern.

Mit der Festsetzung der normalen Gebrauchs-Niederspannungen

125 — 220 — 380 Volt für Wechselstrom

110 — 220 — 440 Volt für Gleichstrom

hat der S. E. V. in seiner Generalversammlung vom 5. Juni 1920 gleichzeitig beschlossen:

„I. 3. Diese Normalspannungen bedeuten die Normalwerte der Gebrauchs-Niederspannung an den Klemmen der Stromverbraucher, wie sie als mittlere Werte der Betriebsspannung an den Stromabgabestellen der Leitungsnetze bei normaler Belastung der letzteren vorkommen sollen.

4. Die Festsetzung von, um den Netz-Spannungsabfall erhöhter Spannungen als Normalspannungen ab Stromquellen (Transformatoren, Generatoren, Batterien) bleibt vorbehalten.

II. 1. Der Vorstand des S. E. V. ist ermächtigt, im Benehmen mit den beteiligten Kreisen die unter I. 4. erwähnten erhöhten Spannungen festzusetzen.“

Diese Festsetzung ist nunmehr vorzunehmen.

Die nachstehende Darlegung möge die Angelegenheit erläutern; sie führt zu vorläufigen Diskussions-Vorschlägen.

* * *

Wie früher ausführlicher dargelegt, müssen normale Niederspannungen zunächst als Gebrauchsspannungen *für die Klemmen der Stromverbraucher* festgesetzt werden, damit die letzteren einheitlich fabriziert werden können. Zwischen den Stromverbraucherklemmen und den Stromquellen liegen aber die Niederspannungsleitungsnetze mit ihrem Spannungsabfall. Für die, um den letzteren erhöhte Spannung an den Klemmen der Stromquellen sind aber ebenfalls bestimmte, normale Spannungen nötig. In Gleichstromnetzen, in denen als „Quellen“ Generatoren und Batterien wirken, ist zwar zufolge der Regulierbarkeit keine so genaue Festlegung der Spannung nötig mit Rücksicht auf die Erzeugung normaler Maschinen, wohl aber in dem weit wichtigeren Fall der Wechselstromarten, in denen als Quellen hier Transformatoren auftreten, deren einheitliche Erzeugung ein Hauptzweck der Spannungsnormalisierung ist.

Wo Niederspannungsvereinheitlichung vorgenommen wird, sind daher konsequenterweise auch „normale Netz-Spannungsabfälle“ zu bestimmen und es ist denn auch in den Ländern, in denen das erstere sorgfältig durchgeführt wurde, auch das zweite bestimmt worden.

Die Lösung stösst grundsätzlich auf eine Schwierigkeit. Es ist die, dass das Bedürfnis nicht überall zu demselben Prozentsatz an „unreguliertem Spannungsabfall“ führt. Manche Betriebe lassen technisch und wirtschaftlich mehr zu, andere weniger. Diese Erschwerung wird indessen dadurch gemildert oder ganz beseitigt, dass es sich einmal überhaupt nie um grössere Prozentsätze handeln kann, also noch weniger um grosse Unterschiede, und dass andererseits nicht nur die Möglichkeit besteht, sondern sich ohnehin die Notwendigkeit ergibt, Spannungsregelung in den Primärwerken (und z. T. auch für die einzelnen Hochspannungslinien mittelst Drehtransformatoren usw.) in weitem Masse durchzuführen und zu handhaben, wodurch jene kleinen Unterschiede der Niederspannungs-Netzabfälle ohne weiteres umfasst werden.

Von den Festsetzungen bzw. Vorschlägen über die Höhe dieser „normalen“ Spannungsabfälle erwähnen wir, da dies genügen dürfte, nur zwei:

In *Deutschland* hat der *V. D. E.* bestimmt:

„Abweichungen von den Spannungswerten nach § 1 (NB. das sind die an den Verbrauchern als normale bestimmten) können mit normal gefertigtem elektrischem Material beherrscht werden, wenn sie nicht mehr betragen als auf der Erzeugerseite der Leitungsanlagen + 10%“

Nach den beigegebenen Erläuterungen hat dies den Sinn, dass diese 10% als Ueberschreitung der eigentlichen Normalspannung an den Erzeugern (gegenüber der genau normalen an den Verbrauchern), d. h. als „normaler Maximal-Spannungsabfall“ in den Niederspannungsnetzen gelten sollen.

Das *Normalienbureau* des *Vereins Schweizer. Maschinenindustrieller* schlägt vor zu den Normalspannungen an den Verbrauchern

für <i>Wechselstrom</i> von:	125 Volt	220 Volt	380 Volt
die „Erzeuger-Spannungen“:	140 „	240 „	410 „
oder einen Zuschlag von:	15 „	20 „	30 „
d. i. v. d. Normalspannung ca.	12%	9%	8%
für <i>Gleichstrom</i> von:	110 Volt	220 Volt	440 Volt
die „Erzeuger-Spannungen“:	120 „	240 „	480 „
oder einen Zuschlag von:	10 „	20 „	40 „
d. i. v. d. Normalspannung ca.	9%	9%	9%

Der Zuschlag wie ihn der *V. D. E.* angenommen, scheint uns reichlich hoch genug, der Vorschlag des *V. S. M.* ist vielleicht entsprechender mit Ausnahme der 12% bei den 125 Volt. Doch scheint uns, dass die Wahl *bestimmter runder Spannungszahlen* der Festsetzung eines Prozentsatzes vorzuziehen sei.

Es ist noch hinzuweisen auf einige Wirkungen und Bedeutungen dieser Festsetzungen:

Zunächst ist zu beachten, dass *Stromverbraucher*, wie besonders Motoren, Lampen, *Wärmekörper* usw. bei maximaler Netzbelastung zunächst am Erzeuger (Transformator) in den Fall kommen können, diese *erhöhte* Spannung dauernd zu erhalten; sie müssen dieselbe also ohne Schaden, überhaupt ohne wesentlichen Nachteil, ertragen können. Deshalb wird der *Erzeuger* solcher Verbrauchsapparate diesen Zuschlag der Spannung gerne möglichst niedrig halten, der Konsument und die Elektrizitätswerke werden ihn soweit tunlich lieber höher ansetzen.

Der *V. D. E.* setzte mit Bezug auf die Stromverbrauchsapparate noch weiter fest, dass „auf der Verbraucherseite noch Spannungsabweichungen von $\pm 5\%$ von der normalen beherrscht werden können“, was nicht wohl anders ausgelegt werden kann, als dass die Stromverbrauchsapparate ihre Leistung usw. auch noch bei einer Spannung die 5% *unter* der normalen liegt, wesentlich beibehalten müssen. Es fragt sich, ob eine derartige Bestimmung allgemein bzw. auch für unsere Normalisierung für nötig und zweckmässig erachtet wird.

Man könnte die Meinung haben, die Festsetzung dieser „erhöhten Spannung für die Stromerzeuger“ habe wenig Bedeutung, weil solche erhöhte Spannung durch entsprechende

Regulierung leicht, wenigstens in den Wechselstrombetrieben an den Transformatoren stets erzeugbar ist bei entsprechender Beschaffenheit der Generatoren. Die Festsetzung dieser erhöhten Spannung hat aber doch vor allem *die Bedeutung für die Herstellung der Normal-Transformatoren, dass letztere dieser erhöhten Spannung nach Erwärmung und Isolation dauernd gewachsen sein müssen.*

Mit Bezug auf den Zusammenhang dieser Niederspannungen an den Transformatoren zur *Oberspannung* der letztern ist wohl folgendes zu sagen: Es wird zweckmässig sein, die *normalen* Oberspannungen als diejenigen „des *Leerlaufs*“ zu bestimmen, also für diese *letzteren* runde Zahlen festzustellen. Das Uebersetzungsverhältnis ist alsdann durch das Verhältnis dieser letztern Zahl zu den (nicht erhöhten) normalen Niederspannungen (also 125 — 220 Volt usw.) gegeben und von der hier zu treffenden Bestimmung der Erhöhungen für Abfall im Niederspannungsnetz *unabhängig*. Dagegen ergeben sich aus den letzteren alsdann von selbst entsprechende Erhöhungen der Oberspannung als maximale. *Die in der vorliegenden Aktion zu bestimmenden Spannungserhöhungen wirken daher auch auf die s. Z. bei den Hochspannungen zu bestimmenden Erhöhungen des Betriebswertes jener Spannungen* (an den Oberspannungsklemmen der Transformatoren selbst) *die man als „normale“ annehmen will.*

Als ersten

Vorschlag zur Diskussion

halten wir entsprechend unseren Verhältnissen vorläufig etwa folgendes für passend¹⁾:

Zu den bestimmten Normalspannungen als Normalwerten an den Stromverbrauchern und als Leerlaufwerten an den Erzeugern (bes. Transformatoren)

bei Wechselstrom:

bei Gleichstrom:

von 125 220 380 Volt

110 220 440 Volt

werden bezeichnet

als Werte bei normaler Vollbelastung an den Erzeugern (bes. Transformatoren) (zugleich als maximale Werte an den Stromverbrauchern)

135 240 410 Volt

120 240 480 Volt

Die Wahl einer höchsten Niederspannung als Nebennormal.

Die Generalversammlung in Luzern hat beschlossen, die vorgeschlagene Bestimmung eines höheren Neben-Normals, das beantragt worden war für „besondere Fälle, in welchen die Anwendung der niedrigeren Normalspannungen erhebliche Nachteile hätte“, noch zu verschieben.

Die Ursache war der Umstand, dass in letzter Stunde wichtige Einwände gegen die anfänglich mehrheitlich genehme Spannung von 760 V für Wechselstrom und Vorzüge des Wertes 650 V geltend gemacht wurden.

Diese Frage sei nachstehend nochmals, unter Beizug der aufgetauchten neuen Gesichtspunkte, erörtert, um zu einem Entscheide gebracht zu werden.

Die Gründe, welche für die Einführung eines solchen Normals sprechen und geltend gemacht wurden, finden sich in früheren Berichten angegeben¹⁾. Die Diskussion drehte sich darum, ob dieser Spannungswert 2 mal oder $\sqrt{3}$ mal so gross als die nächstuntere Normalspannung sein solle. Die Elektrizitätswerke, von der Ansicht ausgehend, dass es sich hier nicht mehr um Anschluss einphasiger Apparate von 380 V und um „Einheitsnetze“ für Ein- und Dreiphasen-Apparate handle, hielten das Verhältnis „1 : $\sqrt{3}$ “ nicht für notwendig und für die Herstellung und allfällige Kombination von Transformatoren das Verhältnis „1 : 2“ für mindestens ebenso praktisch oder sogar vorteilhafter. Die elektrischen

¹⁾ Bulletin v. April 1920, No. 4, Seite 80.

Maschinenfabriken hatten sich damals mehrheitlich ebenso ausgesprochen, weshalb (zu 380 V) dann 760 V vorgeschlagen wurde.

Weitere Ueberlegungen führten dann aber den Verband der Maschinenindustriellen dazu, doch $\sqrt{3} \times 380 = 658$ bzw. ca. 650 nachträglich vorzuschlagen. Das Normalienbureau dieses Verbandes begründete diesen Vorschlag namentlich mit Vorteilen, welche sich in Bezug auf die *Verwendbarkeit von Normalmotoren durch Umschaltung für verschiedene Normalspannungen* ergeben, und zwar wie folgt:

Motoren für 650 V = ca. $\sqrt{3} \times 380$ Volt werden *in Sternschaltung* ausgeführt. Dieselben Motoren können dann mit einfacher Umschaltung der Verbindungen auf *Dreieckschaltung* im 380 V-Netz verwendet werden. In der Ausführung mit Kurzschlussanker erhalten sie im letztern Falle Stern-Dreieck-Anlauf. Das genannte Bureau schreibt dazu:

„Um diese Umschaltungen auszuführen, sind die Motoren vorteilhaft mit 6 Klemmen in zwei Reihen à 3 zu versehen, mit den Wicklungsenden so verbunden, dass beim Kurzschliessen der oberen drei Klemmen durch Kupferlamellen die unteren drei Klemmen die Enden der in Stern geschalteten Wicklungen bilden. Andererseits wird durch die Verbindung von je zwei übereinanderliegenden Klemmen durch Kupferstreifen die Dreieckschaltung der Wicklung hergestellt. Diese Umschaltdisposition ist bereits in Anwendung, soweit sie unter den heutigen Verhältnissen für die Fabrikation der Motoren und Lagerhaltung der Wiederverkäufer eine Vereinfachung ermöglicht. Durch die Normalisierung wird sie naturgemäss an Bedeutung gewinnen. Sie erlaubt die Umschaltung auch durch ungelerntes Personal.

Würde man statt 650 V für diese höchste Niederspannung $2 \times 380 = 760$ V verwenden, so wäre zwar eine Umschaltung von Motoren für diese Spannung für den Gebrauch von 380 V-Netz auch möglich. Sie benötigt jedoch bei Schaltung ausserhalb des Motors mindestens 9 Klemmen statt 6, was eine bedeutende Komplikation mit sich bringt, besonders bei gewissen Motoren, wo der Raum für 6 Klemmen bereits beschränkt ist. Letztere Umschaltung kann auch im Innern des Motors vorgenommen werden, wobei jedoch Spulenverbindungen loszulöten und zu verändern sind, was besser geschultes Personal erfordert und ebenfalls umständlicher ist als die Umschaltung Stern-Dreieck.

Die Fabrikation der kleinen Motoren für 760 V ist ferner teurer als für 650 V, da für letztere Spannung noch angenähert das 500 V Material mit entsprechenden Verbesserungen angewendet werden kann, während für 760 Volt geänderte Apparate geliefert werden müssten. Die kleineren Motoren für 380 V und Stern-Dreieck-Anlauf sind bereits für die Sternschaltung entsprechend der verketteten Spannung von 650 V isoliert, während diese Nutenisolation für 760 V nicht mehr ausreichen würde und letztere bedeutend teurere Ausführung ergibt.

Werden solche Netze mit 650 V erstellt, so wollen voraussichtlich nicht immer auch noch 380 V-Leitungen für kleinere Hilfsmotoren darin gezogen werden; deshalb wird auch der Anschluss von Apparaten und Motoren für mittlere und kleinere Leistungen an diese höchste Niederspannung eventuell Bedeutung erlangen“.

Was die *Transformatoren* anbelangt, gestattet die Anwendung einer höchsten Niederspannung von $\sqrt{3} \times 380 = 650$ V (anstatt $2 \times 380 = 760$) die Schaltung: primär und sekundär Stern. (Es wird dabei nur gleichmässige Phasenbelastung i. allg. in Frage kommen.) Dies gestattet dann die *einfache Umschaltung* dieser Transformatoren im sekundären auf Dreieck zur Verwendung für 380 V-Netze, und zwar im Parallelbetrieb mit den (weiterhin angenommenen) *Normal-Transformatoren* für die 220/380 V-Netze.

„Die Rücksichten auf billige Serien-Fabrikation und vereinfachte Lagerhaltung, welche auch entsprechend billigere Preise ermöglichen, sprechen daher nach Ansicht der Maschinenfabriken entschieden zugunsten der Spannung von 650 V gegenüber derjenigen von 760 V“.

Nachdem das genauere Studium der Schaffung günstig verwendbarer Motoren und Transformatoren in möglichst geringer Sortenzahl zu diesem neuen Ergebnis geführt, und andere Gründe schon früher nicht gegen $\sqrt{3} \times 380$ V oder für 2×380 V gesprochen hatten, liegt es zweifelsohne auch im Interesse der Elektrizitätswerke, der Wiederverkäufer

und der Konsumenten, den zu günstigeren Normal-Motoren und Transformatoren führenden Wert von $\sqrt{3} \times 380 = 650 \text{ V}$ anstelle von $2 \times 380 = 760 \text{ V}$ als *oberste Niederspannung (Nebennormal)* für Wechselstrom anzunehmen.

Für *Gleichstrom* ist schon früher erwähnt worden, dass es richtiger wäre, anstelle der vorher in Aussicht genommenen und viel verwendeten 500 bzw. 550 V gleich die, nach sorgfältigen praktischen Ueberlegungen von den Spezialisten der Bahnbetriebe für diese vorgeschlagenen 600 V, die faktisch schon sehr viel verwendet werden, auch *allgemein* als Normal zu wählen, wie übrigens schon der Generalversammlung in Luzern beantragt¹⁾.

Wir glauben daher heute folgenden

Vorschlag

formulieren zu sollen:

In Ergänzung des Beschlusses der Generalversammlung vom 5. Juni 1920 in Luzern

werden als höchste normale Gebrauchs-Niederspannungen bezeichnet

*für besondere Fälle, in welchen die Anwendung der niedrigeren Normalspannungen erhebliche Nachteile hätte: für Wechselstrom 650 V
für Gleichstrom 600 V.*

Um diese noch pendenten Nebenfragen der Niederspannungsnormalisierung entsprechend dem praktischen Bedürfnis zu lösen, werden die Interessenten hierdurch ersucht, Meinungsäußerungen dazu dem Generalsekretariat des S. E. V. möglichst rasch zur Kenntnis zu bringen.

Communiqué sur l'unification des basses tensions.

Par O. Ganguillet, ingénieur, Zurich.

L'Association Suisse des Electriciens a pris dans sa dernière assemblée générale une décision au sujet de la normalisation des basses tensions, c'est-à-dire des principales tensions de consommation.

Elle a adopté comme tensions normales pour courant alternatif 125, 220 et 380 volts.

Conformément à la décision de la même assemblée on veut maintenant étendre la normalisation et ajouter à la série des tensions pour courant alternatif la tension $380 \sqrt{3}$ ou 2×380 volts, puis établir aussi une série de hautes tensions normales. Nous n'avons aucune proposition à faire en ce qui concerne les hautes tensions alternatives, mais pour ce qui est des basses tensions nous sommes d'avis de ne rien ajouter aux trois tensions déjà choisies. Elles nous paraissent entièrement suffisantes.

Notre expérience nous a prouvé que l'on peut très bien exécuter dans les meilleures conditions de bon marché et de sécurité *n'importe quelle installation comprenant des moteurs de toutes puissances* sans faire usage d'une tension moyenne. Les moteurs de 20 à 30 chevaux déjà peuvent être enroulés, sans devenir trop coûteux ni trop mauvais, pour 3000 volts, c'est-à-dire pour la tension qui sera probablement la plus réduite des hautes tensions normales. Tous les moteurs de moindre puissance pourront sans inconvénient être alimentés par le réseau général à 380 volts.

Si la normalisation doit avoir une utilité elle doit nous apporter une simplification; or cela en serait une grande, pour les constructeurs surtout, si l'on faisait disparaître peu à peu tous les appareils à moyenne tension. On n'aurait plus qu'un genre d'appareillage à basse tension pour lequel il ne serait pas nécessaire de prendre des précautions

¹⁾ Bulletin No. 5, Mai 1920, Seite 125.