

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 7 (1952)
Heft: 9

Artikel: Gigameter und Kilopond : die neuen technischen Masse
Autor: Niklitschek, Alexander
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-654294>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 01.04.2025

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

GIGAMETER und KILOPOND

Die neuen technischen Maße

Von Ing. Alexander Niklitschek

DK 53.081.1:389.6(100):535.241.4

Ein Entschluß des internationalen Komitees für Maße und Gewichte (IKMG) zur Neufestlegung der Maßbezeichnungen, der indessen schon in vielen Ländern gesetzlich verankert wurde, bringt so viele Neuerungen, daß es notwendig ist, die wichtigsten Änderungen zu erklären. Daß eine derartige Reform unumgänglich war, beweist die stattliche Anzahl von Fehlern und Fehlermöglichkeiten, die durch die Einführung der neuen Bestimmungen praktisch vereitelt werden. Freilich wurde auch durch diese Neuregelung noch nicht in allen Punkten völlige Klarheit und Eindeutigkeit erreicht.

Die Schreibweise der Längen-, Flächen- und Raummaße

Zunächst möge die moderne Schreibweise erwähnt sein. Abkürzungen wie „ccm“ für cm^3 , „qm“ für m^2 sind wegen der zahllosen Verwechslungsmöglichkeiten zu unterlassen. Stammen die Abkürzungen von Eigennamen, so sind sie groß zu schreiben. Es heißt also „A“ für Ampere, „W“ für Watt usw. Dagegen werden alle von Nichteigennamen, Zahlwörtern usw. abgeleiteten Abkürzungen klein geschrieben, also etwa „k“ für kilo, „h“ für Stunde usw. Die Abkürzung für Kilowattstunde muß demnach richtig kWh geschrieben werden. Eine Ausnahme machen nur die Abkürzungen für Vorsilben, die das Vielfache in Zehnerpotenzen der Einheit angeben. Es bedeutet: Tera (T) = 10^{12} Einheiten, Giga (G) = 10^9 Einheiten, Mega (M) = 10^6 Einheiten, wogegen kilo (k) wieder kleingeschrieben wird.

An der eingeführten Längeneinheit, dem Meter (m), wurde nichts geändert. Es wird als der Abstand der Mittelstriche an dem in Sèvres bei Paris aufbewahrten internationalen Urmeterstab bei 0°C definiert. Als neue Vielfache treten das Terameter (= 10^9 km), das Gigameter (= 10^6 km) und das Megameter (= 10^3 km) auf, die Ångströmsche Einheit ($\text{Å} = 10^{-10}$ m) ist überflüssig. Bemerkenswert ist auch die für alle Mikrotechnik wichtige Umbenennung der Meterverkleinerungen. Das „Mü“ = $\mu = 10^{-6}$ m, ebenso das „Millimü“

(oder Millimikron) $1 \text{ m}\mu = 10^{-9}$ m sind wohl noch gestattet, doch ist es besser, an deren Stelle die nach Tausendern gestuften Maße, also das Millimeter (mm) = 10^{-3} m, das Mikrometer (μm) = 10^{-6} m = mm, das Nanometer (nm) = 10^{-9} m und das Picometer (pm) = 10^{-12} m zu verwenden.

Masse- und Kraftmaße

Die praktisch wichtigste neue Bestimmung in dem genannten Gesetz bezieht sich unstrittig auf die scharfe Trennung der Einheiten für Masse und Kraft. Und zwar gilt (nach wie vor) das Kilogramm (kg), das der Masse des in Sèvres aufbewahrten Urkilogramms gleichgesetzt wird. Die Vielfachen und Teile des Kilogramms werden wie bisher gebildet, wobei das Karat einer Masse von 0,2 Gramm zu entsprechen hat. Neu ist die Bestimmung, daß die bei Wägungen und zur Bestimmung der Masse dienenden Vergleichskörper jetzt Gewichtsstücke heißen, um allen Irrtumsmöglichkeiten vorzubeugen. Von den meisten als vollständig umstürzlerisch werden aber die neuen Kräfteinheiten empfunden werden. Und zwar ist die Einheit der Kraft das Newton (N), jene Kraft, die der Masse von 1 kg die Beschleunigung von 1 m/sec^2 ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/sec}^2$) erteilt. Als weiteres Maß einer Kraft gilt das Kilopond (kp), das gleich 9,806 65 Newton ist. Das Kilopond tritt an die Stelle unseres bisher gebrauchten Gewichtskilogramms. Das heißt: ein Körper von der Masse eines Kilogramms hat ein Normgewicht von einem Kilopond. Als Vielfache und Teile dieser neuen Kraft-Einheit sind zulässig das Megapond (Mp) = 1000 Kilopond (die bisherige Gewichtstonne), das Pond (p) = das bisherige Gewichtsgamm und das Millipond (mp) = das bisherige Gewichtsmilligramm.

Dazu ist zu bemerken: Für die von Ort zu Ort wechselnde Fallbeschleunigung wurde der Normwert von $g = 9,806 65 \text{ m/sec}^2$ festgelegt. Das Normgewicht eines Körpers ist nun gleich seinem Gewicht multipliziert mit dem Quotienten aus dem Normwert der Fallbeschleunigung und der Fallbeschleunigung am Ort des Körpers. Beide können

innerhalb des Bundesgebietes gleicherachtet werden, wenn die Differenz 1‰ oder mehr betragen darf¹⁾.

Mit der scharfen Unterscheidung zwischen Masse und Gewichtseinheiten folgt das Gesetz einer schon vor mehr als zehn Jahren wohl erstmals von der Physikalisch-chemischen Reichsanstalt in Berlin gegebenen Anregung, die in vielen wissenschaftlichen Werken, wie etwa von Westphal, Pohl usw., befolgt wurde. Eine Unmenge von Fehlermöglichkeiten und Irrtümern, die sich sowohl selbst in Physiklehrbüchern wie in technischen Werken finden, ist damit aus der Welt geschafft. Freilich bleibt es zu bezweifeln, ob sich die neue Größe Kilopond leicht im praktischen Leben einführen wird. Notwendig wäre es sehr, denn die fortwährende Verwechslung von elektrischen, chemischen und Wärmemaßen, die samt und sonders auf die Masseneinheit bezogen sind, meist aber auf die Gewichtseinheit umgerechnet werden, trübt vielfach die Vergleichsmöglichkeiten zwischen unseren wichtigsten Maßen. Die Ableitungen der Einheiten für die Dichte (kg/m^3) und das spezifische Gewicht (kp/m^3) ergibt sich von selbst.

Sehr vielfältig ist die Normierung der neuen Einheiten für den Druck. Wir haben da nämlich gleich drei, praktisch sogar vier Maße. Und zwar heißt der Druck von 100.000 Newton je Quadratmeter das Bar (bar) = 750,06 mm Hg-Säule. Als weiteres Maß gilt dann die technische Atmosphäre (at) = 1 Kilopond/ cm^2 = 735,1 mm Hg-Säule, ferner die physikalische Atmosphäre (atm) = 1,033 Kilopond/ cm^2 = 760 mm Hg-Säule. Es besteht also die Beziehung: $1 \text{ atm} = 1,03327 \text{ at} = 1,013250 \text{ bar} = 101.325,0 \text{ N/m}^2$. — Hierzu gesellt sich noch natürlich die Maßangabe in technischen Atmosphärenüberdruck (atü) = $1 \text{ atü} = 1 + 1 \text{ at} = 1470,2 \text{ mm Hg-Säule}^2$). Also eine mehr als verwirrende Anzahl von Einheiten, die einander größenmäßig zum Teil sehr nahekommen, also doch wohl überflüssig wären.

Arbeit, Leistung und Wärme

Von praktisch schwerwiegender Wichtigkeit ist auch die Festsetzung der neuen Einheiten für Arbeit, Leistung und Wärme. Hier ging man von dem Bestreben aus, Maße zu schaffen,

¹⁾ Hier sei die interessante Frage gestreift, was eigentlich auf den mit Gewichtsstücken beschwerten üblichen Waagen gemessen wird. Masse oder Gewicht? Die Frage hat keinen Sinn, da man je nach Vereinbarung Masse oder Gewicht findet, ebenso wie man ja z. B. auch an einem dezimal geteilten Uhrenzifferblatt richtige Zeit ablesen kann.

²⁾ Drucke durch die Höhe von Flüssigkeitssäulen anzugeben, wird als nicht mehr zulässig erklärt.

die der täglich größer werdenden Wichtigkeit der Elektrotechnik und ihrer Maße möglichst entsprechen. So kam es, daß heute das Grundmaß für die Arbeit schlechthin das Joule (sprich: Dschau) ist; es ist gleich der Wattsekunde (Ws). Und zwar ist das Jaule diejenige Arbeit, die durch die Kraft von 1 Newton verrichtet wird, wenn sich der Angriffspunkt der Kraft um 1 m in der Richtung der Kraft verschiebt. Das heißt: $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ sec}$. — Als weiteres Maß der Arbeit gilt das Kilopondmeter (kpm), das gleich 9,806 65 Jaule oder Wattsekunden ist³⁾.

Hierzu wäre zu bemerken: Die Idee mechanische und elektrische Arbeit und Wärmeenergie mit dem gleichen Maß auszudrücken, muß jedenfalls sehr glücklich genannt werden, da die praktisch sehr häufigen Umrechnungen dadurch äußerst erleichtert werden. Nicht recht erfreulich ist es, daß man aber das neue Kilopondmeter (es entspricht größenmäßig genau dem alten Meterkilogramm) von seinem fatalen Doppelsinn nicht befreit hat. Denn wie das alte Maß kann nun das Kilopondmeter zweierlei bedeuten: einmal ist es nämlich eine Arbeit (= Kraft mal Weg), ebensogut aber auch ein Drehmoment (= Kraft mal Abstand)! Es wäre einmal doch an der Zeit, diese grundverschiedenen Begriffe (zwischen denen die alltägliche Ausdrucksweise scharf unterscheidet; denn eine Kraft mal Weg ist eben anderes als eine Kraft mal Abstand) auch wissenschaftlich-technisch schärfer voneinander zu trennen!

Eine besondere Beachtung verdient hier weiter der Begriff der Wattsekunde als Arbeitseinheit. Arbeit (= Kraft mal Weg) ist zeitlos. Im Begriff Watt steckt aber die Relation: „Arbeit je Zeiteinheit“, also Volt-Ampere bezogen auf 1 sec, darinnen. Und zwar stammt diese Beziehung aus der (alten) Definition des Ampere her. Ein Strom von 1 A ist nämlich so stark, daß er nach der alten, bisher üblichen Definition je Sekunde 1,11800 mg Silber abscheidet. Demnach ist also auch das Watt eine auf die Sekunde bezogene Einheit, also eine solche des Effekts oder der Leistung. Um dieses „gebrochen durch sec“ aus dem Begriff herauszubekommen, ist es daher notwendig, das Watt mit der Sekunde zu multiplizieren. Woraus sich die sehr verständniserschwerende, scheinbare Widersinnigkeit ergibt, daß die elektrischen Arbeitseinheiten, die Wattsekunde, die Watt-

³⁾ Als Name und Zeichen wird hier deswegen Kilopondmeter (kpm) und nicht Meterkilopond gefordert, weil die Bezeichnung mkp die Lesart Millikilopond (= 1 Kilopond) ermöglichen würde.

und Kilowattstunde zwar eine Zeitbezeichnung in ihrem Namen führen, aber an sich zeitlos sind! Wattsekunde, Wattstunde und Kilowattstunde gleichen demnach angeordneten Multiplikationsbefehlen, die noch nicht durchgeführt sind. Auf dieses scheinbare „Paradoxon“, das hoffentlich auch einmal aus den so enorm wichtigen Grundmaßen entfernt werden sollte, ist genau zu achten.

Aus dem Gesagten ergibt sich die Einheit der Leistung oder des Effektes von selbst. Sie ist das Watt (W), das einer Leistung von 1 Jaule je Sekunde entspricht ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/sec}$). Es ist ferner noch zulässig, Leistungen in Pferdestärken (PS) anzugeben. Eine Pferdestärke ist einer Leistung von 75 Kilopondmetern je Sekunde oder einer solchen von 735,5 Watt gleich. Nach Tunlichkeit soll die alte, aber so handgreiflich bequeme Größe PS durch die entsprechende Angabe in Kilowatt (kW) ersetzt werden. Und zwar ist $1 \text{ kW} = \text{etwa } 1,3 \text{ PS}$ gleichzusetzen. — Alle Beziehungen zu den Größen des CGS-Systems, des Erg und des Dyn werden nicht erwähnt. Doch sind die betreffenden Relationen, dort, wo es nötig sein sollte, leicht zu errechnen, da z. B. 1 Wattsekunde = 1 Großdynmeter usw.

Als Einheit der Temperaturdifferenz gilt 1 Grad (1°C) der thermodynamischen Temperaturskala, in der die Differenz zwischen der Schmelztemperatur des Eises beim Druck von 1,013 250 bar (= Eispunkt) und der Siedetemperatur des Wassers beim gleichen Druck 100 Einheiten umfaßt. Dabei wird die Temperatur gegen den Eispunkt in Celsiusgraden ($^\circ\text{C}$) oder bei der Bezugnahme auf den absoluten Nullpunkt ($-273,16^\circ\text{C}$) in Kelvingraden ($^\circ\text{K}$) angegeben.

Als Einheit der Wärmemenge gilt gleichfalls das Jaule = 1 Wattsekunde, womit dieses Maß zu einem der wichtigsten wird. 4,1868 Jaule sind dann gleich der Kalorie (cal) oder Grammkalorie. Tausendmal größer ist die Kilokalorie (kcal), deren Vielfache und Teile durch das Vorsetzen der schon bekannten Vorsilben gebildet werden, z. B. Megakalorie = $10^6 \text{ cal} = 1 \text{ Million cal}$ oder 1000 kcal usw. — Bei dieser Gelegenheit sei daran erinnert, daß sich alle Wärmeangaben lediglich auf die Masseneinheit des Stoffes, also auf das Kilogramm (kg) und nicht auf die Gewichtseinheit, das Kilopond, beziehen.

Die elektrischen Maße

Die Neufestlegung der elektrischen Maße ist durch den Übergang zu den absoluten Maß-

einheiten (bisher galten die internationalen Einheiten) gekennzeichnet. Die Differenzen sind jedoch praktisch unbedeutend, da z. B. 1 internationales Ampere = 0,999 85 absolute Ampere ist. Definiert wird jetzt nur mehr das Ampere. Es bezeichnet die Stärke eines Stromes, der durch zwei geradlinige dünne, unendlich lange Leiter, die in einer Entfernung von 1 m parallel zueinander im leeren Raume angeordnet sind, unveränderlich fließend bewirken würde, daß diese beiden Leiter aufeinander eine Kraft von $2 \cdot 10^{-7}$ Newton je 1 m Länge ausüben werden. Da das Watt bzw. die Wattsekunde durch ihre Relationen zu anderen Maßen gegeben sind, werden Volt und Ohm nicht weiter definiert, sondern vom Ampere und vom Watt abgeleitet. An weiteren elektrischen Maßen werden noch das Farad (F), das Weber (Wb), das Henry (H) und das Hertz (Hz) definiert.

Photometrische Einheiten

Praktisch von großer Wichtigkeit ist die Neufestsetzung der photometrischen Einheiten. Als Einheit der Lichtstärke gilt nunmehr die Candela (cd). Sie ist gleich $\frac{1}{60}$ der Lichtstärke, mit der ein schwarzer Körper bei der Temperatur des erstarrenden Platins je Quadratcentimeter normal zur Oberfläche ausstrahlt⁴⁾. Um die Einheit des Lichtstromes festlegen zu können, muß man auf die Winkleinheiten zurückgreifen. Als Einheit des ebenen Winkels gilt der R a d i a n t (rad), bei dem das Verhältnis der Länge des zugehörigen Kreisbogens zu seinem Halbmesser gleich 1 ist. 1 Radiant ist demnach $57,295 77 = \text{Grad}$ oder $= 57^\circ 17'$ und $44,8''$. Die Einheit des Raumwinkels wird ähnlich gebildet, es ist der S t e r a d i a n t. Es ist derjenige Raumwinkel, bei dem das Verhältnis der zugehörigen Kugeloberfläche zum Quadrat ihres Halbmessers gleich 1 ist. Die Abkürzung für dieses Maß steht noch nicht fest, da derzeit sowohl „ster“ als auch „str“ üblich sind. Der Steradian ist der 12,56te Teil der Vollkugel. Das L u m e n ist nun derjenige Lichtstrom, den eine punktförmige, nach allen Richtungen gleichmäßig mit der Lichtstärke von 1 Candela strahlende Lichtquelle in den Raumwinkel von 1 Steradian sendet. Als Einheit der Beleuchtungsstärke gilt das L u x (lx), das ist die auf einer Fläche herrschende Beleuchtungsstärke, die je Quadratmeter gleichmäßig einen Lichtstrom von 1 Lumen empfängt.

⁴⁾ 1 Candela = 1,11 Hefnerkerzen.