

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 58 (1967)

**Heft:** 19

**Artikel:** Die Bereitstellung des Internationalen Einheitensystems und der Stand seiner Übernahme in die Gesetze der Schweiz sowie ihrer Nachbarstaaten

**Autor:** Landolt, M.K.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916283>

#### 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:** 20.02.2026

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

# BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)  
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

## Die Bereitstellung des Internationalen Einheitensystems und der Stand seiner Übernahme in die Gesetze der Schweiz sowie ihrer Nachbarstaaten

Von M. K. Landolt, Zürich

389.15

*Das Giorgi-System oder MKSA-System wurde durch die Organe der Meter-Konvention zum Internationalen Einheitensystem (SI) ausgebaut. Die wesentlichen Resolutionen werden erwähnt. Die SI-Basiseinheiten, die zusätzlichen SI-Einheiten, die abgeleiteten SI-Einheiten und die Vorsätze zur Bildung dezimaler Vielfacher und Teile der SI-Einheiten werden aufgezählt. Dass allmähliche Eindringen des SI in die schweizerischen Gesetze sowie der Stand der einschlägigen Gesetzgebung in den Nachbarstaaten werden dargelegt.*

*Le système d'unités de Giorgi ou MKSA a été complété pour devenir le Système International d'Unités (SI) par les organes de la Convention du mètre. Les résolutions essentielles sont mentionnées. Les unités de base SI, les unités SI supplémentaires et dérivées, ainsi que les préfixes servant à former des multiples et sous-multiples décimaux des unités SI sont énumérés. L'introduction successive du SI dans les lois suisses, ainsi que la situation actuelle de la législation relative au SI dans les pays voisins sont exposées.*

### 1. Einleitung

Im Jahr 1949 haben das Schweizerische Elektrotechnische Komitee und der Vorstand des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins [46]<sup>1)</sup> in einem gemeinsamen Aufruf, der an Elektrotechniker und Physiker gerichtet war, den Lehrern aller Stufen empfohlen, dem Giorgi-System im Unterricht vor andern Maßsystemen den Vorzug zu geben. Das Ziel dieser Empfehlung war, die Zeit des Übergangs auf das neue Maßsystem nach Möglichkeit abzukürzen und auf diese Weise der nachfolgenden Generation einen Dienst zu erweisen. Zur näheren Begründung verwiesen die beiden Organe auf den Artikel «Zur Einführung des Giorgi-Systems» von König, Krondl und Landolt [42].

Seither hat die Verbreitung des Giorgi-Systems langsam aber stetig erfreuliche Fortschritte gemacht, besonders in der Elektrotechnik, in der Physik, in der Thermodynamik und in der Akustik. Im gesetzlichen Messwesen beginnt es in vielen Ländern die Alleinherrschaft anzutreten. Von einer allgemeinen Einführung in die tägliche Praxis ist das Giorgi-System heute aber noch weit entfernt.

Das Giorgi-System beruht auf den vier Basiseinheiten (früher Grundeinheiten genannt) Meter, Kilogramm, Sekunde und Ampère. Basiseinheiten der Temperatur, des Lichts und des Tons fehlen ihm. Um universell verwendbar zu sein, mussten noch weitere Basiseinheiten hinzugenommen werden. Durch Beschlüsse der Generalkonferenz für Mass und Gewicht (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM) sind in den letzten Jahren der Grad Kelvin und die Candela die offiziellen Einheiten der Temperatur und der Lichtstärke geworden. Das so erweiterte Giorgi-System hat den Namen *Système International d'Unités* erhalten; die Abkürzung ist SI. Die deutsche Bezeichnung lautet: Internationales Einheitensystem, die englische: International System of Units.

Dank seiner überzeugenden Vorteile erwachsen dem neuen Einheitensystem fortgesetzt neue Anhänger in alten und neuen Anwendungsbereichen, so dass seine Verbreitung dauernd weitere Fortschritte macht. Dem im Jahr 1949 erlassenen Aufruf darf heute das Zeugnis ausgestellt werden, dass er die richtige Tendenz verfolgt hat.

In der heute zur Tradition gewordenen Benennung «Mass und Gewicht» bedeuten «Mass» eine Einheit der Länge, der Fläche oder des Volumens, «Gewicht» eine Einheit der Masse. Man denkt dabei hauptsächlich an die Verkörperung dieser Einheiten, weniger an die abstrakten Begriffe.

Bestehen zwischen mehreren Einheiten ein und derselben Größenart oder zwischen Einheiten verschiedener Größenarten definierende Beziehungen, so liegen Einheitensysteme vor. Ein Mass- und Gewichtssystem ist ein Einheitensystem, das sich auf die Größen Länge, Fläche, Volumen und Masse erstreckt.

Nachstehend werden die hauptsächlichen Beschlüsse erwähnt, durch welche der Ausbau des Giorgi-Systems zum Internationalen Einheitensystem erfolgte (s. Abschnitt 2). Ferner werden eine Reihe von SI-Einheiten und die zur Bildung der dezimalen Vielfachen und Teile dienenden Vorsätze aufgeführt (s. Abschnitt 3). Schliesslich werden das allmähliche Eindringen der SI-Einheiten in die schweizerischen Gesetze und der Stand der einschlägigen Gesetzgebung in den Nachbarstaaten dargelegt (s. Abschnitt 4). Ergänzend folgen noch Schlussbemerkungen (s. Abschnitt 5) und das Literaturverzeichnis.

### 2. Die einschlägigen Beschlüsse der Generalkonferenz für Mass und Gewicht

Der im Jahr 1875 gegründeten Meter-Konvention gehörten im Jahre 1964 40 Staaten an ([24], S. 3...9). Ihr oberstes Organ ist die Generalkonferenz für Mass und Gewicht (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM), die im Prin-

<sup>1)</sup> Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

zip alle sechs Jahre tagt. Ihr untersteht das *Comité International des Poids et Mesures* (CIPM), das die Geschäfte vorbereitet und häufiger zusammentritt. Es überwacht zudem das *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM), das den ständigen Sitz und das Laboratorium der Meter-Konvention darstellt. Es befindet sich in *Sèvres* bei Paris.

Als die 9. Generalkonferenz nach einer durch den Zweiten Weltkrieg bedingten Verzögerung im Jahr 1948 tagte, lagen ihr zwei das Maßsystem betreffende Vorschläge vor ([21], S. 60, 61). Der erste stammte von der Union internationale de physique pure et appliquée (UIPPA); er bestand aus den drei nachfolgend aufgeföhrten Teilen (in gekürzter Form):

a) Die UIPPA ersucht um Annahme eines praktischen internationalen Maßsystems, ohne damit zu empfehlen, dass das CGS-System von den Physikern preiszugeben sei.

b) Die UIPPA befürwortet zu diesem Zweck das System: Meter, Kilogramm (Masse), Sekunde und eine noch festzulegende elektrische Einheit des praktischen absoluten Systems.

c) Die Krafteinheit dieses Systems soll Newton genannt werden.

Der zweite Vorschlag war ein formeller Antrag der französischen Regierung, die Maßsysteme international zu vereinheitlichen. Er enthielt einen ausgearbeiteten Entwurf für ein Einheitengesetz ([21], S. 104...117). Darin waren als Basiseinheiten der Meter, das Kilogramm (Masse), die Sekunde, das Ampère, der Zentigrad und die Candela (als Einheit der Lichtstärke) vorgesehen. Unter den abgeleiteten Einheiten war als Krafteinheit das Newton genannt.

Die Generalkonferenz kam zur Auffassung, dass sich ein behutsames Vorgehen empfehle; sie beschloss auf Antrag des CIPM, dieses zu beauftragen, in wissenschaftlichen, technischen und pädagogischen Kreisen eine offizielle Umfrage durchzuführen, die Antworten zu sammeln und Empfehlungen abzugeben für die Schaffung eines einheitlichen praktischen Maßsystems, das geeignet wäre, in allen Signatarstaaten angenommen zu werden ([21], S. 60, 64).

Das CIPM hat diese Umfrage durchgeführt ([26], S. 78; [27], S. 95, 96; [28], S. 101...104). Nur mühsam einigte es sich auf einen Resolutionsentwurf ([28], S. 106...108). Dieser liess noch offen, welche elektrische oder magnetische Einheit Basiseinheit sein sollte.

Die 10. Generalkonferenz, die im Jahr 1954 tagte, diskutierte den Resolutionsentwurf eingehend ([22], S. 71...78). Als elektrische Basiseinheit wurde dem Ampère vor dem Coulomb mehrheitlich der Vorzug gegeben. Schliesslich wurde einstimmig beschlossen, als Basiseinheiten für das praktische Maßsystem den Meter, das Kilogramm (Masse), die Sekunde, das Ampère, den Grad Kelvin und die Candela zu verwenden ([22], S. 80).

Zum weiteren Studium der Maßsystem-Angelegenheit bildete das CIPM aus seiner Mitte eine Kommission, die sich wie folgt zusammensetzte ([28], S. 113):

G. D. Bourdoun, USSR, Präsident;  
H. Barrel, Vereinigtes Königreich;  
J. de Boer, Niederlande;  
G. Cassinis, Italien;  
T. Isnardi, Argentinien;  
J. Stulla-Götz, Österreich;  
R. Vieweg, Deutschland;  
Ch. Volet, Direktor des BIPM.

Diese Kommission erstattete dem CIPM ihren Bericht im Jahr 1956 ([29], S. 115...119). In der anschliessenden Beratung ([29], S. 80...85) einigte sich das CIPM auf den Namen

*Système International d'Unités* ([29], S. 82). Im Jahr 1958 wurde ergänzend noch beschlossen, als Abkürzung in allen Sprachen einheitlich SI zu verwenden, also z. B. «Unités SI», «SI-Einheiten», «SI Units» zu sagen ([30], S. 88).

Das Internationale Einheitensystem beruht zusätzlich zu den vier Basiseinheiten des Giorgi-Systems noch auf dem Grad Kelvin als fünfter und der Candela als sechster Basiseinheit. Man hätte das so erweiterte Einheitensystem ebenfalls als Giorgi-System, oder allenfalls genauer als erweitertes oder als verallgemeinertes Giorgi-System bezeichnen können. Gegen einen solchen Namen sprach die Tatsache, dass von Giorgi zwar der Gedanke stammt, das System der praktischen elektrotechnischen Einheiten durch die Hinzunahme des Meters zu einem umfassenden Maßsystem auszubauen, das auch das Kilogramm und die Sekunde als Basiseinheiten enthält ([42], S. 462), dass aber die verwendeten Einheiten selbst durch die Arbeiten sehr vieler hervorragender Männer im Lauf der Zeit geschaffen worden sind. So stammen der Meter und das Kilogramm bekanntlich aus der französischen Revolution, also aus dem Ende des achtzehnten Jahrhunderts ([43], S. 3, 4). Die Sekunde ist als Zeiteinheit im heutigen Sinn viele Jahrhunderte älter; sie wird schon um das Jahr 1000 herum von dem in Afghanistan lebenden arabischen Mathematiker Albérûnî erwähnt ([45], S. 143, 148). Die praktischen elektrotechnischen Einheiten wurden im Jahr 1881 vom *Congrès International des Electriciens* beschlossen ([25], S. 42), und zwar wesentlich in Befolgung von Vorschlägen der *British Association for the Advancement of Science* ([10], S. 223). Aus solchen Überlegungen heraus erscheint es als richtig, für das neue Maßsystem eine neutrale Benennung zu wählen, die aber auf die Universalität hinweist. Diesen Anforderungen entspricht der Name *Système International d'Unités*.

Im Jahr 1960 erstattete die Kommission dem CIPM einen weiteren Bericht und einen umfangreichen Resolutionsantrag ([31], S. 87...89). Die 11. Generalkonferenz stimmte zu (Resolution 12, [23], S. 87, 88). Damit sind die SI-Einheiten und ihre dezimalen Vielfachen und Teile für die der Meter-Konvention angehörenden Staaten offiziell geworden. Der Übergang in die nationalen Gesetze ist nun eine Frage der Zeit.

Die erwähnte Kommission wurde von der CIPM im Jahr 1964 in ein beratendes Komitee, das *Comité Consultatif des Unités* umgewandelt ([32], S. 22). Präsident ist Prof. Jan de Boer (Amsterdam). In dem neuen Organ sollen die hauptsächlichsten internationalen Organisationen, die sich mit den Definitionen und Symbolen von Einheiten befassen, vertreten sein, so für das Gebiet der Elektrizität die *Commission Electrotechnique Internationale* ([33], S. 23).

### 3. Die SI-Einheiten und ihre dezimalen Vielfachen und Teile

Aus der Entschliessung 12 der 11. Generalkonferenz können die Tabellen I...IV entnommen werden ([23], S. 87, 88) <sup>2)</sup>.

Die Vorsätze Kilo-, Hekto-, Deka-, Dezi-, Zenti- und Milli- (Tabelle II) sind schon lange im allgemeinen Gebrauch; sie entstanden während der französischen Revolution ([43], S. 3). Der Schweizerische Elektrotechnische Verein empfiehlt, die Vorsätze Hekto-, Deka-, Dezi- und Zenti- zur Bildung neuer Einheiten nicht mehr zu verwenden ([47], S. 34).

<sup>2)</sup> Die Kolonnen-Überschriften der Tabellen I...IV fehlen in der Resolution 12 der 11. Generalkonferenz.

*SI-Basiseinheiten<sup>2)</sup>*

Tabelle I

Grösse	SI-Basiseinheit	
	Name	Symbol
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Elektrische Stromstärke	Ampère	A
Thermodynamische Temperatur	Grad Kelvin	°K
Lichtstärke	Candela	cd

*Abgeleitete SI-Einheiten*

Tabelle IV

Grösse	SI-Einheit		Bemerkung
	Name	Symbol	
Oberfläche	Quadratmeter	m <sup>2</sup>	
Volumen	Kubikmeter	m <sup>3</sup>	
Frequenz	Hertz	Hz	1/s
Dichte	Kilogramm pro Kubikmeter	kg/m <sup>3</sup>	
Geschwindigkeit	Meter pro Sekunde	m/s	
Winkelgeschwindigkeit	Radian pro Sekunde	rad/s	
Beschleunigung	Meter pro Sekunde im Quadrat	m/s <sup>2</sup>	
Winkelbeschleunigung	Radian pro Sekunde im Quadrat	rad/s <sup>2</sup>	
Kraft	Newton	N	kgm/s <sup>2</sup>
Druck (mechanische Spannung)	Newton pro Quadratmeter	N/m <sup>2</sup>	
kinematische Viskosität	Quadratmeter pro Sekunde	m <sup>2</sup> /s	
dynamische Viskosität	Newton-Sekunde pro Quadratmeter	Ns/m <sup>2</sup>	
Arbeit, Energie, Wärmemenge	Joule	J	Nm
Leistung	Watt	W	J/s
Elektrizitätsmenge	Coulomb	C	As
elektrische Spannung, Potentialdifferenz, elektromotorische Kraft	Volt	V	W/A
elektrische Feldstärke	Volt pro Meter	V/m	
elektrischer Widerstand	Ohm	Ω	V/A
elektrische Kapazität	Farad	F	As/V
magnetischer Induktionsfluss	Weber	Wb	Vs
Induktivität	Henry	H	Vs/A
magnetische Induktion	Tesla	T	Wb/m <sup>2</sup>
magnetische Feldstärke	Ampère pro Meter	A/m	
Durchflutung, magnetomotorische Kraft	Ampère	A	
Lichtstrom	Lumen	lm	cd · sr
Leuchtdichte	Candela pro Quadratmeter	cd/m <sup>2</sup>	
Beleuchtungsstärke	Lux	lx	lm/m <sup>2</sup>

*Vorsätze für die Bildung dezimaler Vielfacher und Teile der SI-Einheiten*

Tabelle II

Faktor, mit welchem die Einheit multipliziert ist	Vorsätze	
	Name	Symbol
10 <sup>12</sup>	Tera-	T
10 <sup>9</sup>	Giga-	G
10 <sup>6</sup>	Mega-	M
10 <sup>3</sup>	Kilo-	k
10 <sup>2</sup>	Hekto-	h
10	Deka-	da
10 <sup>-1</sup>	Dezi-	d
10 <sup>-2</sup>	Zenti-	c
10 <sup>-3</sup>	Milli-	m
10 <sup>-6</sup>	Mikro-	μ
10 <sup>-9</sup>	Nano-	n
10 <sup>-12</sup>	Piko-	p
10 <sup>-15</sup>	Femto <sup>-1)</sup>	f <sup>-1)</sup>
10 <sup>-18</sup>	Atto <sup>-1)</sup>	a <sup>-1)</sup>

<sup>1)</sup> Die Namen und Symbole der Faktoren 10<sup>-15</sup> und 10<sup>-18</sup> entstammen der Resolution 8 der 12. Generalkonferenz ([24], 94).

Für die Basiseinheit Kilogramm, deren Name schon einen Vorsatz enthält, besteht die Meinung, dass zur Bildung von dezimalen Vielfachen und Teilen Vorsätze vor den Wortteil «-gramm» zu setzen seien, dass also z. B. Megagramm (Mg) und Milligramm (mg) zu schreiben sei (statt Kilokilogramm und Mikrokilogramm) ([29], S. 119). In der Resolution 12 der 11. Generalkonferenz fehlt diese Wegleitung.

*Zusätzliche SI-Einheiten*

Tabelle III

Grösse	SI-Einheit	
	Name	Symbol
ebener Winkel	Radian	rad
Raumwinkel	Steradian	sr

Eine Verlängerung der Liste von Tabelle IV hat sich die 11. Generalkonferenz in der Resolution 12 ausdrücklich für später vorbehalten. Als weitere abgeleitete SI-Einheiten kommen natürlich nur solche in Frage, die sich wie die schon vorhandenen als Potenzprodukte der SI-Basiseinheiten und der zusätzlichen SI-Einheiten darstellen lassen, die also — wie der Fachausdruck heisst — mit den Basiseinheiten kohärent sind. Eine umfassendere Tabelle von Grössen und zugehörigen SI-Einheiten hat der Schweizerische Elektrotechnische Verein veröffentlicht ([47], S. 12...25).

Aus dem Wortlaut der Entschliessung 12 der 11. Generalkonferenz geht hervor, dass nur die in den Tabellen I, III und IV aufgeführten Einheiten SI-Einheiten sind. Die in der Tabelle II enthaltenen Vorsätze dienen zur Bildung von dezimalen Vielfachen und Teilen der SI-Einheiten. Wenn von vielen Instanzen der Gebrauch von SI-Einheiten empfohlen

wird, so hat das in der Regel die Meinung, dass ausser den SI-Einheiten auch deren mit den Vorsätzen von Tabelle II gebildete dezimalen Vielfache und Teile zum Gebrauch empfohlen sind. Solche Empfehlungen betreffen also z. B. für Längen nicht nur die SI-Einheit m, sondern auch die Einheiten km, cm, mm, μm; für Leistungen ausser W auch mW, kW, MW, GW; für magnetische Feldstärken ausser A/m auch A/cm.

#### 4. Die gesetzliche Verankerung der SI-Einheiten in der Schweiz und in deren Nachbarstaaten

##### 4.1 Schweiz

Schon viele Jahre vor dem Abschluss der Meter-Konvention übte das im benachbarten Frankreich entstandene me-

trische und dezimale Einheitensystem Einflüsse auf die Schweiz aus. Hier herrschte eine verwirrende Vielfalt von Einheiten für Mass und Gewicht, in welche das französische System mit starken regionalen Unterschieden einzudringen begann.

Wie der Bundesrat in seiner Botschaft zum Entwurf eines Bundesgesetzes, die Mass- und Gewichtsordnung betreffend, ausführte, schrieb Artikel 37 der Bundesverfassung vom Jahr 1848 vor, auf die Grundlagen des bestehenden eidgenössischen Konkordats für die ganze Eidgenossenschaft gleiches Mass und Gewicht einzuführen ([11], S. 89). Dieses Konkordat umfasste die Kantone Zürich, Bern, Luzern, Glarus, Zug, Fribourg, Solothurn, Basel, Schaffhausen, St. Gallen, Aargau und Thurgau ([12], Beilage zu S. 636). Das Konkordat hatte das im Grossherzogtum Baden bestehende Mass- und Gewichtssystem übernommen, in welchem der Fuss gleich drei Zehntel des Meters und das Pfund gleich fünfhundert Gramm gesetzt war ([12], S. 615 und 616). Dem französischen System billigte man zu, dass es in seiner theoretischen Zusammensetzung unübertrefflich sei; man beanstandete aber, dass die Längeneinheit Meter von dem allgemein gewohnten Längenmass wesentlich abweiche und durch seine Grösse unbequem sei ([12], S. 612). Im Bundesgesetz, die Mass- und Gewichtsordnung betreffend, vom 23. Dezember 1851, wurde als Grundeinheit der Länge der Fuss festgesetzt mit der Definition, er komme genau drei Zehnteilen des französischen Meters gleich ([1], S. 84). Als Einheit für alle Abwägungen wurde das Pfund genannt und der Hälften des französischen Kilogramms gleich gesetzt. Insgesamt setzte das Gesetz folgende Masse und Gewichte fest:

#### Längenmasse

- der Strich (= 0,001 Fuss)
- die Linie (= 0,01 Fuss)
- der Zoll (= 0,1 Fuss)
- der Fuss (= 0,3 m)
- die Elle (= 2 Fuss)
- der Stab (= 4 Fuss)
- das Klafter (= 6 Fuss)
- die Ruthe (= 10 Fuss)
- die Wegstunde (= 16 000 Fuss)

#### Flächenmasse

- der Quadratfuss (= 9 dm<sup>2</sup>)
- das Quadratklafter (= 36 Quadratfuss)
- die Quadratruthe (= 100 Quadratfuss)
- die Juchart (= 400 Quadratruthen = 40 000 Quadratfuss)
- die Quadratstunde (= 6400 Jucharten)

#### Kubische Masse

- der Kubikfuss (= 27 dm<sup>3</sup>)
- das Kubikklafter (= 216 Kubikfuss)
- die Kubikruthe (= 1000 Kubikfuss)

#### Hohlmasse für trockene Gegenstände

- das Malter (= 150 dm<sup>3</sup>)
- das Mass (0,1 Malter = 10/18 Kubikfuss = 15 dm<sup>3</sup>)
- der Vierling (1/4 Mass)
- das Immi (= 0,1 Mass)
- das Mässlein (= 1/16 Mass)

#### Hohlmasse für Flüssigkeiten

- der Saum (= 100 Mass = 150 dm<sup>3</sup>)
- der Eimer (oder die Brente = 25 Mass = 37,5 dm<sup>3</sup>)
- die Mass (= 1/18 Kubikfuss = 1,5 dm<sup>3</sup>)
- der Schoppen (= 1/4 Mass)
- der Halbschoppen (= 1/8 Mass)

#### Gewichte

- der Zentner (= 100 Pfund)
- das Pfund (= 0,5 kg)
- das Halbpfund
- das Viertelpfund
- das Achtelspfund
- die Unze (= 1/16 Pfund)
- das Loth (= 1/32 Pfund)

Eine Minderheit der nationalrätslichen Kommission hatte einen Gesetzentwurf begründet und ausgearbeitet, nach welchem im wesentlichen das französische Mass- und Gewichtssystem, also der Meter, der Quadratmeter, der Kubikmeter, das Gramm und deren dezimale Vielfache und Teile übernommen werden sollten, und zwar unter Preisgabe der früheren Masse und Gewichte [13]. Diese Forderung nach gesetzlicher Anerkennung des metrischen Systems wurde in vielen Petitionen im Jahr 1864 wieder aufgegriffen. In einer eingehenden Botschaft kam jedoch der Bundesrat unter Berücksichtigung der Antworten der kantonalen Regierungen zum Antrag, es sei auf die eingelangten Petitionen zur Zeit nicht weiter einzutreten ([14], S. 686). Die nationalrätsliche Kommission war aber anderer Meinung. Um den Skrupeln Rechnung zu tragen, welche man in Ansehung des Artikels 37 der Bundesverfassung (von 1848) hegen könne, stellte sie den Antrag, um das bestehende Mass- und Gewichtssystem zu verbessern und zu vervollständigen, das metrische System facultativ zusätzlich einzuführen und den Bundesrat einzuladen, einen Gesetzesvorschlag vorzulegen ([15], S. 452, 453). Daraufhin einigten sich der Ständerat und der Nationalrat, den Bundesrat einzuladen, einen Bericht vorzulegen über die Art und Weise, wie das reine metrische Mass- und Gewichtssystem in der Schweiz eingeführt werden könne ([16; 17]). Mit seiner Botschaft vom 12. Juni 1868 [18] kam der Bundesrat dieser Einladung nach und unterbreitete einen Entwurf zu einer Abänderung des Gesetzes über die Mass- und Gewichtsordnung vom 23. Dezember 1851. Er stellt dabei fest, dass das metrische Mass- und Gewichtssystem wesentliche Fortschritte gemacht habe ([18] S. 825) und binnen weniger Jahre nicht nur in sämtlichen an die Schweiz angrenzenden Staaten, sondern mit wenigen Ausnahmen in allen Staaten Europas das metrische Mass- und Gewichtssystem zur Herrschaft und ausschliesslichen Geltung gelangen werden ([18], S. 828). Er fährt dann fort:

«Es ist eine offenkundige Thatsache, dass unsere schweizerische Maß- und Gewichtsordnung schon jetzt nicht mehr in ihrer vollen gesetzlichen Integrität besteht. Abgesehen von der Wissenschaft, welche sich auch in der Schweiz ausschliesslich der metrischen Maße bedient, und der eigenen polytechnischen Schule, auf welcher rein nur nach Meternmaß konstruiert und gerechnet wird, ist die Anwendung dieser Maße in weitem Umfang in eine Reihe von Berufsarten, theilweise auch in den Verkehr des täglichen Lebens eingedrungen, und wir sehen selbst kantonale und eidgenössische Behörden in öffentlichen Ausschreibungen ohne Rükhalt von Maßangaben Gebrauch machen, die unser Gesez nicht anerkennt und deren Anwendung es nur unter der Bedingung gestattet, dass gleichzeitig die Umwandlung in gesetzliches Maß und Gewicht beigefügt werde. Diese jetzt schon vorhandene Störung und Abweichung von der gesetzlichen Ordnung würde aber von dem Augenblicke an, wo sämmtliche angrenzende Länder das metrische System gesetzlich würden angenommen haben, noch in weit höherem Grade und Umfang eintreten, und bald dürften wir Gebiete haben, wo nicht mehr das schweizerische gesetzliche Maß und Gewicht, sondern der Gebrauch der metrischen Maße die Regel bilden würde. Eine solche Anarchie würde aber nicht nur die Autorität des Gesezes und die Achtung vor den eidgenössischen Institutionen schmälern, sondern auch dem Publikum Nachtheile aller Art bereiten, da für die Ächtigkeit und Richtigkeit der aussergesetzlichen Maße nicht die geringste Garantie bestünde.»

Im weiteren erachtet der Bundesrat — in Berücksichtigung des Wortlauts von Artikel 37 der Bundesverfassung — als einzige möglichen Weg, die Anwendung metrischer Masse und Gewichte neben dem im Jahr 1851 eingeführten Mass- und Gewichtssystem zu gestatten und die amtlichen Eichstätten mit den nötigen Mitteln auszustatten, um solche Masse und

Gewichte verifizieren und beglaubigen zu können ([18], S. 837). Im daraufhin erlassenen Bundesgesetz vom 14. Heumonat (Juli) 1868 [2] legt Artikel 1 fest, dass zusätzlich auch das rein metrische Mass- und Gewichtssystem anerkannt werde.

In der Bundesverfassung vom 29. Mai 1874 trat an die Stelle des früheren Artikels 37 der Artikel 40, nach welchem — wie auch heute noch — die Festsetzung von Mass und Gewicht Bundessache ist. Die Verpflichtung auf die Grundlagen des eidgenössischen Konkordats war somit nicht mehr vorhanden. Als Folge dieser neuen Sachlage schlug der Bundesrat in seiner Botschaft vom 25. November 1875 vor, das metrische Mass und Gewicht in einem neuen Gesetz als obligatorisch zu erklären ([19], S. 714). Dies erschien ihm insoffern als dringlich, als durch das Gesetz vom Jahr 1868 ein Doppelsystem in den Verkehr gebracht worden sei, dessen Fortbestand er als für den Handelsverkehr als gefährlich und unzulässig erachte. Auch durch die Tatsache, dass die Nachbarstaaten das metrische System eingeführt hätten, sei man gezwungen, dieses anzunehmen. Die Folge war das Bundesgesetz über Mass und Gewicht vom 3. Heumonat (Juli) 1875 [3]. Darin kommen der Fuss und das Pfund nicht mehr vor.

Durch ein Postulat vom 2. und 20. Dezember 1901 hat die Bundesversammlung den Bundesrat eingeladen, ihr eine Vorlage für die Reorganisation und die Unterbringung der eidgenössischen Eichstätte zu unterbreiten, wobei auch auf die Bedürfnisse der Elektrotechnik Rücksicht zu nehmen sei ([20], S. 897). Dieses Postulat führte zum Bundesgesetz über Mass und Gewicht vom 24. Juni 1909, das noch heute in vielen Teilen in Kraft steht [4].

Es steht auf dem Boden des metrischen Systems und der sog. internationalen elektrischen Einheiten, die an den Prototyp des Ohms und an eine experimentelle Definition des Ampères angeschlossen sind. Seither wurde Verschiedenes abgeändert und ergänzt. Das Bundesgesetz betreffend die Abänderung des Bundesgesetzes über Mass und Gewicht, vom 1. April 1949, brachte die Einführung der Zeiteinheit Sekunde, die bisher gefehlt hatte, und der Krafteinheit Newton, die dem Giorgi-System angehört. Ferner wurde mit dieser Abänderung der Übergang von den internationalen elektrischen Einheiten auf die absolut definierten elektrischen Einheiten vollzogen [7]. Das Bundesgesetz wird ergänzt durch die Verordnung betreffend die Einheiten elektrischer und magnetischer Größen vom 8. November 1949 [8].

Die Ausdehnung der Aufgabe der Prüfung und Stempelung von Instrumenten und Geräten, die dem Eidgenössischen Amt für Mass und Gewicht obliegt, auf die Gebiete des Magnetismus, der Wärme, des Lichts, der Strahlungs-technik und der Flugtechnik brachte das Bundesgesetz betreffend die Änderung des Bundesgesetzes über Mass und Gewicht, vom 25. März 1954 ([9], Art. 15).

Nach dem heute gültigen Wortlaut des Artikel 25 des Bundesgesetzes über Mass und Gewicht ([5; 9]) dürfen in Handel und Verkehr nur geeichte Längen und Hohlmasse, Gewichte, Waagen, Thermoalkoholmeter, Gasmesser und elektrische Messinstrumente zur Verwendung kommen; und nach Artikel 27 [4] sollen in schriftlich abgeschlossenen Verträgen und in amtlichen Aktenstücken Massangaben nach den im Gesetz festgesetzten Masseinheiten bezeichnet werden.

Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften der Artikel 25 und 27 werden gemäss Artikel 28 mit Bussen von 1 bis 100 Franken bestraft, vorbehältlich der Überweisung an den Strafrichter im Falle des Betruges. Es dürfte aber wohl nie eine Busse ausgefällt worden sein, weil in einem schriftlich abgeschlossenen Vertrag nicht die gesetzlichen Masseinheiten verwendet worden sind, zum Beispiel nicht das Newton als Krafteinheit.

Die Artikel 29 und 31 enthalten weitere Bestimmungen betreffend Zuwiderhandlungen. An die Stelle der früheren Artikel 30 und 32 ist der Artikel 248 des Schweizerischen Strafgesetzbuches getreten ([6], S. 817). Nach diesem wird mit Zuchthaus bis zu fünf Jahren oder mit Gefängnis bestraft, wer zum Zwecke der Täuschung in Handel und Verkehr Eichzeichen verfälscht, an geeichten Massen, Gewichten und Messinstrumenten Veränderungen vornimmt oder verfälschte Masse, Gewichte oder Messinstrumente gebraucht.

Das Bundesgesetz über Mass und Gewicht bedarf der Anpassung an die neueren Resolutionen der Generalkonferenzen. Es ist überdies allgemein veraltet und im Aufbau uneinheitlich. Eine völlige Überarbeitung drängt sich auf.

#### 4.2 Österreich

In Österreich gilt zur Zeit das Bundesgesetz über das Mass- und Eichwesen vom 5. Juli 1950 [44]. Es ersetzt eine aus dem Jahr 1871 stammende, oft abgeänderte Mass- und Gewichtsordnung. Bei dem neuen Mass- und Eichgesetz handelt es sich um ein sehr sorgfältig vorbereitetes Gesetz, welches ganz auf dem Boden des Giorgi-Systems und dessen Erweiterung steht. Der Name Internationales Einheitenystem kann im Gesetz noch nicht enthalten sein, da dieser erst 10 Jahre nach dessen Verabschiedung aufgekommen ist.

Das Mass- und Eichgesetz weist fünf Teile auf. Der erste Teil trägt den Titel «Gesetzliche Masse». Aus den erläuternden Bemerkungen der Regierungsvorlage geht hervor, dass das Wort «Mass» allgemein aufzufassen ist und nicht mehr als Längen-, Flächen- oder Raummass, also nicht mehr als Gegenstück zu Gewicht. Die weiteren Teile betreffen das Eichwesen, das Prüfungswesen, die Strafbestimmungen und die Übergangs- und Schlussbestimmungen.

In einem sehr langen § 1 werden die gesetzlichen Einheiten der wichtigsten Größen festgelegt. Im § 2 folgen die Vorsätze, die zur Bildung dezimaler Vielfacher und Teile dienen. Diese sind auf «Tausender-Potenzen» beschränkt. Die Vorsätze Hekto-, Deka-, Dezi- und Zenti- sind damit im allgemeinen ausgeschlossen; sie werden in § 1 nur in Verbindung mit den Einheiten Meter und Gramm und nur teilweise zugelassen. Die Paragraphen 3 und 4 schreiben die Benützung der gesetzlichen Einheiten und ihrer Zeichen (Buchstabensymbole) im öffentlichen und im amtlichen Verkehr, insbesondere in allen Verträgen, öffentlichen Urkunden und Ankündigungen vor. Nachfolgend seien noch einige Einzelheiten erwähnt, die in der Schweiz als Besonderheiten empfunden werden.

Als Einheit der Länge wird «das Meter» festgelegt. So ist es auch in der deutschen Gesetzgebung, wogegen es im schweizerischen Bundesgesetz über Mass und Gewicht «der Meter» heißt. In den erläuternden Bemerkungen zum österreichischen Mass- und Eichgesetz wird dazu erklärt, dass die Ausdrucksweisen «der Meter», «der Liter» usw. als Dialekt anzusprechen seien ([44], S. 8).

Einheit der Masse ist das Kilogramm. Als dessen Vielfache und Teile sind zulässig die Tonne, der Zentner, das Dekagramm, das Gramm, das Dezigramm, das Zentigramm und das Karat ([44], S. 9). Anschliessend wird noch festgelegt, dass die bei Wägungen zur Bestimmung der Masse dienenden Vergleichskörper «Gewichtsstücke» heißen. Dagegen werden diese im schweizerischen Bundesgesetz über Mass und Gewicht im Artikel 6 als «Gewichte» bezeichnet. In der deutschen Norm «Masse, Gewicht» [35] wird empfohlen, an Stelle des Wortes «Gewicht» als Name für Verkörperungen von Masseneinheiten sowie für deren Vielfache und Teile das Wort «Gewichtsstück» oder auch «Wägestück» zu verwenden.

Neben der Sekunde als Einheit der Zeit sind im österreichischen Mass- und Eichgesetz als Vielfache die Minute, die Stunde und der Tag, und als weitere Zeitmasse die Woche, der Monat und das Jahr des Gregorianischen Kalenders vorgeschrieben ([44], S. 11). In den erläuternden Bemerkungen wird noch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es notwendig sei, diese Zeitmasse anzuführen, da sonst derartige Zeitangaben, zum Beispiel in Mietverträgen, in Urteilsausfertigungen oder Ankündigungen gemäss § 3 unzulässig, und somit nach dem vierten Teil des Gesetzes als Verwaltungsübertretung strafbar wären.

Als Einheit der Kraft ist das Newton festgesetzt ([44], S. 16). Als weiteres Mass der Kraft gilt das Kilopond (kp). Definitionsgemäss ist es gleich 9,80665 Newton. Es ersetzt die Krafteinheit Kilogramm des technischen Maßsystems. Die Vielfachen und Teile sind das Megapond (Mp), das Pond (p) und das Millipond (mp). Das Mass- und Eichgesetz bestimmt ausdrücklich, dass an Stelle des Wortes Kilopond das Wort Kilogramm verwendet werden dürfe, wenn die Gefahr einer Verwechslung nicht bestehe. Man macht sich somit in Österreich nicht einer Verwaltungsübertretung schuldig, wenn man — vorausgesetzt, dass keine Verwechslungsgefahr besteht — im Sinn des technischen Maßsystems wie bisher als Einheiten der Kraft die Tonne, das Kilogramm, das Gramm und das Milligramm benutzt statt der gesetzlichen Einheiten Newton, Megapond, Kilopond, Pond und Millipond.

Bei der Arbeitseinheit Joule wird in den erläuternden Bemerkungen die Aussprache «Dschul» empfohlen ([44], S. 23). Diese Aussprache benutzen auch die Engländer, da der Engländer Joule einen französischen Namen hatte.

Bei der Leistung gilt als gesetzliche Einheit natürlich das Watt. Es wird aber als zulässig erklärt, Leistungen in Pferdestärken anzugeben ([44], S. 24).

#### 4.3 Frankreich

In Frankreich ist am 3. Mai 1961 ein Einheiten-Dekret erlassen worden, das schon auf der Resolution 12 der 11. Generalkonferenz vom Jahr 1960 beruht [41]. Es weist 19 Artikel auf. Eine umfangreiche Tabelle ist beigelegt.

Artikel 1 erklärt das dezimale metrische System mit sechs Basiseinheiten, das von der Generalkonferenz Internationales Einheitensystem genannt wurde, als das für Frankreich obligatorische Maßsystem, und er definiert den Begriff der gesetzlichen Einheiten als:

- die SI-Basiseinheiten, die der Artikel 2 nennt und definiert;
- die abgeleiteten SI-Einheiten, die der Artikel 3 aufzählt und definiert;
- die im Artikel 4 aufgezählten und definierten Einheiten, die ausserhalb des Systems liegen.

Artikel 3 weicht insofern von der Resolution 12 ab, als er

- den Radian (mit Symbol rd statt rad) und den Steradian als abgeleitete SI-Einheiten bezeichnet statt als zusätzliche SI-Einheiten;
- für die SI-Einheit des Druckes den Namen Pascal (mit Symbol Pa) einführt;
- für die SI-Einheit der dynamischen Viskosität den Namen Poiseuille (mit Symbol Pl) einführt;
- die Dioptrie (mit dem Symbol δ) einführt, als Einheit der Brechkraft optischer Systeme;
- den alkoholometrischen Zentigrad einführt, als Einheit des alkoholometrischen Titers.

Die im Artikel 4 eingeführten gesetzlichen Einheiten, die ausserhalb des Systems liegen, sind folgende:

- Die Umdrehung (tour), der Neugrad (grade), der Grad (degré), die Minute und die Sekunde als Winkeleinheiten;
- Die Meile (mille) als auf Meer- und Luftschifffahrt beschränkte Längeneinheit;
- Das Karat als Masseeinheit für Edelsteine;
- Die Minute, die Stunde und den Tag als Zeiteinheiten;
- Den Knoten als auf Meer- und Luftschifffahrt beschränkte Geschwindigkeitseinheit;
- Das Elektronvolt als Energieeinheit der Nuklearphysik und die Watt-Stunde;
- Die Kalorie als Einheit der Wärmemenge;
- Die Ampère-Stunde als Einheit der Elektrizitätsmenge;
- Das Curie (mit Symbol Ci) als Einheit der Strahlungsaktivität;
- Das Röntgen (mit Symbol R) als Einheit der Strahlungsmenge.

Artikel 5 schreibt die dezimale Teilung vor, unter Vorbehalt der im Artikel 4 genannten Ausnahmen. Für Gewichtstücke, Hohlmasse und für irgendwelche Skalen von Messinstrumenten sind ausserdem Halbe und Doppel zugelassen.

Artikel 6 verweist für die Namen der Vielfachen und Teile der Einheiten sowie für die entsprechenden Symbole auf die Tabelle, die dem Dekret beigefügt ist. In dieser sind die von der 11. Generalkonferenz festgelegten Vorsätze aufgeführt und es folgt eine ausführliche Zusammenstellung, die für insgesamt 35 verschiedene Grössen die gesetzlichen Einheiten mit den zugehörigen Symbolen nennt, nämlich die SI-Basiseinheiten, die abgeleiteten SI-Einheiten und die systemfremden gesetzlichen Einheiten. Dazu kommt eine Kolonne, in welcher die dezimalen Vielfachen und Teile aufgeführt sind, sofern sie CGS-Einheiten sind oder besondere Namen erhalten haben, nämlich Mikron, Are, Liter, Ster, Tonne, Gramm, Gramm pro Kubikzentimeter, Zentimeter pro Sekunde, Gal (für  $\text{cm/s}^2$ ), Dyn, Erg, Bar, Barye (für  $\text{dyn/cm}^2$ ), Poise (1 Po =  $10^{-1}$  Ns/m<sup>2</sup>), Stokes (1 St =  $10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s), Maxwell, Gauss, Grad Celsius, Phot (1 ph =  $10^4$  lx). In der Kolonne der systemfremden gesetzlichen Einheiten, stehen zusätzlich zu den schon im Artikel 4 aufgeführten noch die Thermie (oder Megakalorie, 1 th =  $10^6$  cal), die Frigorie 1 fg = —1 kcal). In einer Spalte für Bemerkungen sind zusätzlich noch erwähnt der Zentner (1 q = 100 kg), rad als ebenfalls zulässiges Symbol für den Radian, der Stène (1000 Newton) und das Hectopièze ( $10^5 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ bar}$ ). Die zwei letzten Einheiten gehören dem Meter-Tonne-Sekunde-System (MTS) an, das von Frankreich im Jahr 1919 eingeführt und nun aufgegeben worden ist.

Artikel 7 bestimmt, dass die nationalen Prototypen im *Conservatoire national des arts et métiers* aufbewahrt werden.

Die Artikel 8 bis 15 enthalten administrative Angaben. Artikel 8 schreibt für die im Dekret genannten Grössen die Verwendung der gesetzlichen Einheiten vor, unter anderem für:

- a) Handelsgeschäfte, die Verteilung von Erzeugnissen und Waren, Gerichtsexperten, fiskalische Dokumente;
- b) Anschläge, Ankündigungen, Rechnungen, Aufstellungen;
- c) Normen, Pläne, Kataloge;
- d) Waren, deren Verpackungen und Behälter;
- e) Amtliche und private Urkunden, private Schriftstücke, falls sie Gerichten vorgelegt werden und soweit sie nicht im Ausland oder ausschliesslich von Ausländern ausgearbeitet und redigiert worden sind.

Immerhin werden in einigen Fällen Angaben in fremden Einheiten zugelassen, unter der Voraussetzung, dass die entsprechenden Angaben in gesetzlichen Einheiten beigefügt sind. Auf Waren sollen die in gesetzlichen Einheiten beigefügten Angaben nicht in geringerer Schriftgrösse erfolgen als die Angaben in fremden Einheiten.

Artikel 9 verbietet den Gebrauch von andern als den gesetzlichen Einheiten für Texte und Verträge, die von französischen Behörden ausgefertigt werden und für öffentliche Publikationen. Auf Verlangen des Industrieministers wird zur Berichtigung von Texten geschritten, die andere als die gesetzlichen Einheiten verwenden.

Nach Artikel 10 werden die Einheiten, welche in der dem Dekret beigefügten Tabelle definiert sind, in den Unterrichtsanstalten gelehrt und benützt.

Artikel 11 unterstellt die Messinstrumente der staatlichen Prüfpflicht und Artikel 12 verbietet den Verkauf, die Lieferung, die Bestellung, die Inbetriebnahme, die Einfuhr nach Frankreich und die Lagerung von Messinstrumenten, die den reglementarischen Bestimmungen nicht entsprechen, und die insbesondere Beschriftungen und Skalen aufweisen, die auf dem Gebrauch von anderen als den gesetzlichen Einheiten beruhen.

Nach Artikel 13 können durch Verordnungen Ausnahmen von den Bestimmungen der Artikel 8, 9 und 12 bewilligt werden, falls ein öffentliches Interesse vorliegt.

Im Artikel 14 werden die Bussen und die übrigen Sanktionen geregelt, mit denen Verstösse gegen die Artikel 5, 6, 8, 10 und 12 geahndet werden.

Nach Artikel 15 werden die gesetzlichen Einheiten durch Dekret definiert nach Anhören der technischen Kommission für Messinstrumente, des nationalen Bureau für Mass und Gewicht und der Akademie der Wissenschaften.

Die restlichen Artikel 16 bis 19 beinhalten die Aufhebung überholter Gesetze, darunter desjenigen vom 2. April 1919, durch welches in Frankreich das Meter-Tonne-Sekunde-System eingeführt worden war, ferner die Inkraftsetzung auf den 1. Januar 1962.

Der Chef der Dienststelle für Messinstrumente führt in einem Kommentar aus, dass die Akademie der Wissenschaften das Kilogramm-Kraft oder Kilogramm-Gewicht ausgeschlossen habe ([50], S. 493). Als Folge hiervon mussten auch die vom Kilogramm-Kraft abgeleiteten Einheiten fallen, nämlich das Kilogramm-Kraft pro Quadratzentimeter als Einheit des Druckes, das Kilogramm-Kraft pro Quadratmillimeter als Einheit mechanischer Beanspruchungen, das Kilogramm-Kraft-Meter als Einheit der Energie und die Pferdestärke und das (hier kaum bekannte) Poncelet als Einheiten der Leistung.

Nach französischer Auffassung ist das Kilogramm-Kraft der Fallbeschleunigung proportional und damit ortsabhängig. Nach einer andern, weit verbreiteten Auffassung bezieht sich dagegen das Kilogramm-Kraft auf den Normalwert der Fallbeschleunigung von  $9,80665 \text{ m/s}^2$ , so dass es gleich  $9,80665 \text{ Newton}$  und ortsunabhängig ist. In Deutschland, Österreich

und in einigen andern Ländern heisst diese Krafteinheit seit einigen Jahren Kilopond (kp). Wie der Chef der Dienststelle für Messinstrumente darlegt, sollen Ingenieure vorgeschlagen haben, eine solche Einheit als Hilfseinheit zuzulassen. Es erschien aber als unangebracht, einen solchen Ausweg als offiziell zu erklären. Höchstens könnte man den Gebrauch dieser Einheit in Rechnungen nicht beachten unter der Bedingung, dass die Ergebnisse in SI-Einheiten übertragen würden. Immerhin sei es nicht ausgeschlossen, dass, weil das Kilogramm-Kraft pro Flächeneinheit in zahlreichen Ländern verwendet werde, eine «Koexistenz» provisorisch geduldet werde. Als Ersatz für das Kilogramm-Kraft wird der Gebrauch des nur um 2 % grösseren Dekanewton (daN) empfohlen.

In der Tat werden im Dekret das Kilogramm-Kraft und die von ihm abgeleiteten Einheiten, also auch die Pferdestärke, mit keinem Wort erwähnt, auch nicht unter den Bemerkungen der dem Dekret beigefügten Tabelle. Von der Pferdestärke, dem Kilogramm-Kraft und den davon abgeleiteten Einheiten weiss das Dekret nichts.

In einem an die zuständigen Dienststellen gerichteten Rundschreiben präzisierte der Industrieminister die Bedingungen der Einführung der gesetzlichen Einheiten in das Gebiet von Industrie und Handel [40]. Festzuhaltes Prinzip sei, alles zu unternehmen, um die Kenntnis und den Gebrauch der gesetzlichen Einheiten zu erweitern und so bald als möglich mit Gewohnheiten zu brechen, die lediglich durch das Herkommen bedingt seien. Demnach sollten, wo tatsächliche Verhältnisse vorübergehend noch den Gebrauch einer nicht-gesetzlichen Einheit bedingen sollten, alle Vorkehrungen getroffen werden, damit der entsprechende Wert in einer gesetzlichen neben dem Wert in der benutzten Einheit angegeben werde. Auf jeden Fall mussten diese Anordnungen vor dem 31. Dezember 1963 zur Anwendung gebracht werden unter Vorbehalt der nachgenannten Fälle.

Für Spannungen im Gebiet der Festigkeitslehre und der Metallurgie wurde bis zum 31. Dezember 1963 der Gebrauch des Kilogramm-Kraft pro Quadratmillimeter und des Kilogramm-Kraft pro Quadratzentimeter vorübergehend geduldet.

Für Druckmessgeräte, für welche das Pascal ( $\text{N/m}^2$ ) für praktische Bedürfnisse eine zu kleine Einheit sei, sollten ab 1. Januar 1962 das Bar ( $10^5 \text{ N/m}^2 \approx 1 \text{ kp/cm}^2$ ) und das Hektorbar ( $10^7 \text{ N/m}^2 \approx 1 \text{ kp/mm}^2$ ) anstelle der bisher (in Frankreich) benutzten Einheiten Hectopièze und Myriapièze<sup>3)</sup> benutzt werden. Überall dort, wo das Symbol hpz (für Hectopièze) eingraviert oder erhaben angebracht sei, dürfe es beibehalten werden bis zur Zerstörung des Messgeräts; wo es aufgemalt sei, dürfe es beibehalten werden bis zur nächsten Erneuerung der Beschriftung. Das Wort «bar» werde als Symbol betrachtet, das keine Mehrzahlform annimme. In Texten sei dagegen nach allgemeiner Übung die Mehrzahlform «bars» zu verwenden. Der Gebrauch des Kilogramm-Kraft pro Quadratmillimeter oder pro Quadratzentimeter wurde vorübergehend bis zum vorgenannten Termin geduldet. Im Gebiet der Leistungen wurde der Gebrauch der Pferdestärke ebenfalls vorübergehend bis zum vorgenannten Termin geduldet.

<sup>3)</sup> Das Hectopièze und das Myriapièze sind Einheiten des Meter-Tonne-Sekunde-Systems. Sie sind gleich dem Bar, beziehungsweise dem Hektorbar. Bei dem genannten Übergang ändern sich also die Skalen-Teilungen nicht.

Im Gebiet der Messinstrumente sollten Instrumente, welche ab 1. Januar 1962 geliefert wurden, so weit als möglich, mit Skalen für gesetzliche Einheiten versehen werden. Nach dem 31. Dezember 1962 waren aber nur noch gesetzliche Einheiten zulässig. Für in Betrieb stehende Instrumente war es angebracht, die Skalen so rasch als möglich zu ändern, spätestens anlässlich einer Revision beim Hersteller oder in einer Reparaturwerkstatt. Immerhin mussten bei allen Manometern, bei welchen ein systematischer Fehler von 2 % geduldet werden könne, was häufig der Fall sei, die Beschriftung Kilogramm-Kraft pro Quadratzentimeter vor dem 31. Dezember 1963 durch die Beschriftung «bar» ersetzt werden. In jedem Fall blieben die nach Artikel 11 durch amtliche Prüfstellen kontrollierte Instrumente den Bestimmungen dieser Amtsstellen unterworfen.

Es ist unvermeidlich, dass sich ein nationales Gesetz über Einheiten nicht vollständig mit den Resolutionen der Generalkonferenzen für Mass und Gewicht deckt; denn einerseits sind die Festlegungen der Meter-Konvention nicht umfassend genug, anderseits ist auf besondere nationale Belange Rücksicht zu nehmen. Beides trifft auch für das französische Dekret zu.

#### 4.4 Deutschland

In Deutschland ist im Jahr 1966 ein Entwurf eines Gesetzes über Einheiten im Messwesen (Einheitengesetz) veröffentlicht worden [36]. Daneben ist ein Entwurf eines Gesetzes über das Mess- und Eichwesen (Eichgesetz) in Vorbereitung [48].

§ 1 des Einheitengesetzes legt den Anwendungsbereich fest. Dieser erstreckt sich auf den amtlichen und geschäftlichen Verkehr. Ausgenommen ist der Verkehr, der von und nach dem Ausland stattfindet oder mit der Einfuhr oder Ausfuhr unmittelbar zusammenhängt.

Nach § 2 sind gesetzliche Einheiten:

- a) Die SI-Basis единиц;
- b) Gewisse atomphysikalische Einheiten;
- c) Die hieraus abgeleiteten Einheiten;
- d) Die dezimalen Vielfachen und Teile der erwähnten Einheiten.

Die SI-Basis единиц sind in § 3 aufgeführt und definiert. Nach § 4 sind die gesetzlichen atomphysikalischen Einheiten die Einheit der Stoffmenge Mol (mit Symbol mol), die atomphysikalische Masseneinheit (mit Symbol u) und die atomphysikalische Energieeinheit Elektronenvolt (mit Symbol eV).

§ 5 ermächtigt die Bundesregierung zur Gewährleistung der Einheitlichkeit im Messwesen durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates, Einheiten, die sich als Potenzprodukte aus den Basis единицen nach § 3 und den atomphysikalischen Einheiten nach § 4 mit einem festen Zahlenfaktor ableiten lassen, als gesetzliche Einheiten mit Namen und Kurzzeichen (Symbol) festzulegen.

Im § 6 folgen die von den Generalkonferenzen festgelegten Vorsätze zur Bildung von dezimalen Vielfachen und Teilen. Im § 7 werden Aufgaben der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt erwähnt.

§ 8 betrifft die Bestimmung der in den Ländern für die Durchführung des Gesetzes zuständigen Behörden. Die Auskunftspflicht der für die Einhaltung der Vorschriften des Einheitengesetzes verantwortlichen Personen regelt § 9, und die Verletzung der Geheimhaltungspflicht behandelt § 10.

Die Bussgeldvorschriften enthalten § 11 und § 12. Ordnungswidrig handelt, wer:

- a) Im geschäftlichen Verkehr zur Angabe von Größen nach §§ 3 oder 4 nicht die gesetzlichen Einheiten verwendet;
- b) Einer Vorschrift, einer nach § 5 ergangenen Rechtsverordnung zuwiderhandelt, soweit die Rechtsverordnung für einen bestimmten Tatbestand auf die Bussgeldvorschrift hinweist.

Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbusse geahndet werden.

Die restlichen §§ 13 bis 16 betreffen Übergangs- und Schlussbestimmungen.

*Hoppe-Blank* und *Stille* begründen die Notwendigkeit des neuen Einheitengesetzes [37] und erläutern die Definition und Realisierung gesetzlicher Einheiten [38]. Die frühere und die künftige Rechtslage schildert *Strecker* [49].

#### 4.5 Italien

In Italien existiert noch kein Gesetz betreffend die Übernahme von SI-Einheiten, aber im Auftrag des Handelsministers hat der *Consiglio Nazionale delle Ricerche* (= Nationaler Forschungsrat) durch die Kommission für Größen, Einheiten und Buchstabensymbole das provisorische Normblatt CNR-UNI 10003 [34] ausarbeiten lassen. Es darf vermutet werden, dass der die Einheiten betreffende Inhalt des künftigen Gesetzes von den Festlegungen des Normblatts nicht abweichen wird. Der Inhalt des Normblatts, das elf Seiten des Formats A4 umfasst, soll daher nachstehend kurz geschildert werden.

Der erste Abschnitt behandelt Allgemeines, nämlich den Namen des Systems, sein Hervorgehen aus dem Giorgi-System und die Unterscheidung von Basis-Größen, zusätzlichen Größen und abgeleiteten Größen. Der Abschnitt 2 zählt vorerst die Basis-Größen auf und die Basis-Einheiten, je mit den zugehörigen Buchstabensymbolen. Für die Masseneinheit wird neben dem Namen Kilogramm noch der Name Bes mit dem Symbol b aufgeführt. Anschliessend werden die Definitionen des sechs Basis-Einheiten gegeben.

Es folgen im Abschnitt 3 die zusätzlichen Größen mit ihren Einheiten Radiant und Steradian, und im Abschnitt 4 die abgeleiteten Größen und Einheiten, alle je mit den zugehörigen Buchstabensymbolen. Im Abschnitt 5 sind die Vorsätze aufgeführt, die zur Bildung der dezimalen Vielfachen und Teile der SI-Einheiten dienen. Der Abschnitt 6 enthält Angaben über die Schreibung von Einheitennamen und deren Symbole.

Als Anhang folgt Abschnitt 7, der die Einheiten nennt, die ausserhalb der SI-Einheiten liegen, aber trotzdem vorübergehend geduldet werden. Das sind bei den geometrischen Einheiten die Umdrehung, der rechte Winkel usw., die Seemeile (miglio marino), der Liter, bei den Masseneinheiten das Karat und die Tonne, bei den Zeiteinheiten die Minute, die Stunde, der Tag, bei den Geschwindigkeitseinheiten der Knoten, der Kilometer pro Stunde und die Umdrehung pro Minute mit dem Symbol rm, bei den mechanischen Einheiten das Kraftkilogramm mit dem Symbol kg<sub>f</sub>, die Wattstunde, das Elektronenvolt, die (kleine) Kalorie, die Frigorie (=1 kcal), das Bar, das HektoBar, das Stokes, bei den elektrischen Einheiten die Ampère-Stunde, bei den Einheiten der ionisierenden Strahlung und der Radioaktivität das Röntgen und das Curie. Zu vielen dieser Einheiten sind auch die mit den Vorsätzen von Abschnitt 5 gebildeten dezimalen Vielfachen und Teile zulässig.

Auf den drei letzten Seiten folgen Klarstellungen und Anmerkungen. Etwas mehr als die Hälfte des Platzes ist dem neuen Ausdruck Bes gewidmet. Bes war im römischen Ge-

wichtsystem der Name eines Gewichts, das zwei Dritteln eines Pfundes ausmachte ([39], S. 144). Es werden seine Vorzüge gegenüber dem Namen Kilogramm geschildert, der sich einerseits auf die ausserhalb der SI-Einheiten liegende Einheit Gramm bezieht und andererseits in der Praxis sehr häufig als Einheit der Kraft verstanden wurde und weiterhin verstanden werden wird, und nicht als Einheit der Masse.

## 5. Schlussbemerkungen

Das im Jahr 1935 von der *Commission Electrotechnique Internationale* (CEI) angenommene Giorgi-System ([42], S. 462), dessen vier Basiseinheiten der Meter, das Kilogramm, die Sekunde und das Ampère sind, ist von der Generalkonferenz für Mass und Gewicht, dem obersten Organ der Meter-Konvention, erweitert worden zum Internationalen Einheitensystem mit den sechs Basis-Einheiten Meter, Kilogramm, Sekunde, Ampère, Grad Kelvin und Candela. Einige Einzelheiten werden noch Gegenstand künftiger Beratungen bilden müssen, so dass in kommenden Jahren und Jahrzehnten noch mit ergänzenden Resolutionen der Generalkonferenz zu rechnen sein wird.

Die Übernahme des Internationalen Einheitensystems in die Gesetze der einzelnen Staaten ist im Gang; das Eindringen in den allgemeinen Gebrauch hat schon mit der Annahme des Giorgi-Systems durch die *Commission Electrotechnique Internationale* eingesetzt. Der Erlass neuer Gesetze braucht viel Zeit; dies umso mehr, als das Internationale Einheitensystem heute noch nicht in allen wünschbaren Einzelheiten fertig vorliegt. Am Beispiel der Schweiz ist im Abschnitt 4.1 dargelegt worden, wie die Einführung des metrischen Systems, das die Basis-Einheiten Meter und Kilogramm aufwies, und das den Kern des Giorgi-Systems und des Internationalen Einheitensystems bildet, ein viele Jahre beanspruchender, mühsamer Vorgang war. Für die Einführung des Internationalen Einheitensystems in alle Gebiete der praktischen Anwendung, also in alle Verwaltungen, Fabriken, technischen und kaufmännischen Betriebe, Schulen und Haushalte, muss noch mit langen Fristen gerechnet werden. Aber diese Einführung hat schon vor vielen Jahren begonnen, sie dringt in vielen kleinen Schritten stetig weiter. Es ist eine zwar langsame aber tiefgreifende und umfassende Wandlung im Gang.

## Literatur

- [1] Bundesgesetz, die Maß- und Gewichtsordnung betreffend (Vom 23. Dezember 1851), Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 3(1853), S. 84...91.
- [2] Bundesgesetz betreffend Abänderung des Gesetzes über die Maß- und Gewichtsordnung vom 23. Christmonat 1851 (Vom 14. Heumonat 1868.), Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen der schweizerischen Eidgenossenschaft 9(1869), S. 368, 369.
- [3] Bundesgesetz über Maß und Gewicht (Vom 3. Heumonat 1875), Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen der schweizerischen Eidgenossenschaft, Neue Folge, 1(1875), S. 752...759.
- [4] Bundesgesetz über Maß und Gewicht (Vom 24. Juni 1909). Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen der schweizerischen Eidgenossenschaft, Neue Folge, 25(1909)20, S. 633...644.
- [5] Bundesgesetz betreffend die Abänderung des Art. 25 des Bundesgesetzes vom 24. Juni 1909 über Mass und Gewicht (Vom 27. September 1928.), Eidgenössische Gesetzesammlung — Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen 45(1929)1, S. 4...5.
- [6] Schweizerisches Strafgesetzbuch (Vom 21. Dezember 1937.), Eidgenössische Gesetzesammlung — Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen 54(1938)41, S. 757...852.
- [7] Bundesgesetz betreffend die Abänderung des Bundesgesetzes über Mass und Gewicht (Vom 1. April 1949), Eidgenössische Gesetzesammlung — Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen der schweizerischen Eidgenossenschaft (1949)II, Nr. 43, S. 1531, 1532.
- [8] Verordnung betreffend die Einheiten elektrischer und magnetischer Größen (Vom 8. November 1949), Eidgenössische Gesetzesammlung — Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen der schweizerischen Eidgenossenschaft (1949) II, Nr. 43, S. 1534, 1535.
- [9] Bundesgesetz betreffend Änderung des Bundesgesetzes über Mass und Gewicht (Vom 25. März 1954), Eidgenössische Gesetzesammlung — Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen (1958)33, S. 587...589.
- [10] Report of the forty-third meeting of the British Association for the advancement of science; held at Bradford in September 1873 (John Murray, London 1874).
- [11] Botschaft des schweizerischen Bundesrates an die hohe Bundesversammlung zum Entwurf eines Bundesgesetzes die Maß- und Gewichtsordnung betreffend (Vom 20. Juni 1851.), Bundesblatt der Schweizerischen Eidgenossenschaft 3(1851) II, Nr. 35, S. 85...95.
- [12] Bericht und Anträge der zur Prüfung des bündneräthlichen Gesetzentwurfes über die Maß- und Gewichtsordnung vom Nationalrat niedergesetzten Kommission (Juli 1851.), Bundesblatt der Schweizerischen Eidgenossenschaft 3(1851) II, Nr. 45, S. 605...636.
- [13] Bericht der Minorität der zur Prüfung des Gesetzentwurfes über Maße und Gewichte vom Nationalrat niedergesetzten Kommission, Bundesblatt der Schweizerischen Eidgenossenschaft 3(1851) II, Nr. 45, S. 637...655.
- [14] Bericht des Bundesrates an die h. schweizerische Bundesversammlung betreffend die Petitionen um Einführung des metrischen Masses und Gewichts (Vom 8. September 1865.), Bundesblatt der schweizerischen Eidgenossenschaft 17(1865) III, Nr. 46, S. 672...686.
- [15] Bericht der nationalräthlichen Kommission über Einführung des metrischen Maß- und Gewichtsystems (Vom 6. Juli 1866.), Bundesblatt der schweizerischen Eidgenossenschaft 18(1866) II, Nr. 36, S. 427...453.
- [16] Bundesbeschluss betreffend die Einführung des metrischen Mass- und Gewichtsystems (Vom 8. Juli 1867.), Bundesblatt der schweizerischen Eidgenossenschaft 19(1867) II, Nr. 34, S. 490.
- [17] Bericht der nationalräthlichen Kommission über die Einführung des metrischen Mass- und Gewichtsystems (Vom 8. Juli 1867.), Bundesblatt der schweizerischen Eidgenossenschaft 19(1867) II, Nr. 39, S. 621...626.
- [18] Botschaft des Bundesrates an die h. Bundesversammlung betreffend Abänderung des Gesetzes über die Maß- und Gewichtsordnung vom 23. Dezember 1851 (Vom 12. Juni 1868), Bundesblatt der schweizerischen Eidgenossenschaft 20(1868) II, Nr. 33, S. 825...843.
- [19] Metrisches Mass und Gewicht. (Botschaft, Gesetzentwurf und Vollzugsverordnung.) — Botschaft des Bundesrates an die hohe Bundesversammlung, betreffend die obligatorische Einführung des neuen metrischen Mass- und Gewichtsystems (Vom 25. November 1874.), Bundesblatt der schweizerischen Eidgenossenschaft 26(1874) III, Nr. 53, S. 713...750.
- [20] Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung, betreffend den Erlass eines neuen Bundesgesetzes über Mass und Gewicht und die Reorganisation der eidg. Eichstätte (Vom 9. Juni 1906.), Bundesblatt der schweizerischen Eidgenossenschaft 58(1906) III, Nr. 24, S. 897...922.
- [21] Comptes rendus des séances de la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1948 (Gauthier-Villars, Paris 1949).
- [22] Comptes rendus des séances de la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1954 (Gauthier-Villars, Paris 1955).
- [23] Comptes rendus des séances de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures, Paris, 11—20 octobre 1960 (Gauthier-Villars & Cie, Paris 1961).
- [24] Comptes rendus des séances de la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures, Paris, 6—13 octobre 1964 (Gauthier-Villars, Paris 1964).
- [25] Congrès International des Electriciens, Paris 1881: Comptes rendus des travaux (G. Masson, Paris 1882).
- [26] Comité International des Poids et Mesures: Procès-verbaux des séances, session de 1950, deuxième série, tome XXII (Gauthier-Villars, Paris 1950).
- [27] Comité International des Poids et Mesures: Procès-verbaux des séances, session de 1952 (7—13 octobre), deuxième série, tome XXIII-A (Gauthier-Villars, Paris 1953).
- [28] Comité International des Poids et Mesures: Procès-verbaux des séances, session de 1954 (28 septembre—14 octobre) et sessions des Comités Consultatifs: Définition du Mètre (1953) — Thermométrie (1954), deuxième série, tome XXIV (Gauthier-Villars, Paris 1955).
- [29] Procès-verbaux des séances, session de 1956 (1er—6 octobre), 2e série, tome XXV (Gauthier-Villars, Paris 1957).
- [30] Comité International des Poids et Mesures: Procès-verbaux des séances, 47e session — 1958 (29 septembre—3 octobre) et Comité Consultatif de Thermométrie (5e session—juin 1958), 2e série, tome 26-A (Gauthier-Villars, Paris 1959).
- [31] Comité International des Poids et Mesures: Procès-verbaux des séances, 49e session—1960 (4—20 octobre), 2e série, tome 28 (Gauthier-Villars & Cie, Paris 1962).
- [32] Comité International des Poids et Mesures: Procès-verbaux des séances, 53e session — 1964 (2—13 octobre), 2e série, tome 32 (Gauthier-Villars & Cie, Paris 1965).
- [33] Comité International des Poids et Mesures: Procès-verbaux des séances, 54e session — 1965 (5—8 octobre), 2e série, tome 33 (Gauthier-Villars, Paris 1966).
- [34] CNR-UNI 10003: Sistema internazionale di unità di misura fondamentali, supplementari e derivate (UNI — Ente nazionale italiano di unificazione, Milano 1965).
- [35] DIN 1305 (Jan. 1964): Masse, Gewicht — Begriffe (Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 15 und Köln).
- [36] Dras: Einheiten im Messwesen — Entwurf eines Gesetzes, PTB-Mitteilungen 76(1966)2, S. 189...191.
- [37] J. Hoppe-Blank und U. Stille: Warum ein neues Einheitengesetz?, PTB-Mitteilungen 76(1966)3, S. 299...302.
- [38] J. Hoppe-Blank und U. Stille: Definition und Realisierung von gesetzlichen Einheiten — Erläuterungen zum Entwurf eines Gesetzes über Einheiten im Messwesen, PTB-Mitteilungen 76(1966)4, S. 335...340 und 76(1966)6, S. 529...533.
- [39] F. Hultsch: Griechische und römische Metrologie, 2. Bearbeitung (Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1882).
- [40] J.-M. Jeanneney: Circulaire du 29 décembre 1961 relative à l'application du décret n° 61—501 du 3 mai 1961 relatif aux unités de mesure, et au contrôle des instruments de mesure, Revue de métrologie pratique et légale (1961)12, S. 578, 579.
- [41] Journal Officiel de la République Française du 20 mai 1961: Unités de Mesure N° 1194—1961; Décret N° 61—501 du 3 mai 1961 relatif aux unités de mesure et au contrôle des instruments de mesure (Journaux officiels, Paris 1961).
- [42] H. König, M. Kronl und M. Landolt: Zur Einführung des Giorgi-Systems, Bull. SEV 40(1949)15, S. 462...474.
- [43] M. K. Landolt: Die Doppelbedeutung des Kilogramms, Schweiz. Bauztg. 76(1958) S. 3...6, 17..20.

- [44] E. Brückner und J. Stulla-Götz: Das österreichische Maß- und Eichgesetz mit den erläuternden Bemerkungen der Regierungsvorlage (Manzsche Verlags- und Universitätsbuchhandlung, Wien 1952).
- [45] C. E. Sachau: The Chronology of Ancient Nations, an english version of the arabic text of the Athār-Ul-Bākiya of Albīrūnī, or "Vestiges of the Past", collected and reduced to writing by the author in A. H. 390-1, A. D. 1000, translated and edited, with notes and index (William H. Allen and Co, London 1879).
- [46] Schweizerisches Elektrotechnisches Komitee und Vorstand des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins: Aufruf an Elektrotechniker und Physiker, Bull. SEV 40(1949)15, S. 461.
- [47] SEV 8001.1967: Regeln und Leitsätze für Buchstabensymbole und Zeichen (mit Einschluss der Empfehlungen der 4. Auflage der Publikation 27 der CEI) (Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Zürich 1967).
- [48] A. Strecker: Neuer Entwurf eines Gesetzes über das Mess- und Eichwesen — Eichgesetz, PTB-Mitteilungen 76(1966)2, S. 192.
- [49] A. Strecker: Entwurf eines Gesetzes über Einheiten im Messwesen und seine Anwendung in der Praxis, PTB-Mitt. 76(1966)5, S. 483, 484.
- [50] F. Viaud: Commentaires du décret n° 61-501 du 3 mai 1961, Revue de métrologie pratique et légale (1961)11, S. 488...499.

#### Adresse des Autors:

M. K. Landolt, dipl. Elektroingenieur, Spyristeig 35, 8044 Zürich 6.

## Lausanne, centre de commande centralisée et automation ferroviaire

Par R. Dutoit, Lausanne

656.257

*La création dans la région lausannoise de la gare aux marchandises de Lausanne-triage et des liaisons et bifurcations destinées à desservir ce nouveau centre ferroviaire au trafic important sera liée à une rationalisation des lignes aboutissant à la gare de Lausanne et à la commande centralisée de la circulation avec acheminement automatique des trains.*

*Die Schaffung des in der Gegend von Lausanne erstellten Güterbahnhofs Lausanne-triage und der Verbindungen, Anschlüsse und Abzweigungen, welche dem wichtigen und regen Verkehr dieses neuen Eisenbahnknotenpunktes dienen, bedingt eine Rationalisierung der an den Bahnhof Lausanne angeschlossenen Strecken und einen zentralgesteuerten Verkehr mit automatischer Beförderung der Züge.*

### 1. Introduction

L'automation et bientôt la cybernétisation du vaste complexe que représente une exploitation ferroviaire sont en voie d'étude et de développement et se manifestent déjà, bien que d'une façon modeste, dans divers domaines.

Les réalisations les plus importantes faites à ce jour l'ont été en général dans les branches commerciale et comptable où il était plus facile d'adapter ces nouvelles techniques au chemin de fer en prenant pour modèle ce qui se faisait déjà dans l'industrie et le commerce.

Mais l'automation de la circulation des trains présente des possibilités très étendues par la régularité et la périodicité des circulations et par le fait que l'acheminement d'un train vers sa gare de destination ne dépend que d'un seul paramètre que nous appellerons «critère de direction», paramètre auquel il est possible d'ajouter un critère de catégorie pour déterminer les préséances (un train direct devant, par exemple, avoir le pas sur un train de marchandises). A cette automation devra se superposer une cybernétisation pour laquelle, à partir des gares de triage et de formation des trains où le débranchement automatique sera encore beaucoup plus poussé qu'il ne l'est maintenant, des calculatrices ordonneront la mise en marche des trains de marchandises destinés à la répartition du trafic marchandises et exécuteront toutes les tâches nécessaires à la circulation des trains ainsi programmée.

En fait, la technique nous donne déjà à ce jour tous les moyens de réaliser un tel programme qui apparaît peut-être comme un peu utopique, mais qui l'est seulement en regard des milliards qui seront nécessaires pour le réaliser, car le rapport entre le degré d'automation et le coût de celle-ci est une fonction exponentielle où les frais montent en flèche avec l'extension de l'automation.

Le budget de construction des CFF<sup>1)</sup> doit plafonner à quelque 450 millions de francs par année et dans cette somme déjà difficile à réunir figurent l'ensemble des cons-

tructions et le matériel ferroviaire fixe et roulant. Il est à prévoir que la cybernétisation du réseau ferroviaire CFF ne se fera donc que lentement et cela malgré les avantages considérables qui sont liés à une telle modernisation. Le présent article sera limité aux problèmes de l'automation de la circulation des trains de la région lausannoise.

### 2. Commande centralisée de la circulation

On appelle commande centralisée de la circulation la commande et le contrôle à partir d'un poste principal et unique de toutes les gares et stations d'un réseau donné.

Le complexe ferroviaire formé par les gares de Lausanne-voyageurs, Lausanne-Sébeillon, Renens, Lausanne-triage et Bussigny, qui comprend de nombreuses voies de liaison d'où rayonnent 4 lignes principales (fig. 1), se présente comme un centre naturel de commande centralisée de la circulation des trains et c'est logiquement au poste directeur de la gare de Lausanne (fig. 2) que doit incomber le rôle de la surveillance et de la régulation des trains circulant dans cet ensemble de gares et de lignes.

Dès la mise en service de la nouvelle gare en construction de Lausanne-triage en 1971, la commande centralisée sera réalisée sur les lignes suivantes:

Lausanne – Renens – Daillens – Vallorbe;  
Lausanne – Renens – Daillens – Yverdon;  
Lausanne – Renens – Morges;  
Lausanne – Vevey;  
Lausanne – Palézieux.

La commande centralisée de la circulation présente les avantages essentiels ci-après:

a) Elle permet de régler d'une manière optimum le trafic d'une ligne ou d'une zone, grâce aux possibilités de surveillance continue et d'intervention immédiatement efficace dans la circulation des trains;

b) Elle augmente la souplesse et le rendement d'un réseau ferroviaire et, par suite de la meilleure fluidité du trafic, il en résulte une réduction des temps d'attente inutile dans les gares et aux signaux;

c) Elle permet d'importantes réductions de personnel dans les gares où il devient possible de limiter l'effectif aux besoins commerciaux.

<sup>1)</sup> Chemins de Fer Fédéraux Suisses.