

Pressemitteilung

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)

Dipl.-Journ. Erika Schow

13.05.2019

<http://idw-online.de/de/news715560>

Wissenschaftspolitik
Elektrotechnik, Energie, Maschinenbau, Pädagogik / Bildung, Physik / Astronomie
überregional



Alle Macht den Konstanten

Mit dem Weltmetrologietag am 20. Mai ändert sich grundlegend, was ein Kilogramm, ein Ampere und alle anderen Einheiten sein sollen

Wenn Sie jemandem begegnen, der fehlerfrei und ohne Spickzettel sagen kann, was ein Kilogramm ist, dann seien Sie auf der Hut. Es muss sich um einen speziellen Wissenschaftler, einen Metrologen, handeln, der noch ganz begeistert ist von dem fundamentalen Wandel im Internationalen System der Einheiten (SI). Denn ab dem 20. Mai 2019, dem Weltmetrologietag des Jahres, sind so abstrakte Dinge wie Naturkonstanten dafür verantwortlich, was unter einem Kilogramm und einem Ampere, einem Kelvin und einem Mol zu verstehen ist. Nach jahrelanger Forschung von den großen Metrologieinstituten und im Besonderen von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) hatte sich die Weltgemeinschaft auf diese Revision des Einheitensystems verständigt – eine Revision, die mit dem Weltmetrologietag 2019 in Kraft tritt.

Der 20. Mai 2019 markiert eine Zäsur in der Entwicklung der physikalischen und technischen Maßeinheiten. Ab diesem Tag sind die gewohnten Definitionen der Einheiten Geschichte. Vorbei die Zeiten, in denen ein kleiner Metallzylinder in einem Safe des Internationalen Büros für Maße und Gewichte (BIPM) in Sèvres (Paris) das Kilogramm für die ganze Welt darstellte. Vorbei auch die Zeiten, in denen zwei unendlich dünne, unendlich lange Leiter streng parallel in einem Abstand von einem Meter gespannt werden mussten, um mithilfe dieser idealisierten Versuchsanordnung zu definieren, was unter der Einheit für die elektrische Stromstärke, dem Ampere, zu verstehen sein sollte.

Ab dem 20. Mai 2019 haben die Einheiten, in denen wir alles in der Welt vermessen, das solideste Fundament bekommen, das sich aus physikalischer Sicht überhaupt nur denken lässt: Ein Satz von Naturkonstanten mit festgelegten Werten bildet nun die Grundlage für die Definitionen aller Einheiten. Die Idee, eine Maßeinheit auf der Basis von Naturkonstanten zu definieren, ist prinzipiell nicht neu. Was bei der Definition der Sekunde mittels Atomuhren vor 50 Jahren und bei der Definition des Meters mithilfe der Lichtgeschwindigkeit vor über 30 Jahren begonnen wurde, wird nun für alle Einheiten im Internationalen Einheitensystem fortgesetzt. Vier weitere Konstanten spielen dabei die Hauptrollen: die Planck-Konstante h , die Avogadrokonstante N_A , die Boltzmann-konstante k und die Ladung des Elektrons e .

In den metrologischen Laboratorien fanden in den letzten Jahren aufwendige Experimente statt, um eben diese Konstanten so gut es irgend geht zu messen. Und diese Messungen, die vor allem an den großen Metrologieinstituten wie der PTB (Deutschland) und dem NIST (USA) oder auch dem NMIJ (Japan) und dem NRC (Kanada) durchgeführt wurden, waren erfolgreich: Die zuvor gesetzten Zielmarken, u. a. bei den Messunsicherheiten und der Unabhängigkeit der Experimente voneinander, wurden erreicht. Die Werte der betreffenden Naturkonstanten konnten somit auf der Basis dieser Messungen sehr genau festgelegt werden.

Im so formulierten Einheitensystem gilt: Kann genauer gemessen werden, können auch die Einheiten genauer realisiert werden – ohne Änderung der zugrundeliegenden Definition. In einer hochtechnischen Welt, in der weder die Längenteilungen beim Nanometer aufhören werden noch die Zeitteilungen bei Femtosekunden, ist diese technische

Offenheit des neuen SI gegenüber allen zukünftigen Genauigkeitsfortschritten ein großer Gewinn. Damit schafft die Revision des Einheitensystems bessere Voraussetzungen für Innovationen überall da, wo es auf höchste Genauigkeiten ankommt – bei der Entwicklung von Quantentechnologien ebenso wie bei den Diagnosemöglichkeiten der Medizin, den Effizienzsteigerungen bei der Energiegewinnung oder den Analysemethoden der Klimaforschung. Und diese Offenheit gilt auf der gesamten Skala der jeweiligen Einheit, da die Naturkonstanten keinen speziellen Skalenabschnitt hervorheben. Dies steht durchaus im Gegensatz zur jetzigen Situation, in der das Kilogramm nur genau einen Punkt auf der Masseskala, nämlich den 1-kg-Punkt, festlegt oder der Tripelpunkt des Wassers ebenfalls nur einen einzigen Wert, den 0,01-°C-Punkt auf der Temperaturskala, fixiert.

Das komplett neu definierte Einheitensystem beseitigt die Mängel des bisherigen Systems, wobei die Änderungen im täglichen Leben nicht bemerkbar sind. Für die Technik zeigen sich die Fortschritte als Langzeitwirkung. Für die Wissenschaft tritt der Fortschritt dagegen sofort mit den Neudefinitionen ein. Und ein weiterer Vorteil ist überzeugend: Naturkonstanten gelten überall. Damit bildet das neue SI gewissermaßen eine universelle Sprache, auf die sich die Weltgemeinschaft nun verständigt hat.

Und was geht mich das alles an? Eine berechtigte Frage! Die meisten Menschen bemerken vermutlich gar nicht, dass das Kilogramm und eine Reihe weiterer physikalischer Einheiten neue Definitionen bekommen. In den Bereichen Wissenschaft und Industrie besteht jedoch die Möglichkeit, dass sich dadurch Türen für Innovationen und ganz neue Erkenntnisse öffnen. Doch der Reihe nach: Für wen ändert sich was?

Für BürgerInnen:

Sie spüren nichts von der Einführung der neuen Kilogramm-Definition? Nach wie vor ist ein Kilogramm Äpfel 1000 Gramm schwer, und die Waage im Badezimmer zeigt keine unerklärlichen Veränderungen? Prima, so war es geplant! Die neue Basis für die Einheit Kilogramm ist genau so gewählt worden, dass man den Übergang im Alltag nicht bemerkt.

Für SchülerInnen:

Sobald das neue Einheitensystem seinen Weg in die Schulbücher gefunden hat, wird Schülerinnen und Schülern beim Thema „Maßeinheiten“ einiges abverlangt. Die Definition des Kilogramms wird deutlich abstrakter. Reichte es vorher zu verstehen, dass das Urkilogramm in einem Pariser Tresor die „Mutter“ aller Kilogramme ist, so werden in der Schule nun Naturkonstanten eine größere Rolle spielen. Die wissenschaftliche und kulturelle Geschichte der Einheiten soll auch museal für eine breite Öffentlichkeit erzählt werden. So konzipieren die PTB und das Deutsche Museum in München zusammen eine Dauerausstellung zu eben dem Thema. Titel: „Alles in Maßen – Maße für alle“.

Für die Wissenschaft:

Endlich haben das Kilogramm und alle anderen Einheiten eine stabile Basis! Die Naturkonstanten, auf denen sie beruhen, sind nach heutigem Wissen unveränderlich. Das war mit dem Urkilogramm ganz anders: Seine Masse veränderte sich im Laufe der Jahrzehnte gegenüber seinen Kopien. Auch Diebstahl oder Beschädigung wären eine Katastrophe gewesen. Das jetzige „Rezept“ für ein Kilogramm gilt immer und überall.

Für die Industrie:

Es mag nicht sofort spürbar sein, aber das neue Einheitensystem ist offener für Innovationen als das bisherige. Früher legte das Urkilogramm genau einen einzigen Punkt auf der Masseskala fest. Das führt dazu, dass es links und rechts dieses Punktes im Prinzip stets unsicherer wurde. In Zukunft lassen sich dann beliebig viele Punkte auf der jeweiligen Skala neu realisieren. Das könnte der Start sein für neue Entwicklungen rund ums Messen und Kalibrieren.

Für Außerirdische:

Mathematik und Naturkonstanten sind Teile einer Weltsprache, die überall verstanden wird – auf der gesamten Erde ebenso wie im Weltraum. Sie ist im wahrsten Sinne des Wortes universell. Es sollte nun kein Problem mehr sein, Informationen und Waren mit unseren Nachbarn auf Alpha Centauri auszutauschen.

(PTB/jes/if)

Ansprechpartner

Dr. Dr. Jens Simon, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der PTB, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig
Tel.: (0531) 592 3005, Mail: jens.simon@ptb.de

Weiterführende Informationen:

Decisions of the 26th meeting of the General Conference of Weights and Measures, Versailles, 13-16 November 2018,
<https://www.bipm.org/en/measurement-units/rev-si/>

The International System of Units, 9th edition, Bureau international des poids et mesures (BIPM), wird veröffentlicht auf <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>

„Das neue Internationale Einheitensystem (SI)“, PTB-Infoblatt, November 2017,
<https://www.ptb.de/cms/forschung-entwicklung/forschung-zum-neuen-si/kurz-erklaert.html>

„Forschung zum neuen SI“, ein ganzes Kapitel im PTB-Internet mit Veröffentlichungen, u. a. den PTB-Mitteilungen, einzelnen Bildern und Texten sowie vielen weiteren Infos zum neuen SI:
<https://www.ptb.de/cms/forschung-entwicklung/forschung-zum-neuen-si.html>

Bilder:

Langform der Bildunterschrift zum Urkilogramm:

Von 1889 bis 2019 war das Urkilogramm das Maß aller Massen. Per Definition war festgelegt: 1 kg entspricht der Masse dieses Metallstücks. In einem Tresor im Internationalen Büro für Maße und Gewichte (BIPM) bei Paris wurde und wird das Urkilogramm („Le grand k“) zusammen mit offiziellen Kopien, den sogenannten „Témoins“ oder Zeugen, aufbewahrt. Weltweit gibt es zudem nationale Kopien. Bei den alle paar Jahre stattfindenden Massevergleichen musste man feststellen: Im Vergleich zum Urkilogramm wurden fast alle Kopien scheinbar schwerer. Warum, das kann man nicht mit Sicherheit sagen. Deshalb war klar: Das Urkilogramm muss abgelöst werden.

(Foto: BIPM)

Viele weitere Bilder finden Sie auf der Website der PTB:

https://www.ptb.de/cms/presseaktuelles/journalisten/nachrichten-presseinformationen/presseinfo.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=9688&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bday%5D=13&tx_news_pi1%5Bmonth%5D=5&tx_news_pi1%5Byear%5D=2019&cHash=37b666d9bdao60a3a4b2fa17bbc5cc9f

World Metrology Day



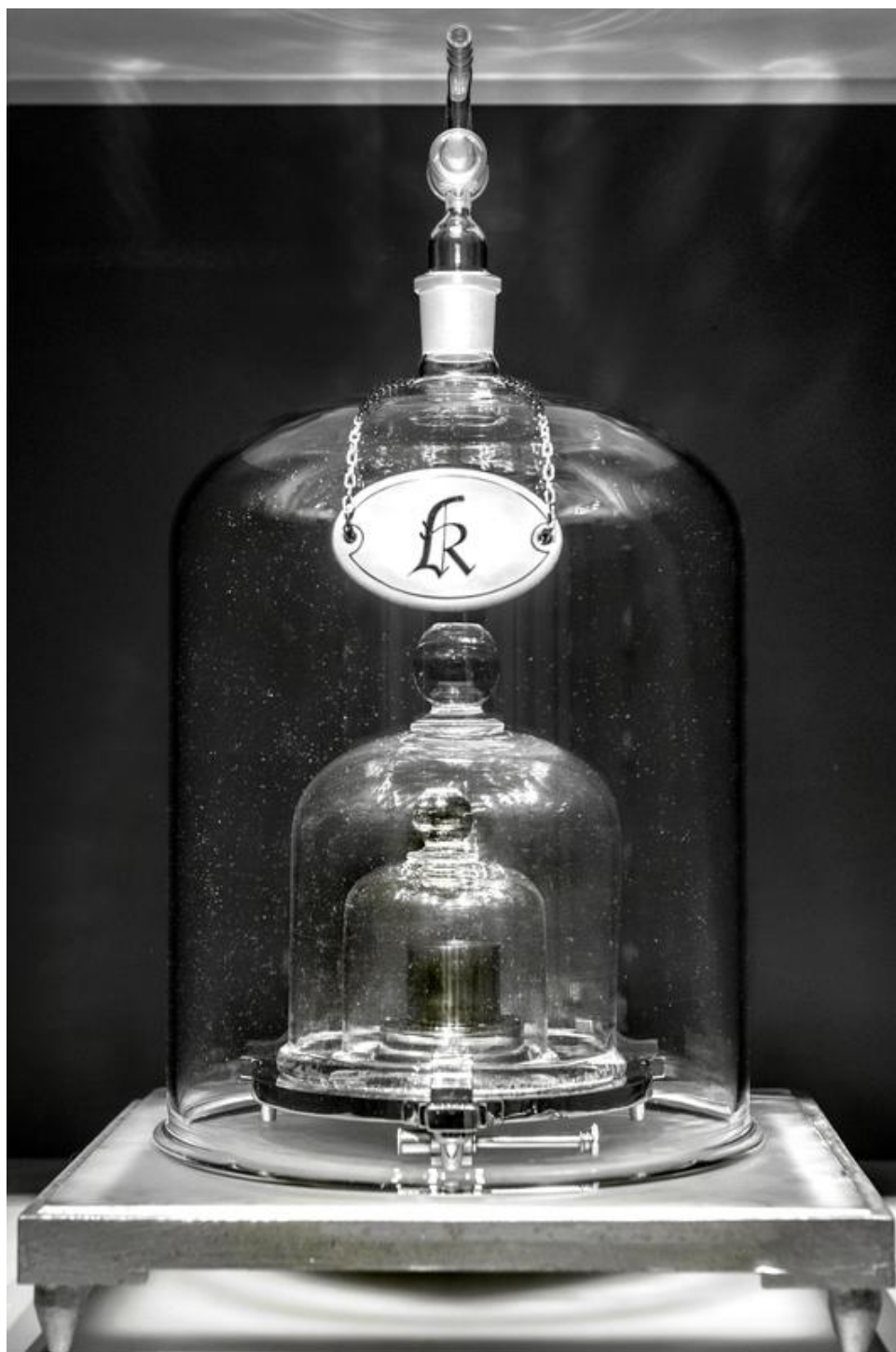
Bureau
International des
Poids et
Mesures



20 May 2019

www.worldmetrologyday.org

Das offizielle Poster zum Weltmetrologietag am 20. Mai 2019
(Quelle: BIPM)



Von 1889 bis 2019 war das Urkilogramm das Maß aller Massen.
(Foto: BIPM)

D