Eine Revolution im metrischen System

David Auerbach

«Le Système métrique
A tous les temps
A tous les peuples»
(Für alle Zeiten, für alle Völker!)

Einführung

In wissenschaftlichen und populären Zeitschriften auf der ganzen Welt wurde die Ankündigung einer Gruppe von Wissenschaftlern aus dem BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) am 16. November 2018 im französischen Versailles als grösste Revolution in der Metrologie – der Messkunst – seit ihrer Gründung nach der Französischen Revolution gefeiert. Was war das für ein Beschluss, auf den sich Delegierte aus rund hundert Staaten einstimmig geeinigt haben und der am 20. Mai 2019 in Kraft trat? Wir beginnen mit der Frage: Was sind die Aufgaben und Ziele des BIPM?

- Qualitäten festlegen (im metrologischen Jargon: «Dimensionen», z.B. Geschwindigkeit), die zur Beschreibung und Messung der physikalischen Welt verwendet werden;

Dies ist ein laufendes Projekt, das uns in diesem Artikel nicht beschäftigt.

- Sich auf eine einzige minimale kohärente (ohne Widersprüche) Untergruppe (SI statt z.B. Cgs, Gauss oder FPS-System) von Dimensionen («Basisdimensionen», z.B. Länge) zu einigen, in Bezug auf die alle anderen («abgeleitete Dimensionen», z.B. Geschwindigkeit) ausgedrückt werden können;

Dies geschah 1971 mit der Einführung des SI (Système International d'Unités, populär als metrisches System bekannt) bei der 14. CGPM (Internationale Generalkonferenz für Mass und Gewicht).

- Das SI «zu harmonisieren». Dieser völkerrechtliche Begriff bedeutet: zu vergleichen, zu diskutieren, vereinbaren, koordinieren, verbreiten – d.h. Kapazitäten aufzubauen, um Wissenschaft und Handel für alle Zeiten und Orte zu globalisieren.
- die Genauigkeit dieser Einheiten bei der Messung stets zu verbessern (bzw. Messfehler zu reduzieren).

Beides sind laufende Projekte, die hier ebenfalls nicht behandelt werden.

- eine zufriedenstellende Definition für jede Einheit der sieben Basisdimensionen: Masse (Einheit: Kilogramm), Stoffmenge (Mol), Länge

(Meter), Zeit (Sekunde), Licht (Candela), Wärme (Kelvin) und elektrische Stromstärke (Ampere) zu finden.

Dies ist ein seit 1971 laufendes Projekt und wird das Hauptthema dieses Artikels sein.

Es handelt sich hier nicht um eine systematische Studie zur Verwendung des neuen Systems , sondern wir wollen den Weg schildern, der begangen wurde, um den Wunsch nach immer präziseren Definitionen zu erfüllen. Beginnen wir mit der Geschichte des Meters, da dort fast alle Probleme auftreten, die sich auch bei den anderen Einheiten stellen.

Länge und das neue Meter

Das historische Verfahren verwendete die Längen menschlicher Glieder als Standard (da war es Pech, wenn der Stoffverkäufer klein war). Eine Vereinheitlichung erfolgte, indem man die Masse des Herrschers als Standard festlegte, z.B. die Elle des Pharos (Ellenbogen + Hand): Diese primäre Elle wurde in Granit geschnitten, und Maurer hatten hölzerne sekundäre Ellen, die jeden Monat neu kalibriert werden mussten, ansonsten drohte die Todesstrafe. Solche Masse waren offensichtlich von Ort zu Ort verschieden. Im Geiste der Gleichheit und Brüderlichkeit kam dann der Ruf der französischen Revolution: «A tous les temps à tous les Peoples» (Für alle Zeiten, für alle Völker). So wurde 1793 anstelle eines menschlichen Masses ein Zehnmillionstel des Meridians als Meter definiert, der zwischen dem Nordpol und dem Äquator durch Paris verläuft. Grössere / kleinere Längen sollten Vielfache / Bruchteile von Tausend sein (Kilo / Milli etc. – heute bis zur 24. Potenz). Da dieses terrestrische Mass nicht besonders praktisch war, wurden Prototypen hergestellt, und 1799 wurde der internationale Meter als die Länge zwischen zwei Kratzern auf einer Platinstange in einem Safe in Paris vereinbart. Mit der Massenproduktion ging die Forderung nach immer grösserer Genauigkeit einher. So wurde 1875–1889 mit 17 teilnehmenden Ländern die sogenannte Meter-Konvention einberufen. Diese Gruppe, die Vorgängerin des BIPM, unseres aktuellen obersten Herrschers über Gewichte und Masse, verbesserte die Genauigkeit und stellte allmählich fest, dass optische Masse genauer waren. 1960 wurde das Meter auf die Wellenlänge des Lichts bezogen, und 1983 wurde es erneut knapp definiert:

> *Das Meter ist die Länge des Wegs, den das Licht im Vakuum während eines Zeitintervalls von 1/299792458 Sekunden zurücklegt.*

Es lohnt sich, diese vorletzte Definition genauer anzuschauen, denn sie ist eine Vorlage für die Neu-Definition aller Basiseinheiten:

- Sie hängt nicht von einem künstlich hergestellten Prototyp ab.