

Die Einführung des metrischen Systems

Bernd Wolfram

Bis ins 18. Jahrhundert herrschte in Europa eine große Vielfalt an Maßeinheiten und Maßsystemen. Diese Vielfalt führte nicht nur zu Unterschieden zwischen verschiedenen Ländern, sondern auch zu regionalen Differenzen innerhalb einzelner Länder. Die Ellen, Füße etc. waren überall unterschiedlich. In seltenen Fällen wurde versucht eine gewisse Ordnung herzustellen, so hatten Handelshäuser, wie z.B. die Fugger, für ihre Geschäfte vor allem Gewichtseinheiten festgelegt. Noch früher hatte Karl der Große im Jahre 789 den Pile de Charlemagne als Gewichtseinheit festgelegt. Diese Einheit war in Frankreich bis ins 18. Jahrhundert gebräuchlich, nur ihr Wert war Schwankungen unterworfen. Im Jahre 1790 legte man den Pile de Charlemagne erneut als Gewichtseinheit fest auf 50 marcs zu je 8 onces oder 244,25 g fest. Lavoisier brauchte solche Einheit auch für seine Experimente. Im 18. Jahrhundert zeichnete sich in Frankreich eine langsame Änderung ab. Insbesondere die beiden Expeditionen zur Vermessung der Meridiane in Lappland und Peru forderten vergleichbare Maßeinheiten. So wurden 1735 eine Toise du Pérou und eine Toise du Nord eingeführt. Dies sind zwei nicht ganz identische Realisierungen einer Toise, d.h. Meßlatte, welche den Pied du Roi = 12 pouces zu je 12 Linien (27 mm) ersetzte. 1 Toise entsprach 6 pied (1,949 m). 1766 wurde eine Toise materiell realisiert. Am Grand Chatelet wurde die Toise durch zwei Markierungen in Stein dargestellt. König Louis XV ließ 80 Kopien einer Toise de l'Académie des Sciences herstellen und verteilen. Das Grand Chatelet wurde 1802 abgerissen. Wie weit die Toise du Chatelet von der Toise de l'Académie abwich, ist heute nicht mehr feststellbar. Die Toise und der Pile de Charlemagne werden während der Französischen Revolution zu Vorbildern für das Meter und das Kilogramm. Die jungen an der Enzyklopädie (d'Alembert, Diderot 1751) geschulten Politiker der Revolution wollten das System der Maße und Gewichte vereinheitlichen und damit vereinfachen.

- Am 8.5.1790 wird ein Dekret zu Vereinheitlichung der Maße erlassen.
- Am 26.3.1791 wird mittels Dekret beschlossen $\frac{1}{4}$ eines Meridians als Basis zur Bestimmung der neuen Längeneinheit zu benutzen.

- Juni 1792

Die beiden Forscher Delambre (1749–1822) und Méchain (1744–1804) werden beauftragt, den Meridian von Dünkirchen über Paris bis Barcelona zu vermessen. Dieses Projekt sollte erst im Jahre 1799 beendet sein. Beide Forscher bekamen außerhalb von Paris große Schwierigkeiten. Sie wurden vorübergehend verhaftet, weil man ihre Tätigkeit, sie mußten zu Vermessungszwecken z.B. Türme besteigen, als revolutionsfeindlich ansah.

Die Vermessung selbst wurde durch Triangulation mit Hilfe eines von Borda geschaffenen Repetierkreises, der schnelle und wiederholte Winkelmessungen erlaubte, durchgeführt.

Der Pariser Meridian war deshalb gewählt worden, weil er schon einmal zwischen 1739 und 1740 von Cassini teilweise vermessen worden war.

- 1.8.1793
Gesetz über die Vermessung des Meridians mit der Vorschrift alle zukünftigen Einheiten dezimal zu unterteilen. Es wurde auch beschlossen ein provisorisches Meter einzuführen, welches auf Grund der alten Meridianvermessung von 1739/40 zu bestimmen ist.
- 22.10.1793
Der Konvent beschließt die Realisierung des Meters in Form eines Richtmaßes aus Platin.
- April/Mai 1799
Die inzwischen abgeschlossene Meridianmessung wird offiziell sanktioniert. Als Einheit der Masse wird die Masse von 1 dm³ Wasser eingeführt. Das Meter wird definiert als der 10-millionste Teil eines Quadranten, dessen Länge mit Hilfe der Meridianmessung bestimmt wurde. Ein Prototyp des Meters sollte in das Nationalarchiv verbracht werden.
Man hatte mehrere Exemplare angefertigt und die relative Wärmeausdehnung von Eisen, Messing und Platin bestimmt.
Die Anbringung der Markierungen sollte sicherstellen, daß das neu definierte Meter auf 1-tausendstel Linie genau ist, auch mit den alten Toisen sollte es vergleichbar bleiben. Das war eine schwierige Aufgabe. Man fertigte schließlich 12 Meter aus Eisen und 2 aus Platin, zusätzlich wurden Hilfsstücke angefertigt, deren Länge der Differenz zwischen 4 Metern und einer Doppeltoise entsprach. Mit Hilfe der Fertigungsgenauigkeit und durch Vergleich mit den Meterrealisationen wurde schließlich eines der Meter-Etalons aus Platin als Standard anerkannt und im Archiv deponiert. Gleiches geschah mit dem Kilogramm – Normal. Dies geschah am 22.6.1799.
Ein weiteres Meter und ein Kilogramm wurden ins Kaiserliche Observatorium verbracht.
Das Protokoll der Vergleichen der Meterrealisationen wurde erst 1808 veröffentlicht.
- 10.12.1799
Ein Gesetz beschließt die Darstellung der Meter- und Kilogramm-Prototypen in Platin. In der Folgezeit werden in Frankreich und auch in anderen Ländern Maßstäbe und Gewichte gebraucht, welche am sog. Urmeter bzw. Urkilogramm geeicht wurden.
- Im Jahre 1870 wird dann die Gründung der Commission International du Mètre vorbereitet.
- 1872–1878 tagt die Kommission und beschließt am 20.5.1875 die internationale Meterkonvention.

- 1879 wurden neue Urmeter und Urkilogramme aus Platin-Iridium von renommierten Goldschmieden in London gegossen und nach Paris gebracht. 30 Duplikate wurden unter den anderen Staaten verlost. Die Nummer 22 ging an das Deutsche Reich, Nummer 15 an Bayern.
- Zweimal im 20. Jahrhundert, 1950 und 1990, reisten die Maßhüter aus aller Welt nach Paris, um ihre Kopien mit den Pariser Originalen zu vergleichen. Am Ende stand fest, das Urkilogramm ist leichter geworden. Heute weiß man, der Massenwert des Urkilogramms wird um $0,5 \times 10^{-9}$ kg pro Jahr leichter. Niemand kann wirklich sagen woran das liegt. Deshalb gibt es Bemühungen die Masseneinheit auf unveränderliche Größen, z.B. das Planck'sche Wirkungsquantum zurückzuführen. Die Methoden der Wahl sind dabei:
 - Die sog. Wattwaage, bei der die durch die Masse bewirkte Gewichtskraft mit einer Lorentzkraft verglichen wird.
 - Das Arogacho-Projekt: Durch eine Präzisionsbestimmung der Arogachozahl kann die atomare Masseneinheit präzise bestimmt werden.
 - Das magn. Schwebeexperiment: Die diamagnetische Kraft auf eine Masse wird präzise bestimmt.



LE CHEVALIER DELAMBRE,
(Jean-Baptiste Joseph)

Cercle répétiteur de Lenoir

