

# Das Gesetz über Einheiten im Meßwesen und seine Ausführungsverordnung

Gustav Leiner

Inhalt Die Entstehung des Internationalen Einheitensystems (SI) wird anhand der Beschlüsse der Generalkonferenzen für Maß und Gewicht gezeigt. Anschließend wird über das Einheitsgesetz und die zugehörige Ausführungsverordnung berichtet. Wo es erforderlich schien, wurden Erläuterungen hinzugefügt.

## Historisches

Das Gesetz über Einheiten im Meßwesen vom 2. 7. 1969 [1] und die zugehörige Ausführungsverordnung vom 26. 6. 1970 [2], die beide am 5. 7. 1970 in Kraft getreten sind, bedeuten einen wesentlichen Fortschritt auf dem Weg zur Vereinheitlichung der in der Welt zur Messung physikalischer Größen verwendeten Einheiten.

Noch gegen Ende des 18. Jahrhunderts war die Vielfalt der Maße und Einheiten kaum zu überblicken. Besonders schlimm stand es damit in Deutschland, das damals noch in viele kleine und kleinste Ländchen aufgesplittert war, die alle ihre eigenen Einheiten haben wollten. In Baden allein [7] zählte man damals z. B. 112 unterschiedliche Ellen, 92 Flächenmaße, 163 Getreidemaße und 80 verschiedene Pfunde. Um diesem hoffnungslosen Durcheinander ein Ende zu bereiten, befaßten sich damals namhafte Wissenschaftler mit dem Gedanken, die Längeneinheit aus Maßen der Natur abzuleiten. Man suchte nach einem Maß, das zur Länge des Erdmeridians in einer besonderen Beziehung stand. Auch die Länge des Sekundenpendels stand eine Zeitlang zur Diskussion.

Aus diesen Überlegungen und Messungen entstanden in Frankreich gegen Ende der Französischen Revolution die ersten metrischen Maße:

- die Längeneinheit *Meter* als der zehnmillionste Teil eines Erdquadranten und davon abgeleitet
- die Masseneinheit *Kilogramm* als die Masse von 1 dm<sup>3</sup> reinen Wassers bei 4 °C.

Erst ab 1840 setzten sich Meter und Kilogramm in Frankreich endgültig durch. 1868 übernahm der damalige Norddeutsche Bund diese ersten metrischen Maße [5].

Am 20. 5. 1875 wurde in Paris die *Meterkonvention* von 17 Staaten unterzeichnet. Dieser Staatsvertrag, der auf deutsche Anregung zustande gekommen war, hat die all-

---

Anmerkung der Redaktion: Der 31. 12. 1974 ist ein wichtiger Grenztermin für die zulässige Verwendung einer Reihe von Einheiten, deshalb hat der abgedruckte Aufsatz (ETZ-B, Bd. 23 [1971] Heft 9, Seite 207–211) nochmals Aktualität, an die wir unseren Leserkreis erinnern möchten.

## History

The "Law Concerning Units of Measurement" dated 2nd July 1969 [1] and the pertinent "Implementing Regulation" of 26th June 1970 [2], both of which entered into effect on 5th June 1970, signify a considerable advance along the road to unification of the units used throughout the world for measuring physical quantities.

Even towards the end of the XVII<sup>th</sup> Century the diversity of measures and units was rather confusing. The situation was especially chaotic in Germany, which in those days was split into many small and tiny states all of which wanted to have their own units. In Baden alone [7], for instance, there were 112 different ells in use, 92 surface measures, 163 grain measures and 80 different pounds. In order to overcome this hopeless confusion, well-known scientists occupied themselves with the idea of deriving linear measurements from natural units. A unit was sought which would have a special relation to the length of the earth's meridian. The length of the second pendulum was also a matter of discussion for a while.

As a result of these deliberations and measurements, the first metrical measurements were established in France toward the end of the French Revolution:

- The linear unit *meter* as the ten millionth part of an earth quadrant, and derived from it,
- The unit of weight, the *kilogram* as the mass of 1 dm<sup>3</sup> of pure water at 4 °C (39.2 °F).

The meter and the kilogram did not definitely prevail in France until from 1840 onwards. The "Norddeutsche Bund" (North German Union) then in existence adopted these first metric measures [5] in 1868.

On 20th May 1875, the *Meter Convention* was signed in Paris by 17 states. This treaty, which came about by German instigation, was aimed at the general introduction and perfection of metric measurements. Meanwhile, 40 states now belong to the meter convention. Its executive organ is the *General Conference for Measures and Weights* as a general assembly of the authorised representatives from the signatory states. Germany is represented in the General Conference by the acting president of the Federal Institute for Physical Technology (Physikalisch-

# The Law concerning Units of Measurement and the Implementing Regulation

Contents *The creation of the Internal Units System (SI) is shown by means of the decisions made by the General Conferences for Measures and Weights. An account is subsequently given of the Units Law and the pertinent implementing regulation. Explanations were added where this seemed necessary.*

gemeine Einführung und Vervollkommnung der metrischen Maße zum Ziele. Inzwischen gehören der Meterkonvention etwa 40 Staaten an. Das ausführende Organ der Meterkonvention ist die *Generalkonferenz für Maß und Gewicht* als Vollversammlung der bevollmächtigten Vertreter der Signatarstaaten. Deutschland wird in der Generalkonferenz durch den jeweiligen Präsidenten der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt vertreten. Die Generalkonferenz tritt normalerweise alle 6 Jahre zusammen. Ihre Beschlüsse stellen Empfehlungen für die Gesetzgebung der Mitgliedstaaten dar.

Einige Beschlüsse der Generalkonferenzen, die für die Entwicklung des Internationalen Einheitensystems von Wichtigkeit sind, seien nachfolgend angeführt:

Die *erste Generalkonferenz* tagte 1889 und genehmigte die Prototypen für das Meter und das Kilogramm. Außerdem verteilte sie die Kopien dieser Maße an die Mitgliedstaaten der Meterkonvention. (Bei der heute erreichbaren Meßgenauigkeit entsprechen diese Prototypen nicht mehr genau genug den ursprünglich angestrebten Naturmaßen.)

Die *dritte Generalkonferenz* tagte 1901 und bestätigte das Kilogramm als Masseneinheit, da bereits damals versucht wurde, das Kilogramm zu einer Kräfteinheit umzudeuten. Außerdem legte diese Generalkonferenz die Norm-Fallbeschleunigung mit  $9,806\ 65\ \text{m/s}^2$  \*) fest. Damit war die technische Kräfteinheit an die Masseneinheit Kilogramm angeschlossen. Einen Namen hat die Generalkonferenz dieser technischen Kräfteinheit leider nie gegeben. So kam es, daß die technische Kräfteinheit von den Ingenieuren fälschlich auch »Kilogramm« genannt wurde. So mußte man zwischen einem Masse-Kilogramm und einem Kraft-Kilogramm unterscheiden, bis in Deutschland für das Kraft-Kilogramm der Name *Kilopond* eingeführt wurde.

Die *neunte Generalkonferenz* brachte 1948 den Übergang von den ursprünglich empirisch definierten – damals »international« genannten – elektrischen Einheiten zu den »absolut« genannten Einheiten, die an die metrischen Einheiten der Mechanik angeschlossen sind.

\*) Eine halbfett gedruckte Ziffer am Ende einer Zahl bedeutet, daß diese Zahl genau ist (DIN 1333, Absatz 2.2).

Technische Bundesanstalt). The General Conference usually meets once every 6 years. Its decisions come in the form of recommendations for the legislation of the member countries.

Some of the decisions of the General Conferences, which were important for the development of the international unit systems, are listed below:

The *first General Conference* met in 1889 and approved the prototypes for the meter and the kilogram. It also distributed copies of these measurements to the member states of the Meter Convention. (In view of the precision now attainable these prototypes no longer correspond exactly to the originally desired natural measurements.)

The *third General Conference* met in 1901 and confirmed the kilogram as a unit of measurement, as efforts were made already at that time to interpret it as a unit of force. In addition, this Conference laid down the norm for gravitational acceleration at  $9.806\ 65\ \text{m/s}^2$  \*). The technical unit of force was thus connected with the unit of mass, the kilogram. The General Conference has unfortunately never given a name to this technical unit of force. Thus it was that the technical unit was wrongly also called "kilogram" by the engineers using it. One was obliged to differentiate between a mass kilogram and a force kilogram, until the term *kilopond* was introduced in Germany for the force kilogram.

The *ninth General Conference* brought about the change-over from the electrical units then termed "international", which originally were empirically defined, to the units now called "absolute", which are connected to the metrical units of mechanics.

The *tenth General Conference* accepted in 1954 the basic units of the International Unit System (table 1).

The *eleventh General Conference* agreed in 1960 to the abbreviation SI in place of "Système International d'Unités" for the 6 basic units of the International Unit System and the units coherently derived from it. What is more, the resolutions for the description of decimal mul-

\*) If the last number at the end of a figure is printed in bold type, this means that the figure is exact (DIN 1333, para. 2.2).

**Tafel 1. Die 6 Basiseinheiten des Internationalen Einheitensystems (SI).**

Einheit	Einheitenzeichen	physikalische Größe
das <i>Meter</i>	m	Länge
das <i>Kilogramm</i>	kg	Masse
die <i>Sekunde</i>	s	Zeit
das <i>Ampere</i>	A	elektrische Stromstärke
das <i>Kelvin*</i>	K	thermodynamische Temperatur
die <i>Candela</i>	cd	Lichtstärke

**Table 1. The 6 basic units of the International Units System (SI).**

Unit	Unit symbol	Physical Quantity
<i>Meter</i>	m	Length
<i>Kilogram</i>	kg	Mass
<i>Second</i>	s	Time
<i>Ampere</i>	A	Electric Current
<i>Kelvin*</i>	K	Thermodynamic Temperature
<i>Candela</i>	cd	Light Energy

Die *zehnte Generalkonferenz* nahm 1954 die 6 Basiseinheiten des Internationalen Einheitensystems an (Tafel 1).

Die *elfte Generalkonferenz* vereinbarte 1960 zu dem Namen »Système International d'Unités« die Abkürzung »SI« für die 6 Basiseinheiten des Internationalen Einheitensystems und ihre kohärent abgeleiteten Einheiten. Außerdem wurden von dieser Generalkonferenz die Vorschläge zur Bezeichnung von dezimalen Vielfachen und dezimalen Teilen der Einheiten verabschiedet (Tafel 2).

Die ersten vier der 6 Basiseinheiten des Internationalen Einheitensystems beruhen auf Vorschlägen, die Prof. Giorgi [3] bereits 1901 veröffentlicht hatte und die zum MKSA-System oder Giorgi-System [4] geführt haben. Es ist vorgesehen, der vierzehnten Generalkonferenz als siebente Basiseinheit das *Mol* für die Stoffmenge vorzuschlagen.

Eine Bemerkung zur Terminologie: In einem Einheitensystem ist für jede Größe *eine und nur eine* Einheit vorgesehen. Ein Einheitensystem heißt *kohärent*, wenn die Einheiten des Systems ausschließlich durch Einheitenbeziehungen miteinander verknüpft sind, in denen *kein* von 1 abweichender Zahlenfaktor vorkommt. Im *Technischen Einheitensystem* ist z. B. die kohärente Einheit der Leistung 1 kp m/s. Diese Einheit aber wurde fast nie verwendet, sondern stattdessen die Pferdestärke mit 1 PS = 75 kp m/s. Daher kann man das Technische Einheitensystem nicht zu den kohärenten Einheitensystemen zählen. Das SI dagegen ist ein kohärentes Einheitensystem.

tiples and decimal parts of the units were passed by this General Conference (table 2).

The first four of the 6 basic units of the International Unit System are based on suggestions which Prof. Giorgi [3] had already published in 1901, and which led to the MKSA System or Giorgi-System [4]. It is planned to propose the *Mol* as a quantity of matter, i. e. as a seventh basic unit to the General Conference.

A note on terminology: In a system of units, *one, and only one* units is provided for every quantity. A system of units is called *coherent* if the units of the system are connected to one another exclusively by unit equations in which *no* numerical factor deviates from 1. In the *technical system of units*, for instance, the coherent unit of efficiency is 1 kp m/s. This unit was, however, practically never used, the horse power of 1 PS = 75 kp m/s was used in its stead. The technical system of units can for this reason not be included in the coherent systems of unit. Opposed to this, the SI is a coherent system of units.

### The conversion to SI units

The conversion to SI units is making progress all over the world, although not at the same pace everywhere. The "International Organization for Standardization" (ISO) has adopted these units and published them in their Recommendations R 31 und R 1000.

The new *Law concerning Units of Measurement* and the

\* Das ursprünglich vorhandene Grad-Zeichen ( $^{\circ}\text{K}$ ) ist erst aufgrund einer Vereinbarung der dreizehnten Generalkonferenz, die 1967/68 tagte, weggefallen.

\* The original degree symbol ( $^{\circ}\text{K}$ ) was only abandoned when the thirteenth General Conference agreed on its elimination at a meeting in 1967/68.

**Tafel 2. Vorsätze zur Bezeichnung von dezimalen Vielfachen und dezimalen Teilen von Einheiten.**

Zehnerpotenz	Vorsatz	Vorsatzzeichen	Zehnerpotenz	Vorsatz	Vorsatzzeichen
10 <sup>1</sup>	Deka	da	10 <sup>-1</sup>	Dezi	d
10 <sup>2</sup>	Hekto	h	10 <sup>-2</sup>	Zenti	c
10 <sup>3</sup>	Kilo	k	10 <sup>-3</sup>	Milli	m
10 <sup>6</sup>	Mega	M	10 <sup>-6</sup>	Mikro	μ
10 <sup>9</sup>	Giga	G	10 <sup>-9</sup>	Nano	n
10 <sup>12</sup>	Tera	T	10 <sup>-12</sup>	Piko	p
			10 <sup>-15</sup>	Femto	f
			10 <sup>-18</sup>	Atto	a

### Umstellung auf SI-Einheiten

Die Umstellung auf die SI-Einheiten macht auf der ganzen Welt Fortschritte, allerdings nicht überall gleich schnell. Die »International Organization for Standardization« (ISO) hat diese Einheiten übernommen und in ihren Empfehlungen R 31 und R 1000 veröffentlicht. Alle die Länder, die vom »foot-pound«-System auf metrische Einheiten umstellen, gehen auf das SI über und nicht auf das veraltete Technische Einheitensystem.

Das neue Gesetz über Einheiten im Meßwesen und die zugehörige Ausführungsverordnung sind ganz im Sinne der Meterkonvention streng an die Beschlüsse der Generalkonferenzen für Maß- und Gewicht angepaßt.

Im Gesetz, das für den geschäftlichen und den amtlichen Verkehr innerhalb der Bundesrepublik Deutschland gilt, werden die sechs Basiseinheiten des SI und außerdem noch drei atomphysikalische Einheiten zu gesetzlichen Einheiten erklärt:

als Einheit der Stoffmenge das Mol (Einheitenzeichen mol),

die atomare Masseneinheit mit dem Einheitenzeichen u (unified atomic mass unit) und

die atomphysikalische Energieeinheit Elektronvolt mit dem Einheitenzeichen eV.

Die Vorsätze zur Bildung dezimaler Vielfacher und dezimaler Teile von Einheiten sind gleichfalls in das Gesetz aufgenommen. Dabei wurde verfügt, daß jede Einheit nicht mehr als einen Vorsatz erhalten darf.

Im § 11 des Gesetzes wird – dem Sinne nach – gesagt: Wer im geschäftlichen Verkehr sich nicht an die gesetzlich vorgeschriebenen Einheiten hält, handelt ordnungswidrig.

**Table 2. Prefixes for symbols with decimal multiples and decimal parts of units.**

Decimal power	Prefix	Symbol	Decimal power	Prefix	Symbol
10 <sup>1</sup>	Deka	da	10 <sup>-1</sup>	Deci	d
10 <sup>2</sup>	Hecto	h	10 <sup>-2</sup>	Centi	c
10 <sup>3</sup>	Kilo	k	10 <sup>-3</sup>	Milli	m
10 <sup>6</sup>	Mega	M	10 <sup>-6</sup>	Micro	μ
10 <sup>9</sup>	Giga	G	10 <sup>-9</sup>	Nano	n
10 <sup>12</sup>	Tera	T	10 <sup>-12</sup>	Pico	p
			10 <sup>-15</sup>	Femto	f
			10 <sup>-18</sup>	Atto	a

pertinent *Implementing Regulation* have been strictly adapted to the resolutions of the General Conferences for measures and weights entirely in accordance with the interpretation of the Meter Convention.

In the *Law*, which is valid for commercial and official business within the Federal Republic of Germany, the six basic units of the SI and another three nuclear physical units as well have been proclaimed as legal units:

The *Mol* as a unit of matter quantity (unit symbol mol),

the *atomic mass unit* with the unit symbol u (unified atomic mass unit), and

the *atomic physical energy unit Electronvolt* with the symbol eV.

The prefixes for forming decimal multiples and decimal parts of units have also been included in the *Law*. It was decreed that no unit may have more than one prefix.

In para 11 of the *Law* it is stated – in accordance with its interpretation – that: Whoever does not comply with the legally prescribed units in the course of his business, acts in an *irregular manner* and may be fined.

The last two atomic units mentioned – the atomic unit of mass and the atomic energy unit – are empirically defined, i.e. the accuracy of their conversion factors in relation to the corresponding SI units is governed by the respective precision of measurement.

The units employed in ship, air and rail traffic as a result of international agreements, the names and unit symbols thereof, are not affected by the *Law*.

The *implementing regulation* to the *Law* concerning Units of Measurement defines in its first section those

Diese Ordnungswidrigkeit *kann* mit einer Geldbuße gehandelt werden.

Die beiden zuletzt genannten atomaren Einheiten – die atomare Masseneinheit und die atomare Energieeinheit – sind empirisch definiert, d. h., die Genauigkeit ihrer Umrechnungsfaktoren auf die entsprechenden SI-Einheiten ist durch die jeweilige Meßgenauigkeit bestimmt.

Die aufgrund internationaler Übereinkommen im Schiffs-, Luft- und Eisenbahnverkehr verwendeten Einheiten, deren Namen und deren Einheitenzeichen sind vom Gesetz nicht betroffen.

Die *Ausführungsverordnung* zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen definiert im ersten Abschnitt als »gesetzliche abgeleitete Einheiten« jene, die in der Ausführungsverordnung mit Namen und Einheitenzeichen festgesetzt sind. Außerdem sind Potenzprodukte aus gesetzlichen Einheiten zulässig. Abgeleitete Einheiten mit eingeschränktem Anwendungsbereich – z. B. die Dioptrie – dürfen nicht zur Bildung abgeleiteter Einheiten mit uneingeschränktem Anwendungsbereich verwendet werden. Im zweiten Abschnitt werden als gesetzliche abgeleitete Einheiten eine große Anzahl der vielen möglichen abgeleiteten SI-Einheiten festgesetzt. Außerdem sind noch einige andere – zum SI nicht kohärente – Einheiten als gesetzliche Einheiten angeführt. Mit wenigen Ausnahmen, die noch zu erwähnen sind, werden die aus diesen Einheiten mittels Vorsätzen gebildeten dezimalen Vielfachen und Teile für gesetzlich erklärt. Einige dieser gesetzlichen Einheiten, für die sich Änderungen ergeben, seien nachfolgend angeführt:

Das *Liter* wird als besonderer Name für Kubikdezimeter genannt. Diese Änderung gilt seit der zwölften Generalkonferenz für Maß und Gewicht im Jahre 1964.

Bei den *Winkeln* sind neben der SI-Einheit *Radian* auch der *Vollwinkel* – allerdings ohne Einheitenzeichen –, der *rechte Winkel* mit dem Einheitenzeichen  $\perp$ , der *Grad* (bisher auch *Altgrad* genannt) mit dem üblichen Gradzeichen ( $^{\circ}$ ) als Einheitenzeichen – und dessen Unterteilung in *Minuten* und *Sekunden* mit den bisher üblichen Einheitenzeichen – und schließlich auch das *Gon* (bisher *Neugrad* genannt) – mit dem neuen Einheitenzeichen »gon« – als gesetzliche abgeleitete Einheiten angeführt. Vom *Vollwinkel*, dem *rechten Winkel* und dem *Grad* mit *Minute* und *Sekunde* dürfen keine dezimalen Vielfachen oder Teile mittels Vorsätzen gebildet werden.

Die *Tonne* – mit dem Einheitenzeichen  $t$  – wird als besonderer Name für das Megagramm angeführt. Bei *Masseinheiten* sind – wie es bereits üblich ist – die dezimalen Vielfachen und Teile durch Vorsätze vor die Einheit *Gramm* zu bilden und nicht durch Vorsätze vor die

units as "legally derived units" which are laid down in the regulation with names and designations. Power products derived from legal units are, moreover, permissible. Derived units with a restricted range of application – e. g. dioptry – may not be employed to form derived units with an unrestricted range of application. In the second section, a large number of the many possible derived SI units have been laid down as legally derived units. Furthermore, several other units – which are not coherent to SI – have been included as legal units. The decimal multiples and parts formed from these units by prefixes have been declared to be legal with a few exceptions, which will be mentioned later. A few of these legal units, for which variations occur, are here given:

The *liter* is used as a special name for cubic decimeter. This alteration has been valid since the Twelfth General Conference for Weights and Measures in 1964.

In the case of *angles* we can list, besides the SI unit *radiant*, the *solid angle* – albeit without unit symbol –, the *right angle* with the symbol  $\perp$ , the *degree* (also previously known as "old degree") with the usual symbol ( $^{\circ}$ ) as a unit symbol – and its subdivision into *minutes* and *seconds* with the hitherto valid unit symbols – and finally the *gon* (previously known as *new degree*) – with the new symbol "gon". All of these are legally derived units. No decimal multiples or parts may be formed by means of prefixes from the full angle, right angle and the degree with minute and second.

The *ton* – with its unit symbol  $t$  – is listed as a special name for the megagram. In the case of *units of mass* – as is already the custom – the decimal units and parts are formed by prefixes to the unit *gram*, and not by prefixes to the basic unit kilogram, as it is prohibited to join two or more prefixes together.

Furthermore, units for *mass in relation to length* (unit symbol:  $\text{kg/m}$ ), *mass in relation to area* (unit symbol:  $\text{kg/m}^2$ ) and *density*, which is mass in relation to volume (unit symbol:  $\text{kg/m}^3$ ), are also given as legal units.

In the case of *time units*, we have, apart from the basic unit *second*, the *minute*, the *hour* and the *day* as legal units. The week, the month and the year are not included, because for them no stable conversion factors are possible. But they may still continue to be used in commerce on account of other legal resolutions. No decimal multiples or parts may be formed by means of prefixes from the minute, the hour or the day.

The derived unit of *frequency*, the *Hertz* (unit symbol:  $\text{Hz}$ ) is defined as the frequency of a periodic process with a period length of 1 s.

Basiseinheit Kilogramm, da es nicht zulässig ist, zwei oder mehr Vorsätze aneinander zu reihen.

Es werden auch Einheiten für die *längenbezogene Masse* (Einheitenzeichen: kg/m), die *flächenbezogene Masse* (Einheitenzeichen: kg/m<sup>2</sup>) und die *Dichte*, die eine volumenbezogene Masse ist (Einheitenzeichen: kg/m<sup>3</sup>), als gesetzliche Einheiten angegeben.

Bei den *Zeiteinheiten* sind neben der Basiseinheit *Sekunde* auch *Minute*, *Stunde* und *Tag* gesetzliche Einheiten. Woche, Monat und Jahr sind nicht genannt, da für sie keine festen Umrechnungsfaktoren möglich sind. Sie dürfen aber aufgrund anderer gesetzlicher Bestimmungen im Geschäftsverkehr weiterhin verwendet werden. Von Minute, Stunde und Tag dürfen keine dezimalen Vielfachen und Teile mittels Vorsätzen gebildet werden.

Die *abgeleitete Einheit der Frequenz*, das *Hertz* (Einheitenzeichen: Hz), wird definiert als die Frequenz eines periodischen Vorganges mit der Periodendauer 1 s.

Gesetzliche Einheiten sind auch für den *Volumenstrom* oder *Volumendurchfluß* (Einheitenzeichen: m<sup>3</sup>/s) und für den *Massenstrom* oder *Massendurchfluß* (Einheitenzeichen: kg/s) angegeben.

*Einzige gesetzliche Einheit der Kraft* ist nur noch das *Newton* – mit dem Einheitenzeichen N – und dessen dezimale Vielfache und Teile. Hier beginnen für die bisherigen Benutzer des Technischen Einheitensystems die Schwierigkeiten.

1 *Newton* ist jene Kraft, die erforderlich ist, um einem Körper von der Masse 1 kg die Beschleunigung von 1 m/s<sup>2</sup> zu erteilen.

Demgegenüber war die technische Einheit der Kraft – das *Kilopond* – definiert als jene Kraft, die erforderlich ist, um einem Körper von der Masse 1 kg die Norm-Fallbeschleunigung von 9,806 65 m/s<sup>2</sup> zu erteilen.

Daraus folgt:

$$1 \text{ kp} = 9,806\ 65 \text{ kg m/s}^2 = 9,806\ 65 \text{ N} \approx 1 \text{ daN},$$

$$\text{oder } 1 \text{ daN} = 1,019\ 716\ 21 \text{ kp} \approx 1 \text{ kp}.$$

Das Dekanewton kann wohl für den Übergang dazu dienen, um vom Kilopond zum Newton zu finden. Für den Dauergebrauch ist diese dezimale Vielfache des Newton nicht zu empfehlen.

Bis zum Ende des Jahres 1977 ist vom Gesetz her das Kilopond im Geschäftsverkehr für den Übergang noch geduldet. Das Kilogramm als *Krafteinheit* dagegen ist seit dem Inkrafttreten des Gesetzes – dem 5. 7. 1970 – verboten. Damit wird das Technische Einheitensystem aus dem Bereich der Technik verbannt. Gleichzeitig verliert auch die Norm-Fallbeschleunigung ihre bisherige

Legal units are also listed for *volume flow* or *volume passage* (unit symbol = m<sup>3</sup>/s) and for *mass flow* or *mass passage* (unit symbol = kg/s).

The only legal unit of force is still the *newton* – with the unit symbol N – and its decimal multiples and parts. This is where the difficulties begin for those who have employed the Technical Unit System up till now.

1 Newton is the force required to impart to a mass of 1 kg an acceleration of 1 m/s<sup>2</sup>.

Opposed to this, the technical unit of force – the kilopond – is defined as the force required to impart to a mass of 1 kg the standard gravitational acceleration of 9.806 65 m/s<sup>2</sup>.

Hence it follows that,

$$1 \text{ kp} = 9.806\ 65 \text{ kg m/s}^2 = 9.806\ 65 \text{ N} \approx 1 \text{ daN},$$

$$\text{or } 1 \text{ daN} = 1.019\ 716\ 21 \text{ kp} \approx 1 \text{ kp}.$$

The decanewton may well be used for a transitional period to lead from the newton to the kilopond. This decimal multiple of the newton is, however, not to be recommended for continuous use.

Until the end of 1977, the kilopond will be legally tolerated in commercial use for a transition period. The kilogram as a unit of force has been prohibited since the Law entered into effect on 5th July 1970. The Technical Units System has thus been exiled from the technical field. At the same time, the standard gravitational acceleration loses its previous importance in defining the kilopond. It is no longer necessary. The regional gravitational acceleration will be used in calculations.

The SI unit derived from the quotient *force through surface*, i.e. the unit of *pressure*, *mechanical tension* and *surface compression*, is the *Pascal* (unit symbol: Pa):

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2.$$

(This unit is in the vacuum region and corresponds to approx. 0.1 mm WC.) The regulation also establishes that the *bar* (unit symbol: bar) is the special name for the tenth part of a megapascal (unit symbol: MPa).

1 bar = 10<sup>5</sup> Pa = 0.1 MPa = 0.1 N/mm<sup>2</sup> = 0.986 923 atm. In German and in international standardization, agreements are underway to decide when to use the MPa (i.e. N/mm<sup>2</sup>) and the bar in calculations.

All appearances point to the negotiations terminating in the N/mm<sup>2</sup> being used in the future for all solid units – not only metallic substances but also plastics. This would mean a great advantage, for

$$1 \text{ N/mm}^2 \approx 0.102 \text{ kp/mm}^2 = 10.2 \text{ kp/cm}^2.$$

In this way, the previous ambiguity of the solid units – in kp/mm<sup>2</sup> and in kp/cm<sup>2</sup> – is eliminated and one

Bedeutung zur Definition des Kilopond. Man braucht sie nicht mehr. Man wird mit der örtlichen Fallbeschleunigung rechnen.

Die abgeleitete SI-Einheit des Quotienten *Kraft durch Fläche*, d. i. die Einheit des *Druckes*, der *mechanischen Spannung* und der *Flächenpressung* ist das *Pascal* (Einheitenzeichen: Pa):

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2.$$

(Diese Einheit liegt im Vakuumbereich und entspricht etwa 0,1 mm WS). In der Ausführungsverordnung wird außerdem festgelegt: Besonderer Name für den zehnten Teil des Megapascal (Einheitenzeichen: MPa) ist das *Bar* (Einheitenzeichen: bar).

$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa} = 0,1 \text{ N/mm}^2 = 0,986923 \text{ atm}$ . In der deutschen und in der internationalen Normung ist man dabei, Vereinbarungen darüber zu treffen, wann mit der Einheit MPa d. i.  $\text{N/mm}^2$  und wann mit dem Bar zu rechnen ist.

Allem Anschein nach laufen die Verhandlungen darauf hinaus, daß in der Zukunft alle Festigkeitsangaben – nicht nur für metallische Stoffe sondern auch für Kunststoffe – in  $\text{N/mm}^2$  gemacht werden. Das wäre von großem Vorteil, denn

$$1 \text{ N/mm}^2 \approx 0,102 \text{ kp/mm}^2 = 10,2 \text{ kp/cm}^2.$$

Dadurch könnte die bisherige Zweigleisigkeit der Festigkeitsangaben – in  $\text{kp/mm}^2$  und in  $\text{kp/cm}^2$  – zum Verschwinden gebracht werden und man würde nahezu für alle Werkstoffe Festigkeitszahlen zwischen 0,1 und 1000 erhalten.

In der *Dampftechnik* wird man sich voraussichtlich auf das Bar einigen, da diese Einheit sehr gut an den mittleren Atmosphärendruck angepaßt ist, sogar ein klein wenig besser als es bisher die Technische Atmosphäre war. Die *Vakuumentchnik* wird mit dem Pascal rechnen. In der *Meteorologie* verwendet man bereits das Millibar.

Alle bisher üblichen anderen Druckeinheiten müssen bis zum 31. 12. 1977 aus dem Verkehr gezogen sein.

Die abgeleitete SI-Einheit für *Arbeit*, *Energie* und *Wärmemenge* ist das *Joule* [dschul], mit dem Einheitenzeichen: J,

$$1 \text{ J} = 1 \text{ WS} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^2.$$

Alle anderen Energieeinheiten wie PSh und Kalorie dürfen nach dem 31. 12. 1977 im Geschäftsverkehr nicht mehr verwendet werden.

Die abgeleitete SI-Einheit für *Leistung*, *Energiestrom* und *Wärmestrom* ist das *Watt* (Einheitenzeichen: W):

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s} = 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^3.$$

would retain numerical divisions in solids for practically all working materials between 0.1 and 1000.

In *steam technology*, the bar will presumably be agreed upon, as it is a unit very well adapted to the average atmospheric pressure, probably even a little better than the technical atmosphere used up till now. *Vacuum technology* will use the pascal. The millibar is already being employed in *meteorology*.

All other previously accepted pressure units must be withdrawn from use by 31st December 1977.

The derived SI unit for *work*, *energy* and *heat* is the *Joule* (jöö) with the unit symbol J.

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^2.$$

All other energy units, such as PSh and calory may no longer be used in business after 31st December 1977.

The derived SI unit for *power*, *energy flow* and *heat flow* is the *Watt* (unit symbol: W):

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s} = 1 \text{ kg m}^2/\text{s}^3.$$

The PS and all output units derived from the kilopond or the calory, must no longer be used in commerce after 31st December 1977. When indicating *apparent electrical efficiency*, the *Watt* may also be given in *Voltampere* (unit symbol: VA) and, when indicating *electrical reactive power*, in *Var* (unit symbol: var).

A magnitude still considerably employed in mechanical engineering at present will also disappear when the Technical Unit System is abandoned: the *moment of inertia* or  $\text{GD}^2$ .

This quantity is mentioned neither in the Law nor in the Implementing Regulation. The  $\text{GD}^2$  is defined as the product of weight power  $x$  the square of the inertia diameter. It will be replaced by the physically flawless *mass-moment of inertia* J. To both of these quantities applies the equation

$$J = \text{GD}^2 / (4 g_n),$$

where  $g_n$  is the standard gravitational acceleration. In the case of  $\text{GD}^2$  in  $\text{kp m}^2$  and J in  $\text{kg m}^2$ , the numerical value equation

$$J = \text{GD}^2 / 4$$

is applicable.

For *temperature*, para. 36 of the Implementing Regulation applies: "A special designation for Kelvin when giving Celsius temperatures in the *degree Centigrade* (unit symbol: °C)". Centigrade temperatures are special differentials of thermodynamic temperatures in relation to the thermodynamic temperature at zero degrees on the Celsius (Centigrade) scale. The zero point on the Centigrade scale corresponds to the thermodynamic tempera-

Das PS sowie alle Leistungseinheiten, die vom Kilopond oder der Kalorie abgeleitet sind, dürfen nach dem 31. 12. 1977 im Geschäftsverkehr nicht mehr verwendet werden. Bei der Angabe von *elektrischen Scheinleistungen* darf das Watt auch als *Voltampere* (Einheitenzeichen: VA) und bei der Angabe von *elektrischen Blindleistungen* auch als *Var* (Einheitenzeichen: var) bezeichnet werden.

Mit dem Technischen Einheitensystem wird auch eine z. Z. noch viel verwendete Größe des Maschinenbaus ihre Daseinsberechtigung verlieren: das *Schwungmoment* oder  $GD^2$ . Diese Größe wird weder im Gesetz noch in der Ausführungsverordnung erwähnt. Das  $GD^2$  ist definiert als das Produkt Gewichtskraft mal dem Quadrat des Trägheitsdurchmessers. Es wird ersetzt durch das physikalisch einwandfreie *Massen-Trägheitsmoment*  $J$ . Zwischen diesen beiden Größen gilt die Größengleichung:

$$J = GD^2 / (4 g_n).$$

Darin ist  $g_n$  die Norm-Fallbeschleunigung.

Mit  $GD^2$  in  $\text{kp m}^2$  und  $J$  in  $\text{kg m}^2$  gilt die Zahlenwertgleichung:

$$J = GD^2 / 4.$$

Für die *Temperatur* gilt der § 36 der Ausführungsverordnung: »Besonderer Name für das Kelvin bei der Angabe von Celsius-Temperaturen ist der *Grad Celsius* (Einheitenzeichen: °C).« Celsius-Temperaturen sind besondere Differenzen thermodynamischer Temperaturen gegenüber der thermodynamischen Temperatur beim Nullpunkt der Celsius-Skala. Dem Nullpunkt der Celsius-Skala entspricht die thermodynamische Temperatur von  $T_0 = 273,15$  K. Eine Celsius-Temperatur  $\theta$  ist somit definiert durch:  $\theta = T - T_0$ . Die Schrittweiten der Teilungen der Kelvin-Skala und der Celsius-Skala, die gleichen Temperaturdifferenzen entsprechen, sind einander genau gleich. Die beiden Skalen unterscheiden sich nur durch die unterschiedliche Lage der Nullpunkte.

*Differenzen von Celsius-Temperaturen*, also Temperaturintervalle sind nach den z. Z. geltenden Normen DIN 1301 und DIN 1345 mit dem Einheitenzeichen  $\text{grd}$  zu versehen. Dieses Zeichen aber wird laut Ausführungsverordnung § 53.8 nur noch bis zum 31. 12. 1974 geduldet. Die Frage ist nun, was soll an dessen Stelle kommen?

Differenzen von Celsius-Temperaturen sind losgelöst von der Lage ihres Nullpunktes. Sie entsprechen nicht mehr der Definition der Celsius-Temperaturen. Es wäre daher naheliegend, sie mit dem Einheitenzeichen K für Kelvin zu bezeichnen, das für *alle* Temperaturdifferenzen gilt. Für die Praxis hätte dies den Vorteil, daß auch bei flüchtiger Ausdrucksweise Celsius-Temperaturen und deren Differenzen leicht von einander unterschieden werden

ture of  $T_0 = 273,15$  K. A Centigrade temperature  $\theta$  is therefore defined by  $\theta = T - T_0$ . The divisions on the Kelvin and Centigrade scales, both of which have the same temperature differences, are exactly identical. Both scales only differ from each other in the different position of the zero points.

*Differences of Centigrade temperatures*, i. e. temperature intervals, are to be given the unit symbol  $\text{grd}$  in accordance with the German Industrial Norms DIN 1301 and DIN 1305 at present valid. This symbol will, however, only be tolerated until the 31st December 1974 in accordance with the Implementing Regulation para. 53.8. The question now is, what should take its place?

Differences of centigrade temperatures have been separated from the position of their zero points, and no longer correspond to the definitions of centigrade temperatures. It would therefore be better to give them the unit symbol K for Kelvin, which is valid for *all* differences of temperature. In practice, this has the advantage that centigrade temperatures and their differences can be easily distinguished from one another even when superficially indicated. The Law has not, however, expressly forbidden the use of the unit symbol °C for differences in the centigrade scale. A norm for temperature indications is being prepared.

In the field of *electromagnetics*, derived SI units are:

the *Weber* for the *magnetic flux*:

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ Vs} = 10^8 \text{ M},$$

the *Tesla* for *magnetic flux density* (induction):

$$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2 = 10^4 \text{ G}, \text{ and}$$

the *Ampere through meter* for *magnetic field strength*:

$$1 \text{ A/m} = 4\pi \cdot 10^{-3} \text{ Oe or}$$

$$1 \text{ A/cm} = 0.4\pi \text{ Oe} = 1.256637 \text{ Oe}.$$

The old units – adopted from the CGS system – Maxwell (M), Gauss (G) and Oersted (Oe) are no longer mentioned in the Implementing Regulation and are therefore prohibited for commercial use since 5th July 1970.

In the second section of the Implementing Regulation now follow technical units of light, radiation and molar units. In the third section, we find a summary of the legally derived »units having a restricted range of application«:

The *dioptre* (unit symbol:  $\text{dpt}$ ) as a unit of optical refraction power;  $1 \text{ dpt} = 1 \text{ m}^{-1}$ ,

the *are* (unit symbol:  $\text{a}$ ) as a unit of ground surface for land;  $1 \text{ a} = 100 \text{ m}^2$ ,

the *metrical carat* (unit symbol =  $\text{Kt}$ ) as a unit of mass for precious stones:  $1 \text{ Kt} = 0.2 \text{ g}$ , and the *tex*



können. Ausdrücklich verboten hat der Gesetzgeber die Verwendung des Einheitenzeichens °C für Differenzen von Celsius-Temperaturen jedoch nicht. Eine Norm über Temperaturangaben ist in Vorbereitung.

Auf dem Gebiet der *Elektromagnetik* gelten als abgeleitete SI-Einheiten für

den *magnetischen Fluß* das *Weber*:

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V s} = 10^8 \text{ M},$$

für die *magnetische Flußdichte* (Induktion) das *Tesla*:

$$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2 = 10^4 \text{ G},$$

und für die *magnetische Feldstärke* das *Ampere durch Meter*:

$$1 \text{ A/m} = 4 \pi \cdot 10^{-3} \text{ Oe oder}$$

$$1 \text{ A/cm} = 0,4 \pi \text{ Oe} = 1,256637 \text{ Oe}.$$

Die alten – aus dem CGS-System übernommenen – Einheiten Maxwell (M), Gauß (G) und Oersted (Oe) sind in der Ausführungsverordnung nicht mehr erwähnt und daher seit dem 5. 7. 1970 im Geschäftsverkehr verboten. Im zweiten Abschnitt der Ausführungsverordnung folgen nun noch lichttechnische Einheiten, Strahlungseinheiten und molare Einheiten. Im dritten Abschnitt sind die gesetzlichen abgeleiteten »Einheiten mit eingeschränktem Anwendungsbereich« zusammengefaßt:

Die *Dioptrie* (Einheitenzeichen: dpt) als Einheit der optischen Brechkraft;  $1 \text{ dpt} = 1 \text{ m}^{-1}$ ,

das *Ar* (Einheitenzeichen: a) als Einheit der Fläche von Grundstücken:  $1 \text{ a} = 100 \text{ m}^2$ ,

das *metrische Karat* (Einheitenzeichen: Kt) als Einheit der Masse von Edelsteinen:  $1 \text{ Kt} = 0,2 \text{ g}$  und

das *Tex* (Einheitenzeichen: tex) als Einheit der längenbezogenen Masse von textilen Fasern und Garnen:  $1 \text{ tex} = 1 \text{ g/km}$ .

Im vierten Abschnitt der Ausführungsverordnung folgen die Übergangsvorschriften. Dort sind zunächst jene Einheiten angeführt, welche nur bis zum 31. 12. 1974 verwendet werden dürfen:

Die früheren empirisch definierten »internationalen« elektrischen Einheiten *Watt*, *Ampere*, *Volt*, *Ohm*, *Farad* und *Henry*,

außerdem das *Stilb*, eine Einheit der Leuchtdichte (das Apostilb wird nicht mehr erwähnt und ist daher seit dem 5. 7. 1970 verboten).

Für die nachfolgend genannten Einheiten gilt der 31. 12. 1977 als Grenztermin:

*Angström* für die Länge,

*Neuminute* und *Neusekunde* als Teile des früheren Neugrad,

*Dyn* und *Pond* für die Kraft,

(unit symbol: tex) as a unit of mass in relation to length for textile fibres and threads:  $1 \text{ tex} = 1 \text{ g/km}$ .

The fourth section of the Regulation continues with the transitional regulations. The units which may only be used up to the 31st December 1974 are listed first of all:

The former, empirically defined »international« electrical units *Watt*, *Ampere*, *Volt*, *Ohm*, *Farad* and *Henry*, and also the *stilb*, a unit of luminous density (the apostilb is no longer mentioned and therefore prohibited since the 5th May 1970).

The following units will no longer be valid after 31st December 1977:

*Angstrom* for length,

*new minute* and *new second* as parts of the previous new degree,

*dyne* and *pond* for force,

*technical and physical atmosphere* for pressure with *torr*, *meter water column* and *millimeter mercury column*, the *poise* and *stokes*, the CGS units for dynamic and kinematic viscosity,

*erg* and *calory* for energy, work and heat quantity, the *horsepower* (PS) for power,

*curie* for the activity of a radioactive substance, *rad* and *rem* for energy dosage and equivalent dosage, and the

*roentgen* for ion dose.

Of the derived units having a restricted range of application, only the following may be employed up to 31st December 1974:

the *typographic point* for indications of length in the printing industry,

the *barn* for the atomic physical cross-section of effect,

the *cubic meter* and the *solid meter* used for volume indications in the wood industry, and the *Gal* ( $1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm/s}^2$ ) for gravitational acceleration.

The following terms for derived units may still be used until the 31st December 1974:

the *new degree* (unit symbol = g) for the angle unit gon, and

*degree* (unit symbol: grd) for temperature differences.

Finally, the following abbreviations for derived units may only be used until 31st December 1974:

qm for m<sup>2</sup>, qkm for km<sup>2</sup>, qdm for dm<sup>2</sup> etc.,

cbm for m<sup>3</sup>, cdm for dm<sup>3</sup>, ccm for cm<sup>3</sup>, etc.

*technische* und *physikalische Atmosphäre* für den Druck mit *Torr*, *Meter Wassersäule* und *Millimeter Quecksilbersäule*,

*Poise* und *Stokes*, die CGS-Einheiten für dynamische und kinematische Viskosität,

*Erg* und *Kalorie* für Energie, Arbeit und Wärmemenge,

*Pferdestärke* (PS) für die Leistung,

*Curie* für die Aktivität einer radioaktiven Substanz,

*Rad* und *Rem* für die Energiedosis und Äquivalentdosis und

*Röntgen* für die Ionendosis.

Von den abgeleiteten Einheiten mit eingeschränktem Anwendungsbereich dürfen bis zum 31. 12. 1974 noch verwendet werden:

der *typographische Punkt* für Längenangaben im Druckereigewerbe,

das *Barn* für den atomphysikalischen Wirkungsquerschnitt,

*Raummeter* und *Festmeter* für Volumangaben in der Holzwirtschaft und

*Gal* ( $1 \text{ Gal} = 1 \text{ cm/s}^2$ ) für die Fallbeschleunigung.

Von den nachfolgend genannten Bezeichnungen für abgeleitete Einheiten dürfen bis zum 31. 12. 1974 noch verwendet werden:

*Neugrad* (Einheitenzeichen: g) für die Winkeleinheit Gon und

*Grad* (Einheitenzeichen: grd) für Temperaturdifferenzen.

Schließlich dürfen folgende Abkürzungen für abgeleitete Einheiten nur noch bis zum 31. 12. 1974 verwendet werden:

qm für  $\text{m}^2$ , qkm für  $\text{km}^2$ , qdm für  $\text{dm}^2$  usw.,

cbm für  $\text{m}^3$ , cdm für  $\text{dm}^3$ , ccm für  $\text{cm}^3$  usw.

Während die Auswirkungen des Gesetzes und seiner Ausführungsverordnung den »Mann auf der Straße« nur geringfügig betreffen, sind die Auswirkungen für Ingenieure und Physiker recht tiefgreifend. Außer vielen Einheiten des ehemaligen CGS-Systems und ihren Namen verschwinden auch Denkweise und Einheiten des Technischen Einheitensystems. Insbesondere die Benutzer des Technischen Einheitensystems werden lernen müssen, mit der Masse zu rechnen statt – wie bisher – mit dem Quotienten *G/g*. Erfahrungsgemäß macht dabei die saubere Unterscheidung zwischen Masse und Kraft gelegentlich Schwierigkeiten, z. B. beim Gewicht im Sinne eines Wägebegriffes (Einheit kg) und bei der Gewichtskraft (Ein-

Although this Law and its Implementing Regulation will only have a slight effect on the »man in the street«, the consequences for engineers and physicists will be very considerable. Apart from the many units of the former CGS system and their names, a whole way of thinking must be abandoned with the technical unit system. The users of the technical unit system in particular will have to learn how to calculate with mass instead of – as previously – with the quotient *G/g*. Experience here shows that the neat differentiation between mass and force sometimes presents difficulties, e. g. where weight is a result of actual weighing (unit: kg) and with weight force (unit: N). The term »number of revolutions« often used in technology is not mentioned in the Regulation, because it can be interpreted either as a frequency (frequency) or as an angular velocity (rotational speed). Both types of quantity, frequency and angular velocity, are mentioned in the ordinance. The unit symbol U which has been used up till now in German literature for revolution, is not affected by the Law, although international suggestions are being discussed. The units of logarithmically calculated quantities of ratio often used in tele-communications and acoustics – e. g. Neper and decibel – remain also unaffected by the Law and its Implementing Regulation and may continue to be employed in the established manner.

Not until the efforts and dangers of error have been overcome will the great advantages of the International Units System be recognised and appreciated. One will then be able to go over from thermic problems to mechanical problems, and from these to electrical problems, without having to make avail of a conversion factor. All the numerous conversion factors, which were necessary up till now, fall out of use. In this way, many contexts will become clear for the first time.

The German Standard Committee is endeavouring to render the transition to the International Units System easier by distributing explanatory literature and norms. Some of the treatises and norms which have appeared in this field are listed below.

heit: N). Die in der Technik viel verwendete »Drehzahl« ist in der Ausführungsverordnung nicht erwähnt, denn sie kann entweder als eine Frequenz (Drehfrequenz) oder als eine Winkelgeschwindigkeit (Drehgeschwindigkeit) gedeutet werden. Beide Größenarten Frequenz und Winkelgeschwindigkeit sind in der Ausführungsverordnung erwähnt. Das für die Umdrehung im deutschen Schrifttum bisher verwendete Einheitenzeichen U ist vom Gesetz nicht betroffen, doch werden dafür internationale Vorschläge diskutiert. Die in der Nachrichtentechnik und der Akustik viel verwendeten Einheiten logarithmierter Verhältnissgrößen – z. B. Neper und Dezibel – sind vom Gesetz und seiner Ausführungsverordnung gleichfalls nicht betroffen und können in gewohnter Weise weiterverwendet werden.

Erst wenn die Mühen und Fehlergefahren der Umstellung überwunden sind, wird man die großen Vorteile des Internationalen Einheitensystems erkennen und zu würdigen wissen. Man kann dann von thermischen Problemen auf mechanische Probleme und von diesen auf elektrische Probleme hinüberwechseln, ohne einen Umrechnungsfaktor zu benötigen. All die vielen Umrechnungsfaktoren, die bisher erforderlich waren, fallen nun fort. Dadurch werden viele Zusammenhänge nun erst richtig klar.

Der Deutsche Normenausschuß ist bemüht, durch Aufklärungsschriften und Normen den Übergang auf das Internationale Einheitensystem zu erleichtern. Einige der bisher auf diesem Gebiet erschienenen Schriften und Normen sind anschließend aufgeführt.

## Literatur/References

- [1] Gesetz über Einheiten im Meßwesen vom 2. 7. 1969. Bundesgesetzblatt, Teil I (1969) Nr. 55, S. 709–712.
- [2] Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen vom 26. 6. 1970. Bundesgesetzblatt, Teil I (1970) Nr. 62, S. 981–991.
- [3] Giorgi, G.: *Unita rationali di Elettromagnetismo*. Atti Ass. elettrotec. Ital. Vol. 5 (1901) S. 402–418 (später L'elettrotecnica).
- [4] König, H., Krondl, M., und Landolt, M.: Zur Einführung des Giorgi-Systems. Bull. Schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 40 (1949) S. 462–474.
- [5] Stille, U.: *Messen und Rechnen in der Physik*. Braunschweig: F. Vieweg Sohn 1961.
- [6] Leiner, G.: Die genormten Einheiten für Masse und Kraft, ihre Entstehung und Hinweise zu ihrer Anwendung. Elektr. Bahnen Bd. 34 (1963) S. 206–211.
- [7] Padelt, E., und Laporte, H.: Einheiten und Größenarten der Naturwissenschaften. Leipzig: VEB-Fachbuchverlag 1967.
- [8] Flegler, E.: Umgang mit Einheiten in physikalischen Gleichungen. elektronorm Bd. 23 (1969) S. 265–272.
- [9] Strecker, A.: Neues Einheitengesetz. DIN-Mitt. Bd. 48 (1969) H. 7, S. 230–231.
- [10] Leiner, G.: Das Internationale Einheitensystem und Maßnahmen zu seiner Einführung. elektronorm Bd. 24 (1970) S. 1–3.
- [11] Strecker, A.: Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen. DIN-Mitt. Bd. 49 (1970) S. 337–348.
- [12] Haeder, W., und Gärtner, E.: *Die gesetzlichen Einheiten in der Technik*. Berlin: Beuth-Vertrieb GmbH 1970.
- [13] DIN 1301 Entwurf Okt. 1970: Einheiten, Einheitenamen, Einheitenzeichen.
- [14] DIN 66 034/8. 67: Kilopond — Newton, Newton — Kilopond, Umrechnungstabellen.
- [15] DIN 66 035/8. 67: Kalorie — Joule, Joule — Kalorie, Umrechnungstabellen.
- [16] DIN 66 036/8. 68: Pferdestärke — Kilowatt, Kilowatt — Pferdestärke, Umrechnungstabellen.
- [17] DIN 66 037/8. 67: Kilopond je Quadratzentimeter — Bar, Bar — Kilopond je Quadratzentimeter — Bar, Umrechnungstabellen.
- [18] DIN 66 038: Torr — Millibar, Millibar — Torr, Umrechnungstabellen.
- [19] DIN 66 039: Kilokalorie — Wattstunde, Wattstunde — Kilokalorie, Umrechnungstabellen.
- [20] DIN-Taschenbuch 22, Größen und Einheiten in Naturwissenschaft und Technik. AEF-Taschenbuch, 3. Auflage. Berlin: Beuth-Vertrieb GmbH.

## Normen / Norms

- [13] DIN 1301 Entwurf Okt. 1970: Einheiten, Einheitenamen, Einheitenzeichen.