

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 41 (1950)
Heft: 1

Artikel: Zur Einführung neuer elektrischer, magnetischer und photometrischer Einheiten
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061221>

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: 03.04.2025

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

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Zur Einführung neuer elektrischer, magnetischer und photometrischer Einheiten

Mitteilung des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht, Bern

621.317.081.1
535.241.4

Auf den 1. Januar 1950 fand in der Schweiz der Übergang von den internationalen zu den absoluten elektrischen Einheiten sowie der Ersatz der internationalen Kerze durch die Candela statt.

In Abschnitt 1 werden die Gründe, die zu diesem Schritt Anlass gaben, erläutert und die Texte der Änderung des Bundesgesetzes über Mass und Gewicht, der zugehörigen Vollziehungs-Verordnung und der Bekanntmachung des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht betreffend die neue Lichteinheit wiedergegeben. Abschnitt 2 enthält Überlegungen betreffend den Zeitpunkt der Inkraftsetzung. Abschnitte 3 und 4 erläutern Bedeutung und Form von Gesetz und Verordnung.

Die praktischen Auswirkungen des Überganges zu den neuen elektrischen Einheiten werden in Abschnitt 5 erörtert. Abschnitt 6 befasst sich mit der Einführung der Candela auf dem Wege der Bekanntmachung durch das Amt für Mass und Gewicht.

I. Einleitung

In der physikalischen Messtechnik möchte man sich auf Einheiten stützen, die auf Grund einer exakten Umschreibung experimenteller Anordnungen in verschiedenen Laboratorien immer in gleicher Weise reproduziert werden können.

Was die elektrische Messtechnik anbelangt, so genügen die sogenannten absoluten elektrischen und magnetischen Einheiten, die sich primär auf die Beschreibung eines elektromagnetischen Vorganges im leeren Raum und im übrigen nur auf Messung mechanischer Grössen stützen, den genannten Bedingungen. Bei dem Stand der Messtechnik um die Jahrhundertwende waren absolute Messungen jedoch noch nicht so genau durchführbar, dass die absoluten Einheiten direkt als die Einheiten der Präzisionsmesstechnik hätten Verwendung finden können. Man führte daher die sogenannten internationalen Einheiten ein; diese leiten sich ab vom int. Ohm, definiert als Widerstand einer Quecksilbersäule von 106,300 cm Länge unter bestimmten Versuchsbedingungen, und vom int. Ampère, definiert durch eine bestimmte Menge (0,00111800 Gramm) pro Sekunde elektrolytisch abgeschiedenen Silbers. Diese Einheiten sollten eine möglichst exakte Verkörperung der absoluten Einheiten sein. Sie leisteten in Wissenschaft und Technik jahrzehntelang beste Dienste. Mit der Zeit stellte sich jedoch heraus, dass sie von den absoluten Einheiten um merkliche Beträge abweichen, die für einige von ihnen, namentlich für das Ohm (siehe Abschnitt 5) $\frac{1}{2} \text{‰}$ erreichen. Seit einigen Jahren be-

trägt die Genauigkeit, mit welcher in den grossen Staatslaboratorien absolute Einheiten verwirklicht werden können, $\pm 0,02 \text{‰}$, was für alle praktischen Zwecke ausreicht. Einer Durchführung der ursprünglichen Idee stand also nichts mehr im Wege.

Das Bundesgesetz über Mass und Gewicht vom 24. Juni 1909 bezieht sich noch auf die internationalen Einheiten. Um dieses Gesetz mit dem von der Generalkonferenz für Mass und Gewicht gefassten, für die der Meterkonvention angehörenden Staaten bindenden Beschluss zur Einführung der absoluten Einheiten in Übereinstimmung zu bringen, schritt man zu einer Änderung des Gesetzes und zur Aufstellung einer Verordnung betreffend abgeleitete elektrische und magnetische Grössen. Hierauf wird in den Abschnitten 3 bis 5 näher eingegangen.

Im Gebiet der Photometrie bestand die Möglichkeit einer analogen Annäherung an die leitende Idee, nämlich der Ersatz der bisherigen internationalen Kerze, definiert durch Glühlampensätze, durch eine neue Einheit der Lichtstärke, die Candela, definiert durch die Eigenschaften des Schwarzen Körpers bei einer bestimmten Temperatur.

Die photometrischen Einheiten waren bisher nicht im Gesetz verankert. Die Einführung der Candela und der hiervon abgeleiteten Einheiten weiterer lichttechnischer Grössen erfolgte daher auf dem Wege der Bekanntmachung durch das Eidg. Amt für Mass und Gewicht (siehe Abschnitt 6).

Die drei erwähnten amtlichen Verlautbarungen, deren Festsetzungen alle auf 1. Januar 1950 in Kraft

treten, sind im Bulletin des SEV bereits veröffentlicht worden [1] [2] [2a]¹⁾.

Wir geben nachstehend die Definitionen der Einheiten, die im abgeänderten Gesetz, in der Verordnung des Bundesrates und in der Bekanntmachung des Amtes niedergelegt sind, im Wortlaut wieder.

Gesetz, neue Artikel (Abschnitte B, C und D)

Art. 9

Die gesetzliche Haupteinheit der Zeit ist die Sekunde (Symbol: s).

Die Sekunde ist der 86 400. Teil des mittleren Sonnentages.

Art. 10

Die aus den gesetzlichen Haupteinheiten der Länge, der Masse und der Zeit abgeleitete Einheit der Kraft ist das Newton (Symbol: N).

Das Newton ist die Kraft, welche der Masse ein Kilogramm die Beschleunigung ein Meter je Sekunde in der Sekunde erteilt.

Art. 11

Die Einheit der Arbeit (Energie) ist das Joule (Symbol: J).

Das Joule ist die Arbeit, welche verrichtet wird, wenn sich der Angriffspunkt der Kraft ein Newton um einen Meter in der Richtung dieser Kraft verschiebt.

Art. 12

Die Einheit der Leistung ist das Watt (Symbol: W).
Das Watt ist die Leistung ein Joule je Sekunde.

Art. 13

Die gesetzliche Haupteinheit der elektrischen Stromstärke ist das Ampère (Symbol: A).

Das Ampère ist der Strom, der durch zwei in einem Abstand von einem Meter parallel zueinander im leeren Raum angeordnete geradlinige, unendlich lange Leiter von vernachlässigbarem kreisförmigem Querschnitt unveränderlich fließend zwischen diesen Leitern eine Kraft von $2 \cdot 10^{-7}$ Newton je Meter Länge hervorruft würde.

Art. 13bis

Die Einheiten weiterer elektrischer Grössen werden von den drei gesetzlichen Haupteinheiten für Länge, Masse und Zeit und von derjenigen der Stromstärke abgeleitet.

Verordnung

Art. 1

Die Einheit der Elektrizitätsmenge ist das Coulomb (Symbol: C).

Das Coulomb ist die Elektrizitätsmenge, die bei einem Strom von der Stärke ein Ampère in einer Sekunde durch den Leitungsquerschnitt fliesst.

Art. 2

Die Einheit der elektrischen Spannung (Potentialdifferenz) und der elektromotorischen Kraft ist das Volt (Symbol: V).

Das Volt ist die Potentialdifferenz, die zwischen zwei Punkten eines von dem unveränderlichen Strom ein Ampère durchflossenen drahtförmigen Leiters besteht, wenn in ihm die Leistung ein Watt umgesetzt wird.

Art. 3

Die Einheit des elektrischen Widerstandes ist das Ohm (Symbol: Ω).

Das Ohm ist der Widerstand, welcher zwischen zwei Punkten eines von elektromotorischen Kräften freien Leiters besteht, wenn eine zwischen diesen zwei Punkten angelegte unveränderliche Spannung ein Volt in diesem Leiter einen Strom ein Ampère hervorruft.

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss.

Art. 4

Die Einheit der elektrischen Kapazität ist das Farad (Symbol: F).

Das Farad ist die Kapazität eines Kondensators, zwischen dessen Belägen die Potentialdifferenz ein Volt auftritt, wenn er durch die Elektrizitätsmenge ein Coulomb aufgeladen wird.

Art. 5

Die Einheit der elektrischen Induktivität ist das Henry (Symbol: H).

Das Henry ist die Induktivität eines geschlossenen Stromkreises, in welchem die elektromotorische Kraft ein Volt induziert wird, wenn der in ihm fließende elektrische Strom sich gleichförmig um ein Ampère in der Sekunde ändert.

Art. 6

Die Einheit des magnetischen Induktionsflusses ist das Weber (Symbol: Wb).

Das Weber ist der Induktionsfluss, der in einer ihn umschliessenden Windung eine elektromotorische Kraft ein Volt induzieren würde, wenn man ihn in einer Sekunde gleichförmig auf Null abnehmen liesse.

Art. 7

Die Einheit der magnetischen Induktion ist das Weber je Quadratmeter (Symbol: Wb/m²).

Das Weber je Quadratmeter ist die Induktion, deren Fluss durch einen Quadratmeter einer Fläche ein Weber beträgt, wenn die Induktion in allen Punkten dieser Fläche gleich ist und normal zu ihr steht.

Art. 8

Die Einheit der magnetischen Feldstärke ist das Ampère je Meter (Symbol: A/m).

Das Ampère je Meter ist die magnetische Feldstärke im Innern einer zylindrischen, unendlich langen, im feldfreien Raum liegenden Spule, in welcher ein elektrischer Strom gleichförmig verteilt ist und je Meter Spulenlänge die Stärke ein Ampère aufweist.

Bekanntmachung des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht

Mit Zustimmung der Eidg. Mass- und Gewichtskommission wird das Amt für Mass und Gewicht ab 1. Januar 1950 bei Angaben über photometrische Grössen sich folgender Einheiten bedienen:

1. Die Einheit der Lichtstärke ist die Candela (Symbol: cd). Die Candela ist $\frac{1}{60}$ der Lichtstärke, mit welcher der Schwarze Körper bei der Temperatur des erstarrenden Platins je Quadratzentimeter normal zu seiner Oberfläche strahlt.

2. Die Lichtstärke von Lichtquellen, deren spektrale Zusammensetzung von derjenigen des Schwarzen Körpers bei der Temperatur des erstarrenden Platins abweicht, wird auf Grund der relativen spektralen Hellempfindlichkeit des mittleren normalen Auges ermittelt, welche von der Internationalen Beleuchtungskommission und von der Generalkonferenz für Mass und Gewicht zahlenmässig festgesetzt worden ist.

3. Die Einheiten weiterer photometrischer Grössen (Lumen, Lux usw.) werden von der Candela und von gesetzlichen Einheiten der Länge und der Zeit abgeleitet.

Die vorliegende Mitteilung hat zum Zweck, einem weiteren Kreise einige theoretische und praktische Fragen zu beantworten, die sich bei einer solchen Neuerung naturgemäss aufdrängen und die uns auch schon wiederholt gestellt worden sind [3].

2. Zur Frage des Zeitpunktes der Inkraftsetzung

Das Comité international des Poids et Mesures (CIPM) hat, in Ausführung des Beschlusses der Generalkonferenz für Mass und Gewicht von 1933

[4], den Übergang von den internationalen zu den absoluten Einheiten für das Jahr 1940 vorgesehen. Der Krieg zwang zu einer Verschiebung. Im Jahre 1946 waren die messtechnischen Vorarbeiten so weit gediehen, dass das CIPM in Bezug auf elektrische, magnetische und photometrische Einheiten als Zeitpunkt für den Übergang den 1. Januar 1948 wählen konnte.

Von verschiedenen Gründen, die das Amt für Mass und Gewicht bewogen, den vorberatenden Instanzen und unseren Behörden zu empfehlen, einen späteren Zeitpunkt ins Auge zu fassen, seien hier nur die folgenden angedeutet:

a) In Bezug auf die Einheiten Ampère, Coulomb, Volt, Ohm, Farad, Henry und Weber lagen Definitionen und zahlenmässige Angaben über das Verhältnis «absolut zu international» (siehe Abschnitt 5) vor, nicht aber z. B. für die Einheit des magnetischen Feldes, deren Definition und Wert von der Stellungnahme zu der in Abschnitt 4 erörterten Frage der Rationalisierung (Faktor 4π) abhängt.

b) Zum Abdruck in einem Gesetz geeignete *vollständige* international empfohlene Texte betreffend die Lichteinheit und ihre Übertragung auf Lichtquellen beliebiger Farbe lagen nicht vor, was sich darin widerspiegelt, dass in einzelnen Ländern nur die Definition der Lichteinheit (siehe Abschnitt 1, Ziffer 1 der Bekanntmachung des Amtes), in anderen die Lichteinheit *und* die internationale Hellempfindlichkeitsfunktion [5] ins Gesetz übernommen wird. Der Name «Candela» für die neue Lichteinheit wurde erst Mitte 1948 von der Internationalen Beleuchtungskommission [6] gewählt und später von der Union internationale de Physique pure et appliquée [7] und vom Comité International des Poids et Mesures übernommen [8].

Diese Tatsachen verstärken das Bedürfnis nach einheitlichen vollständigen Unterlagen für legislative Zwecke, ein Bedürfnis, das auch seinen Ausdruck in einem im Oktober 1948 von französischer Seite der Generalkonferenz für Mass und Gewicht vorgelegten Entwurf zu einem internationalen Einheitengesetz fand [9]. Die dadurch ausgelöste Umfrage ist noch nicht abgeschlossen.

Leider steht in Bezug auf die spezielle Umfrage der Internationalen Elektrotechnischen Kommission betreffend die Rationalisierung das definitive Ergebnis noch aus. Es handelt sich hierbei um die seit Jahrzehnten diskutierte Frage: Will man den Kugelfaktor 4π aus den Maxwell'schen Feldgleichungen herausnehmen und in den Nenner der Gesetze von Coulomb und Biot-Savart verlegen oder nicht? Wer feldtheoretisch denkt, bejaht diese Frage, wer fernwirkungstheoretisch denkt, verneint sie.

Nach reiflicher Überlegung, im Einverständnis mit der Eidg. Mass- und Gewichtscommission und in enger Anpassung an die Bestrebungen des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, dem Giorgi-System [10] in *rationaler* Darstellung zu allgemeinem Gebrauch zu verhelfen, wurde dem Bundesrat die in Abschnitt 1 wiedergegebene Verordnung vorgelegt, welche in Art. 8 eine eindeutige Stellungnahme zugunsten der *rationalen* Darstellung enthält.

Alle diese Überlegungen, sowie die Absicht, Gesetz, Verordnung und allfällige Bekanntmachungen gleichzeitig wirksam werden zu lassen, veranlassten

das Amt, den Behörden den 1. Januar 1950 als Zeitpunkt der Inkraftsetzung zu beantragen.

3. Bemerkungen zum Bundesgesetz

Das Bundesgesetz von 1909 gab die Definitionen folgender *internationaler* Einheiten: Ohm, Ampère (und Ampèrestunde), Volt, Watt (und Wattstunde). Man empfand einerseits das Bedürfnis, die Gelegenheit ihrer Ersetzung zu benutzen, um die Liste der legal festgelegten Einheiten um einige wichtige zu erweitern, andererseits sollte das Gesetz nicht zu stark belastet werden. Ferner ist eine Verordnung gegebenfalls leichter zu erweitern als ein Gesetz. Man stützte sich daher auf Art. 23: «In diesem Gesetze nicht aufgeführte Einheiten und Masse, welche sich von den Haupteinheiten ableiten lassen, werden durch Verordnung des Bundesrates bestimmt.»

Das Gesetz braucht daher nur ein zum Aufbau des Einheitensystems nötiges Minimum an Einheiten, nämlich die gesetzlichen Haupteinheiten, zu enthalten.

Die oft wiederkehrende Wortverbindung «gesetzliche Haupteinheit» bedarf einer Erläuterung. Das Gesetz von 1909 gibt die Definitionen des Meters und des Kilogramms. Wir betrachten daher m und kg als die bereits gegebenen «gesetzlichen Haupteinheiten». Aus unten angegebenen Gründen werden ihnen als dritte und vierte gesetzliche Haupteinheit s und A beigefügt. Diese vier Einheiten m kg s A sind *beliebige* vier aus der abgestimmten Gesamtheit der Giorgi-Einheiten; sie sind nicht «fundamentaler» als z. B. das Quadrupel m s V A. Nur für *gesetzgeberische* Zwecke werden sie als *Haupteinheiten* erklärt.

Die Fassung des Gesetzes von 1909 enthält, wie eben erwähnt, nur m und kg explicit als gesetzliche Haupteinheiten. Die Giorgi-Einheit der Zeit, die Sekunde, ist nur implicit darin enthalten. Es besteht kein logischer Zwang, die Sekunde als dritte gesetzliche Haupteinheit zu wählen; es bestand aber auch nicht der geringste Grund, es *nicht* zu tun. Mit der ausdrücklichen Nennung der Sekunde als gesetzliche Haupteinheit in Art. 9 ist eine begriffliche Lücke der alten Fassung beseitigt worden. Es schien überflüssig, diesen Artikel noch mit einer Ergänzung zu belasten, wonach die Minute und die Stunde ebenfalls gesetzliche Einheiten seien.

Zur Definition des Joule, des Watt und des Ampère benötigt man den Begriff der Kraft. Daher folgt in Art. 10 die Definition der Giorgi-Einheit der Kraft, für welche der Name «Newton» (Symbol: N), von der Commission Electrotechnique Internationale [11] 1938 vorgeschlagen und von der Union internationale de Physique pure et appliquée [7] und der Conférence générale des Poids et Mesures 1948 [12] sanktioniert worden ist. Die in Art. 11 und 13 gegebenen Definitionen des Joule und des Ampère unterscheiden sich von dem vom CIPM gegebenen Wortlaut nur dadurch, dass «MKS-Einheit der Kraft» durch Newton ersetzt worden ist.

Es ist hier nicht der Ort, zur Frage der nicht abgestimmten, in der Praxis ausserhalb Handel und Verkehr verwendeten Kraft- und Druckeinheiten

(kg*, etc.) Stellung zu nehmen, doch sei nicht unterlassen, der Hoffnung Ausdruck zu geben, die Aufnahme des Newton ins Gesetz trage zu vermehrter Einheitlichkeit in diesem Gebiete bei [13].

Wenn die Einheiten der Arbeit (Energie) und der Leistung trotz des abgeleiteten Charakters im Gesetz (Art. 11 und 12) explicit aufgeführt sind, so geschah dies angesichts der grossen praktischen Bedeutung dieser Grössen, die im Prüfungszwang für Elektrizitätsverbrauchsmesser ihren Ausdruck findet.

Die Mannigfaltigkeit in den Möglichkeiten der Energieumwandlung, bei denen man in der Beschreibung vom Watt Gebrauch machen kann, hat uns veranlasst, in der vom CIPM gegebenen Definition («Le watt est la puissance qui donne lieu à une production d'énergie égale à 1 joule par seconde») wegzulassen, was als Einschränkung im Bereich des Begriffs der Leistung aufgefasst werden könnte.

Es ist einer der Vorzüge des absoluten Einheitensystems, dass es die bisherige Doppelspurigkeit in den Arbeits- und Leistungseinheiten ($1 \text{ int. W} = 1 \text{ int. } \Omega \times 1 \text{ int. A}^2$; $1 \text{ W (abs.)} = 1 \text{ W (mech.)} = 1 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-3}$) beseitigt. Es hatte sich gezeigt, dass die um die Jahrhundertwende angestrebte Angleichung der internationalen an die absoluten Definitionen z. B. für das Watt nur auf 0,3 ‰ genau gelungen war. Da nun das Watt eine elektrisch und mechanisch äusserst wichtige Einheit ist, empfand man die Existenz zweier Einheiten für dieselbe Grösse besonders störend. Die definitionsmäßige Angliederung der elektrischen an die mechanischen Einheiten lässt nun nur noch *ein* Watt, das aus m kg s abgeleitet, bestehen. In der Zählverordnung von 1933 [14] bedeutet nun z. B. 1 kWh nicht mehr $1000 \text{ int. W} \times 3600 \text{ s}$, sondern $1000 \text{ W (abs.)} \times 3600 \text{ s}$. Der Unterschied ist praktisch bedeutungslos.

Dank der Identität von mechanischem und elektrischem Watt genügt nun die Wahl *einer* elektrischen gesetzlichen Haupteinheit neben 3 gesetzlichen Haupteinheiten der Mechanik, um weitere elektrische Einheiten ableiten zu können (Art. 13^{bis}).

Das Ampère wurde als gesetzliche Haupteinheit gewählt, weil es auf Grund der Definition gemäss Art. 13, d. h. mittels einer Stromwaage, mit einer für alle kommerziellen Zwecke ausreichenden Genauigkeit von den grossen Staatslaboratorien verwirklicht werden kann, und weil es diejenige Einheit ist, für die das CIPM eine absolute Definition gibt.

Gelegentlich wird in der Literatur das Ohm als vierte gesetzliche Haupteinheit empfohlen, weil der Widerstand als Grösse, die die Dimensionen der Länge, der Zeit und der Permeabilität des leeren Raumes, nicht aber die Masse enthält, genauer absolut zu erfassen sei. Es ist aber denkbar, dass während einigen Jahren die absoluten Widerstandsmessungen, dann aber in anderen Instituten die absoluten Strommessungen an Genauigkeit im Vorsprung sind. Das Gesetz muss von solchen Schwankungen unabhängig sein. Der Gesetzgeber will nur, dass das Gesetz alle Beteiligten bindet. Die Verantwortung für die technische Verwirklichung dieser

Bindung trägt das beauftragte Staatslaboratorium. Wenn dieses, wie das Eidg. Amt für Mass und Gewicht, weder personell noch materiell in der Lage ist, Absolutmessungen auszuführen, so hat es für Anschlussmessungen an das Ausland (Bureau International des Poids et Mesures, etc.) zu sorgen. Was für den Gesetzgeber primär ist, braucht weder für den Präzisionsmesstechniker noch für den Lehrer primär zu sein. Dieser wird sich im elektrotechnischen Unterricht lieber der Einheiten m s V A zur Ableitung der übrigen bedienen.

In den neuen Artikeln des Gesetzes sind den Einheiten die als legal zu betrachtenden Symbole beigelegt worden. Diese entsprechen den Symbolen, welche von der Commission Electrotechnique Internationale und der Union de Physique pure et appliquée [7] empfohlen und von der Generalkonferenz für Mass und Gewicht 1948 [12] sanktioniert worden sind.

Während es im alten Gesetz nicht störte, dass die Temperatur in alt Art. 9 zwischen den mechanischen und den hiervon gesetzlich unabhängigen internationalen elektrischen Einheiten figurierte, verlangt der physikalische Zusammenhang jetzt eine Verschmelzung von elektrischen und mechanischen Einheiten zu einem Ganzen. Der Temperatur-Artikel musste daher umnummeriert werden und erscheint im Anschluss an die elektrischen Einheiten als neu Art. 14.

Es liegt nahe, Grössen, deren Masse nicht der Eichpflicht unterstellt sind, in der Gesetzgebung tunlichst in den Hintergrund treten zu lassen. Nun bestand und besteht für Thermometer, auch ärztliche, in der Schweiz kein Prüfungszwang. Wenn der Temperatur im alten Gesetz ein besonderer Artikel eingeräumt war, so geschah dies nicht nur wegen der Erwähnung der Temperatur in Art. 5 als Parameter in der Definition des Meters, sondern als Waffe im Kampf gegen die damals sehr verbreitete Réaumur-Skala. Angesichts der heutigen Verbreitung der Fahrenheit-Skala ist es angebracht, die Temperaturdefinition im Gesetz beizubehalten. Formell und inhaltlich ist sie etwas überholt; in der Temperaturmesstechnik wird nach wie vor die internationale Temperaturskala benützt, die von der CGPM in alle Einzelheiten durch Angabe von Fixpunkten und Interpolationsverfahren festgelegt worden ist. Gegenwärtig stehen in internationalen Kreisen zwei Varianten der thermodynamischen Skala zur Diskussion [15], die Skala mit 0°C und 100°C für Gefrierpunkt und Siedepunkt des Wassers, und die theoretisch vollkommenere Skala mit dem absoluten Nullpunkt und einem weiteren Fixpunkt, z. B. dem Tripelpunkt des Wassers, als Definitionspunkten. Es ist denkbar, dass das erhoffte zukünftige einheitliche Einheitengesetz sich der letztgenannten Definition bedienen wird. Eine definitive Bereinigung kann anlässlich einer Totalrevision des Bundesgesetzes von 1909 vorgenommen werden.

Für eine solche spricht auch die heutige Form der Art. 7 und 8 (m und kg), wo aus organisatorischen und historischen Gründen Einzelheiten

über dezimale Multipla und Submultipla von m und kg enthalten sind, die man in Zukunft nicht in dieser Anordnung im Gesetz verankern würde. Da aber erfahrungsmässig und prinzipiell an Gesetzen nichts geändert werden soll, wenn man keine bedeutsame inhaltliche Änderung zum Ausdruck bringen will, so wurden Art. 5...8, die für die Aufrechterhaltung der Ordnung im Mass- und Gewichtswesen eine grössere Rolle spielen als irgendwelche andere Artikel des Gesetzes, in ihrer Form belassen.

Diese Erläuterungen mögen genügen, um verstehen zu lassen, warum der Bundesversammlung nur eine Teilrevision des Kapitels II (Die gesetzlichen Masseinheiten) vorgeschlagen wurde.

4. Bemerkungen zur Verordnung

Die *Verordnung* stützt sich auf die Idee der Ableitbarkeit (Art. 13^{bis}). Dabei werden die Methoden der «Ableitung» als etwas wissenschaftlich *Bekanntes* und *Gegebenes* vorausgesetzt. Für den kritisch Denkenden sind sie allerdings keine *logische* Selbstverständlichkeit. Ohne die Forderung, dass die Einheiten unter Zugrundelegung *bestimmter* Grössengleichungen aufeinander abgestimmt sein sollen, ist überhaupt die «Ableitung», wie sie in Art. 2...8 der Verordnung durchgeführt wird, nicht möglich. Aber es handelt sich hier um Betrachtungen, die man nicht den Behörden zur Beschlussfassung vorlegt, wenn der Fachmann durch Übereinkunft eine natürliche Lösung gefunden hat.

Eine ernstliche Unbestimmtheit in der Ableitung ergab sich nun aus dem Umstand, dass man zwischen rationaler und nichtrationaler Schreibweise der Gleichungen der Elektrizitätslehre frei wählen kann [10]. Es ist hier nicht so, dass *eine* Möglichkeit als die weitaus naheliegendste hervorsticht. Hierüber ist aber in Fachkreisen in der Schweiz jahrelang eingehend diskutiert worden. Es ist höchste Zeit, dass man demjenigen, der nicht mit verschiedenen interessanten Möglichkeiten vergleichend operieren, sondern auf *eine empfehlenswerte Art* rechnen will, endlich eine solche empfiehlt. Die Eidg. Mass- und Gewichtskommission und das Eidg. Amt für Mass und Gewicht unterstützen in diesem Sinne gerne die Bestrebungen des SEV bzw. dessen Fachkollegium Elektrische und magnetische Grössen und Einheiten (FK 24), in welchem das Amt ebenfalls vertreten ist. Das gegenwärtige Nebeneinanderbestehen von Oersted (nicht rational, klassisch) und Ampère/cm (oder pro Meter) als Einheiten der magnetischen Feldstärke ist unbefriedigend. Es soll wirksam dazu beigetragen werden, diesem Zustand ein Ende zu bereiten, indem in Art. 8 die rationale Giorgi-Einheit der magnetischen Feldstärke in die Verordnung aufgenommen worden ist.

Auch in einer Verordnung schien es uns nicht angängig, Vollständigkeit anzustreben. Über weitere minderwichtige Einheiten orientieren die Symboltabellen des SEV [13].

Dezimale Teile und Vielfache des Ampère und der in der Verordnung aufgeführten Einheiten sol-

len, je nach dem in der wiedergegebenen Tabelle genannten Bruchteil oder Vielfachen der Einheit, durch Vorsetzen einer Silbe vor den Namen der Einheit, und das Symbol durch Vorsetzen eines entsprechenden Buchstabens vor das Symbol der Einheit gebildet werden.

Vorsilbe	Bruchteil der Einheit	Vor Symbol	Vorsilbe	Vielfaches der Einheit	Vor-Symbol
Piko	10 ⁻¹²	p	Kilo	10 ³	k
Nano	10 ⁻⁹	n	Mega	10 ⁶	M
Mikro	10 ⁻⁶	μ	Giga	10 ⁹	G
Milli	10 ⁻³	m	Tera	10 ¹²	T

Diese Tabelle deckt sich mit derjenigen der Union de Physique pure et appliquée 1948 [7] und der Publikation Nr. 192 des SEV [13]²⁾.

Nach diesen Hinweisen auf den Inhalt des Gesetzes und der Verordnung sei auch die Wahl der Form, der Definitionen kurz begründet. Diese Wahl war keineswegs leicht zu treffen. Das CIPM [16] umschreibt den Zweck der Definitionen wie folgt: Um Beschlüsse gesetzlicher Natur formulieren zu können, welche sich ausschliesslich auf die Grösse der Einheiten und nicht auf die Verfahren zu ihrer Verwirklichung beziehen, ist es empfehlenswert über eine Gesamtheit von Definitionen zu verfügen, die dem genannten Zweck genügen und gleichzeitig nach Möglichkeit in einfacher und leicht verständlicher Weise ausgedrückt sind. Die von CIPM gegebenen und in die französische Fassung des Gesetzes fast wörtlich übernommenen Formulierungen stammen aus einer Zeit [17], wo die Gleichstromprobleme noch im Vordergrund standen. Sie mögen manchem etwas unmodern erscheinen. Sie beschreiben spezielle einfache Beispiele in nicht immer mathematisch präziser, aber doch von jedermann sofort richtig verstandener Weise. Dass der klassische «fil conducteur» mit 2 wohldefiniert gedachten Endpunkten praktisch aus einem Vierpol mit Strom- und Spannungsklemmen, bzw. aus dem zwischen 2 Äquipotentialflächen liegenden Teile eines ausgedehnten Leiters besteht, wird nicht gesagt. Für den höheren Unterricht mag eine abstraktere präzisere Formulierung in der zuletzt angedeuteten Weise den Vorzug verdienen. Aber es zeigt sich, dass bei konsequenter Durchführung solcher Gedanken von den vom CIPM zur Verfügung gestellten Formulierungen wenig mehr übrig bleibt. Nun soll, wie schon erwähnt, die Möglichkeit eines internationalen Einheitengesetzes geprüft werden. Es ist zu hoffen, dass in einigen Jahren Texte vorliegen, die sich zu legislativen Zwecken besonders eignen. Einer solchen Fassung könnte man sich in der Schweiz anlässlich einer künftigen Totalrevision des Bundesgesetzes über Mass und Gewicht bedienen. Als Provisorium dürften bis dahin die von der CIPM gegebenen Texte ausreichen. Würde andererseits jedes Land im aufrichtigen Bestreben, die CIPM-Texte zu verbessern, zu eigenen neuen Fas-

²⁾ Diese Symboltabellen wurden im Juli 1929 der Commission Electrotechnique Internationale unter der Nummer 25 (Suisse) 2 zugestellt.

sungen gelangen, so ist anzunehmen (die bisherigen Erfahrungen gestatten diese Vermutung), dass so viele Fassungen wie Gesetze entstehen. Dadurch würden die Aussichten auf ein einheitliches Gesetz stark herabgemindert. Aus der Erkenntnis heraus, dass Gesetzgebung, Unterricht und Praxis recht divergierende Bedürfnisse mit sich bringen, die kaum eine Fassung gestatten, die für jeden Zweck die geeignetste ist, wurden die französischen vom CIPM gegebenen Texte fast unverändert übernommen. Im wesentlichen wurde nur in Art. 1 der Verordnung zur Präzisierung der Leitungsquerschnitt eingeführt und in Anpassung an den heutigen Sprachgebrauch in Art. 2 die Bezeichnung Spannung in den Vordergrund gestellt.

Inhaltlich neu gegenüber den Texten des CIPM sind die rationalen Giorgi-Einheiten der magnetischen Induktion Wb/m^2 und der magnetischen Feldstärke A/m . Für beide sind international einheitlicher Name und einheitliches Symbol noch nicht festgesetzt worden. Es ist zu hoffen, dass diese Lücke in Bälde ausgefüllt werden kann.

5. Praktische Auswirkungen

Die Beträge, um die die Einheiten beim Übergang geändert werden, ergeben sich aus den folgenden Beziehungen zwischen den Mittelwerten für die internationalen Einheiten und den entsprechenden absoluten Einheiten. Diese von der Neunten Generalkonferenz für Mass und Gewicht angenommenen Verhältniszahlen sind mit einer Unsicherheit behaftet, die 2 Einheiten der letzten Dezimale nicht überschreitet [4].

1 int. Ohm	= 1,00049 Ohm (abs.)
1 int. Ampère	= 0,99985 Ampère (abs.)
1 int. Volt	= 1,00034 Volt (abs.)
1 int. Watt	= 1,00019 Watt (abs.)
1 int. Farad	= 0,99951 Farad (abs.)
1 int. Henry	= 1,00049 Henry (abs.)
1 Ohm (abs.)	= 0,99951 int. Ohm
1 Ampère (abs.)	= 1,00015 int. Ampère
1 Volt (abs.)	= 0,99966 int. Volt
1 Watt (abs.)	= 0,99981 int. Watt
1 Farad (abs.)	= 1,00049 int. Farad
1 Henry (abs.)	= 0,99951 int. Henry

Wenn man erreichen wollte, dass eine Grösse beim Übergang von alten zu neuen Einheiten sich so ändert, dass die Masszahl die gleiche bleibt, so muss man diese Grösse,

- im Falle eines Widerstandes, um $\frac{1}{2} \text{‰}$ verkleinern;
- im Falle eines Kondensators, die Kapazität um $\frac{1}{2} \text{‰}$ erhöhen;
- im Falle einer Spule, die Induktivität um $\frac{1}{2} \text{‰}$ verkleinern.

Im praktischen Leben wird sich dieser Übergang nur wenig bemerkbar machen, um so mehr als er gegenüber dem bisherigen Zustand für keine neue Grösse bzw. Kategorie von Instrumenten die Prüfpflicht mit sich bringt. In der Präzisionsmesstechnik dagegen wird er eine Reihe von Folgeerscheinungen nach sich ziehen.

Zunächst wird man mit der Möglichkeit der Verwechslung von alten mit neuen Einheiten rechnen

müssen, und zwar immer dann, wenn Aufschriften auf Apparaten und Eintragungen in Akten nicht eindeutig sind. Die alten Einheiten sollten grundsätzlich durch einen Vermerk gekennzeichnet sein, welcher erkennen lässt, dass sie sich auf das internationale Einheitensystem beziehen; aber diese Angaben fehlen in vielen Fällen, wo die Genauigkeitsansprüche diese Präzisierung nötig machen würden. Die durch die neuen amtlichen Verlautbarungen definierten Einheiten heissen — trotzdem sie in der Geschichte der Einheitensysteme als «absolute» bezeichnet werden — : Ohm, Volt, ... ohne weitere Kennzeichnung, und die Aufschriften sollten diesen Festsetzungen entsprechen. Um Verwechslungen vorzubeugen, ist daher jedermann zu empfehlen, in allen Fällen, wo es zweckmässig erscheint, ältere Eintragungen und Aufschriften zu ergänzen. Dies natürlich nur in Fällen, wo die Genauigkeit es rechtfertigt; es wäre z. B. nicht am Platz, auf der Skalenscheibe eines Zeigerinstrumentes, welches $\frac{1}{2} \text{‰}$ bestenfalls noch gerade abzulesen gestattet oder welchem eine Korrekturtafel beigegeben ist, einen zusätzlichen Vermerk int. oder abs. anzubringen. Auch bei den Aufschriften auf Zählern ist keine zusätzliche Kennzeichnung vorzusehen.

Ab 1. Januar 1950 sollen schriftlich abgeschlossene Verträge und amtliche Aktenstücke (Art. 27 BG. 1909) sich der neuen Einheiten bedienen und das Eidg. Amt für Mass und Gewicht wird dieser Forderung in den von ihm ausgestellten Prüfscheinen entsprechen; während einer Übergangsperiode, deren Dauer nicht zum voraus angegeben werden kann, werden jedoch Angaben, die zu Zweifeln Anlass geben könnten, von einem Hinweis begleitet sein, dass es sich um absolute Einheiten handle. Das Amt für Mass und Gewicht empfiehlt, während dieser Übergangsperiode jeder Angabe über Einheiten, die zu Verwechslung Anlass geben könnte, den Vermerk int. oder, in Klammer: (abs.) beizufügen. Im besondern ist es unerlässlich, auf den gegenwärtig im Handel auftauchenden Apparaten (in erster Linie Widerstandsnormale, Widerstandskasten, Kondensatoren, Induktivitäten) anzugeben, ob sie in alten oder neuen Einheiten abgeglichen sind. Es genügt zum Beispiel nicht, dass der Fabrikant mitteilt, dass von einer gewissen Serien- oder Fabrikations-Nummer an, die neuen Einheiten gemeint seien; während einigen Jahren ist also die zusätzliche Kennzeichnung «(abs.)» als notwendiges Übel zu betrachten. Es ist unsere Pflicht, heute darauf zu achten, dass nicht die kommende Generation die Folgen ungenügender Kennzeichnung zu tragen hat; nach Jahren werden Umbestimmtheiten solcher Art schwer abzuklären sein.

Soll man Widerstände, Kapazitäten und Induktivitäten in bestehenden Apparaten durch Abänderung neu abgleichen, sofern die Genauigkeit mindestens $\frac{1}{2} \text{‰}$ beträgt? Die Beantwortung dieser Frage muss von verschiedenen Faktoren abhängig gemacht werden. Als Beispiel sei hier der Fall des Widerstandes betrachtet. Um Widerstände neu ab-

zugleichen, kann man den Leiter verkürzen oder einen 2000mal grösseren Widerstand parallel legen. Wenn zu diesem Zweck ein Eingriff mit dem Löt-kolben notwendig wird, so wird man sich zweimal fragen, ob man bei einem gut gealterten Widerstand die für Präzisionsmessungen so wertvolle Stabilität des Materials stören will. Auch wird, namentlich bei Widerstandskasten, der zur Abgleichung und Neueichung nötige Arbeitsaufwand in die Waagschale gelegt werden müssen. Je nach den Besonderheiten des Falles kann man zum Schluss kommen, dass das Arbeiten mit Korrekturfaktoren den Vorzug verdient. Wenn im Besonderen nur Widerstandsverhältnisse in die Rechnung eingehen (Spannungsteiler, Brücken), so darf man ohne weiteres mit den alten Widerstandswerten rechnen.

Für andere Kategorien von Instrumenten und Geräten gilt Ähnliches: Es lässt sich keine rezeptartige Antwort auf die gestellte Frage erteilen, und jeder-mann wird von Fall zu Fall, je nach Art und Anwendung des Instruments, selbst den besten Weg finden müssen.

6. Photometrische Einheiten

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die internationale Organisation des Mass- und Gewichtswesens sich in dauernder praktischer und theoretischer Entwicklung befindet und dass es zweckmässig erschien, der jetzigen Revision des Bundesgesetzes den Charakter einer auf das unumgänglich Notwendige sich beschränkenden Teilrevision zugeben. Anlässlich einer späteren Totalrevision wird man prüfen können, ob man die neue Lichteinheit in der dannzumal empfohlenen Fassung als fünfte gesetzliche Haupteinheit in ein einheitliches Gesetz aufnehmen will. Im Augenblick darf man sich durch den Gedanken leiten lassen, dass auf absehbare Zeit hinaus in Bezug auf keine lichttechnische Grösse ein Prüfwang mit seinen rechtlichen Konsequenzen zu erwarten ist. Eine gesetzliche Regelung ist also nicht nötig und man kann der Einführung der Candela den Charakter einer technischen Vereinbarung geben. Im Einverständnis mit der Eidg. Mass- und Gewichtskommission hat daher das Amt den Weg der *Bekanntmachung* beschritten. Die Autorität der befürwortenden Instanzen (Internationale Beleuchtungskommission, Comité consultatif de Photométrie, Comité International des Poids et Mesures [18], Generalkonferenz für Mass und Gewicht [19], ist Gewähr für eine reibungslose Umstellung, für welche das Amt hiermit den 1. Januar 1950 empfiehlt.

Ziff. 1 der Bekanntmachung definiert die Candela für eine Lichtart bestimmter spektraler Zusammensetzung. Das photometrische Verhältnis zweier verschieden zusammengesetzter Strahlungen ist im linearen System der Lichttechnik, das hier allein in Betracht zu ziehen ist, gemäss Ziff. 2 zu berechnen nach der Formel

$$\int P'_\lambda V_{\lambda \text{ int}} d\lambda / \int P''_\lambda V_{\lambda \text{ int}} d\lambda$$

Darin bedeuten:

$P'_\lambda P''_\lambda$ Strahlungsleistung in Funktion von der Wellenlänge λ

$V_{\lambda \text{ int}}$ internationale Hellempfindlichkeitsfunktion für Tagesehen [5].

Ziff. 3 besagt, dass unter Lumen (Einheit des Lichtstroms), Lux (Einheit der Beleuchtungsstärke), Stilb (Einheit der Leuchtdichte) etc. grundsätzlich die neuen, *aus der Candela abgeleiteten*, Einheiten zu verstehen seien. Zur Vermeidung von Missverständnissen wird es aber auch hier analog wie bei den elektrischen Einheiten (siehe Abschnitt 5) zweckmässig sein, während einer längeren Übergangszeit eine nähere Kennzeichnung in Klammern beizufügen, z. B.

Lumen (neu), lm (neu)

während für die bisherigen Einheiten nur noch Benennungen und Bezeichnungen von der Art

int. Lumen, int. lm

zu verwenden sind.

Durch die Formulierung «... und gesetzlichen Einheiten der Länge und der Zeit ...» wird z. B. die Footcandle vom Kreis der hier betrachteten Einheiten ausgeschlossen.

Über die international gebräuchlichen Zusammenhänge zwischen photometrischen Einheiten orientieren die Schweiz. Allg. Leitsätze für elektrische Beleuchtung [20].

Für das Verhältnis cd / int. b liegen keine definitiven offiziellen Ziffern vor. Für die Farbtemperatur von 2046 °K geben (1947) das National Physical Laboratory, Teddington, und das National Bureau of Standards, Washington, als Mittel

$$1 \text{ Candela} = 0,982 \text{ int. Kerzen.}$$

Auch die Zahl 0,981 (bzw. 1,019 für 1 int. b / 1 cd) ist in der Literatur zu finden. Es genügt für alle Zwecke, wenn man sich einprägt, dass auf int. b sich beziehende Masszahlen mit 1,02 zu multiplizieren sind.

Diese Regel bedarf allerdings einer einschränkenden Erläuterung, weil aus den Kriegsjahren viele ausländische in *internationalen* Kerzen gemachte Angaben stammen, die *nicht* auf V_λ -getreuen Messungen beruhen.

Zur Klarstellung sei folgendes festgehalten: Unterschiede in den Verfahren, die als Unterschiede zwischen den jeweils wirksamen Hellempfindlichkeitsfunktionen gedeutet werden können, führen bei der Ausrechnung der Versuchsergebnisse zu verschiedenen *Masszahlen* für dieselbe Grösse (z. B. Lichtstärke einer zwischen Laboratorien ausgetauschten Lampe), woraus man dann nach der Formel

$$\text{Grösse} = \text{Masszahl} \text{ mal} \text{ Einheit}$$

Unterschiede in den *Einheiten* errechnet. Dies führte zu den gebräuchlichen, aber das Verständnis erschwerenden Umrechnungsfaktoren, die das Verhältnis zweier Einheiten als Funktion der Farbtemperatur erscheinen lassen. So wurden für das Verhältnis zwischen int. Kerze und Hefnerkerze

Werte von 1,11 (bei ca. 2000 °K) bis 1,17 (bei 2600 °K) angegeben. Historisch war die Situation in diesem Fall verständlich, da die fundamentalen Messungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zeitlich der internationalen Festlegung von V_{λ} vorangingen, hingegen ist die Ausdrucksweise zum mindesten unglücklich, wenn es sich um die Beschreibung des Verhältnisses zwischen internationaler Kerze und Candela handelt. Die Farbtemperatur der die internationale Kerze definierenden Glühlampensätze und die Temperatur des erstarrten Platins unterscheiden sich so wenig (weniger als 50 °), dass die erwähnten Unterschiede in den Verfahren praktisch nicht ins Gewicht fallen. Heute, nachdem die grossen Laboratorien die Schwierigkeiten in der Verwirklichung der Definitionsbedingungen weitgehend überwunden haben, kann und muss man sagen, das Verhältnis zwischen alter und neuer Einheit, *so wie beide definiert sind*, sei eine feste Zahl, nämlich rund 1,02.

Wenn im demnächst erscheinenden Sekretariatsbericht der Fachkommission Einheiten und Normale der Internationalen Beleuchtungskommission aus amerikanischer Quelle stammende Zahlen wie 1,019 bei 2100 °K, 1,006 für den Bereich 2300 °... 2500 °K und 0,997 für 2600 °... 3000 °K Farbtemperatur angegeben sind, mit denen die alten Masszahlen zwecks Umrechnung in neue zu multiplizieren sind, so ist das der Ausdruck dafür, dass die grossen, vor vielen Jahren genau untersuchten Glühlampensätze der Staatslaboratorien und der Glühlampenindustrie Skalen für sich definierten, die nicht einer $V_{\lambda, \text{int}}$ -getreuen Bewertung entsprachen.

In der Schweiz werden seit Jahren mit Hilfe physikalischer (objektiver) Verfahren Lichtquellen aller Art V_{λ} -getreu bewertet. Das Eidg. Amt für Mass und Gewicht hat daher nur *einen* Umrechnungsfaktor anzugeben, denn die Bewertungsgrundlage ändert für heterochrome Vergleichen beim Übergang zur Candela nicht.

Literatur

- [1] Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung betreffend die Abänderung des Bundesgesetzes über Mass und Gewicht (vom 5. Januar 1949); Bundesgesetz

- betreffend die Abänderung des Bundesgesetzes über Mass und Gewicht (Entwurf). Bull. SEV Bd. 40(1949), Nr. 3, S. 76...77.
Samml. eidg. Gesetze 1949, Nr. 43, S. 1531...1533.
- [2] Verordnung betreffend die Einheiten elektrischer und magnetischer Grössen (vom 8. November 1949). Bull. SEV Bd. 40(1949), Nr. 26, S. 1040...1041.
Samml. eidg. Gesetze 1949, Nr. 43, S. 1534...1535.
- [2a] Bekanntmachung des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht betreffend die Einführung neuer photometrischer Einheiten. Bull. SEV Bd. 40(1949), Nr. 26, S. 1041.
- [3] Technische Einzelheiten über Absolutmessungen: *F. B. Silsbee*: Establishment and Maintenance of the Electrical Units. Washington, National Bureau of Standards, 1949. Circular 475.
Historisches: *U. Stille*: Die Entwicklung der elektrischen Einheiten in den letzten hundert Jahren. Arch. Elektrotechn. Bd. 39(1948), Nr. 3, S. 130...164.
- [4] CIPM (Comité international des Poids et Mesures), Procès-Verbaux Bd. 20(1945/46), S. 129; Bd. 19(1939), S. E 25.
CGPM (9. Conférence générale des Poids et Mesures), Comptes rendus 1948 (Paris 1949), S. 49.
- [5] Commission Internationale de l'Éclairage, Compte rendu des séances, Genf 1924.
- [6] Commission Internationale de l'Éclairage, Décisions et Recommandations officielles, Paris 1948, S. 2.
- [7] Union internationale de Physique pure et appliquée, Comité Symboles, Unités, Nomenclature. Doc. S. U. N. 49—1 (avril 1949).
- [8] CIPM, Procès-Verbaux Bd. 21(1948), S. 67.
- [9] CGPM, Comptes rendus 1948, S. 64, 107.
- [10] Zur Einführung des Giorgi-Systems, Bulletin SEV Bd. 40(1949), Nr. 15, S. 462...474.
- [11] Commission Electrotechnique Internationale, Torquay 1938.
- [12] CGPM, Comptes rendus 1948.
- [13] Regeln und Leitsätze für Buchstabensymbole und Zeichen, Publikation Nr. 192 des SEV oder 25 (Suisse) 2, Juli 1949.
- [14] Vollziehungsverordnung über die amtliche Prüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern (vom 23. Juni 1933).
- [15] CIPM, Procès-Verbaux Bd. 21(1948), S. T 24, T 30; CGPM, Comptes rendus 1948, S. 55, 57, 89.
- [16] CIPM, Procès-Verbaux Bd. 20(1945/46), S. 131.
- [17] International Conference on Electrical Units and Standards, London 1908.
- [18] CIPM, Procès-Verbaux Bd. 20(1945/46), S. 119.
- [19] CGPM, Comptes rendus 1948, S. 54.
- [20] Schweizerische Allgemeine Leitsätze für elektrische Beleuchtung, Zürich, 1939 (1. Auflage) und 1947 (2. Auflage).

Neue Trockenstromwandler mit Kunstharzisololation

Von *H. Koller*, Zürich-Oerlikon

621.314.224.08
621.315.616.96

Es wird ein Trockenstromwandler beschrieben, dessen Wicklungen nach einem neuen Verfahren fugenlos in das Isoliermaterial eingebettet sind. Die Isolation des Wandlers besteht dabei aus einem giessbaren Kunstharz, welchem spezielle Zusätze beigegeben sind. Nach diesem neuen Verfahren hergestellte Wandler können in Trockenbauart für Nennspannungen bis 60 kV ausgeführt werden. Anschliessend sind einige Ergebnisse von Prüfungen bekanntgegeben, welche an solchen neuartigen Wandlern durchgeführt wurden. Die Anwendung des neuen giessbaren Kunstharzes beschränkt sich nicht nur auf den Wandlerbau, es kann auch auf andern Gebieten des elektrischen Apparatebaues mit gutem Erfolg eingesetzt werden.

C'est la description d'un transformateur d'intensité, type sec, dont les enroulements sont enrobés d'après une nouvelle méthode, sans rainures, dans la matière isolante. La matière utilisée pour l'isolation du transformateur d'intensité est de la résine synthétique à laquelle on a adjoint certains produits spéciaux. Les transformateurs d'intensité du type sec, construits d'après cette méthode, peuvent être fabriqués pour des tensions allant jusqu'à 60 kV. L'article donne aussi quelques essais faits avec ces nouveaux transformateurs d'intensité. L'utilisation de la nouvelle résine synthétique qui peut être fondue, ne se limite pas seulement à la construction des transformateurs d'intensité, elle peut être utilisée également avec de bons résultats dans d'autres domaines de la construction d'appareillage électrique.