

200 Jahre Eichwesen in Hessen

von Dipl.-Ing. Rainer Göbel, Wiesbaden

1 Vorbemerkungen

Vom Mittelalter bis zum Ende des 18. Jahrhunderts waren die gebräuchlichsten Einheiten Länge, Masse (Gewicht), Zeit und Temperatur „fürstlich bestimmt“ und in der ganzen Welt regional. Bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts gab es zigtausende von Maßeinheiten in Europa. Wesentlichen Einfluss auf die heutigen Maßsysteme haben die französischen Bestrebungen – nach der Revolution 1789/90 – Fuß, Elle, Linie, Klafter und Rute abzulösen durch ein Maß, das dem Planeten Erde abgerungen wurde. Es war die Geburtsstunde des Meters und des Kilogramms. Im zersplitterten Deutschland war das Maß- und Gewichtsgesetz des Großherzogtums Hessen-Darmstadt vom 10.12.1817 ein wichtiger Baustein zur Vereinheitlichung von Maß und Gewicht in Deutschland. Staatliche Behörden sollten die Einhaltung des Gesetzes mit Sicherungsstempeln gewährleisten. Über die Einführung des metrischen Systems bei der Meterkonvention von 1875 bis hin zu dem heutigen Internationalen Einheitensystem SI (Système International d'Unités) ab 1960 wird der Globalisierung durch im Wesentlichen einheitliche Maße und Gewichte Rechnung getragen.

2 Maß und Gewicht in der Frühzeit

Die Geschichte des Messens reicht weit bis in die Antike zurück. Die ältesten bekannten Funde von Messgeräten stammen aus Vorderasien und Ägypten. Der älteste erhaltene **Waagebalken** wurde in einem prähistorischen Grab in Ägypten aus der Zeit um 5000 v. Chr. gefunden. Gewichtssteine, oft in Form einer ruhenden Ente, gab es schon vorher. Nicht nur im alten Ägypten, auch bei den Inkas und in China gab es zu der Zeit kleine Waagen zur Münzkontrolle und zum Opiumhandel.

Aus der Zeit von 2000 v. Chr. ist eine Skulptur eines Stadtfürsten in Babylon überliefert, der auf den Knien einen Maßstab mit Skalenteilung zur **Längenmessung** trägt. Außer der Elle gab es die Längeneinheiten Schritt, Fuß, Spanne, Hand, Finger oder Gerstenkorn. Die Einteilung der Längen in Maße waren i.d.R. direkt vom Menschen abgeleitet.

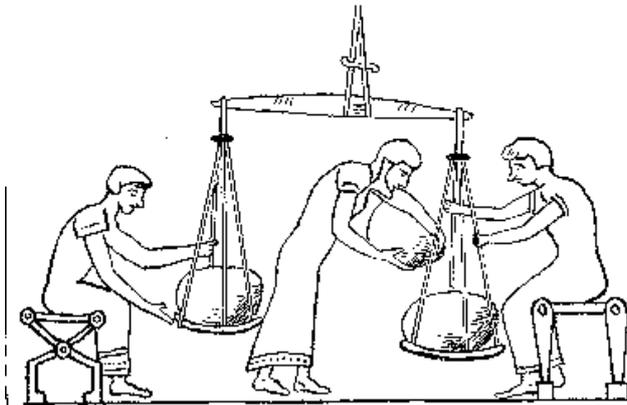


Abb. 1: Balkenwaage aus einer Frühkultur im Nahen Osten

Abb. 2 Assyrisches Gewicht in Entenform

Von dem griechischen Philosophen Platon (427 – 347 v. Chr.) ist überliefert: „Das beste Mittel gegen Sinnestäuschungen ist das Messen, Zählen und Wägen. Dadurch wird die Herrschaft der Sinne über uns beseitigt. Wir richten uns nicht mehr nach dem sinnlichen Eindruck der Größe, der Zahl, des Gewichts, der Gegenstände, sondern berechnen, messen und wägen sie. Und das ist Sache der Denkkraft, Sache des Geistes in uns.“

In der Lehre aller Religionen spielt der Ethos des „richtigen Maßes“ eine bedeutsame Rolle.

Der Zeit um 1250 v. Chr. wird der Spruch aus dem dritten Buch Mose des Alten Testaments zugeschrieben (Kap. 19 Verse 35 und 36): Es spricht der Herr zu seinem Volk: *„Ihr sollt nicht ungleich handeln im Gericht, mit der Elle, mit Gewicht, mit Maß. Rechte Waage, rechte Pfunde, rechte Scheffel, rechte Kannen sollen bei euch sein.“* Weiter heißt es im fünften Buch Mose (Kapitel 25 Verse 13 und 14): *„In deinem Haus soll nicht zweierlei Scheffel, groß und klein, sein.“* Was nichts anderes heißt als: Du sollst nicht betrügen!

Auch der Koran fordert an mehreren Stellen korrektes Maß; so heißt es in der 7. Sure: *„Darum gebt volles Maß und Gewicht und tut Niemandem an seinem Vermögen zu kurz und richtet kein Verderben auf der Erde an, da sie nunmehr in Ordnung ist.“*

Zum Messen der Frühzeit muss noch die „Zeit“ genannt werden. Schon um 2000 v. Chr. hatten die Babylonier einen ersten Mondkalender. Die Länge eines Monats ging von Neumond bis Neumond. Die Einteilung des Jahres erfolgte in 12 Monate zu abwechselnd 29 und 30 Tagen. Man hatte früh erkannt, dass Grundlage einer jeden "Zeitmessung" ein Vorgang ist, der sich in gleicher Weise dauernd wiederholt. Die Drehung der Erde um ihre Achse und ihre Bewegung um die Sonne waren Beispiele hierfür. Wenn der Schatten einer Säule (z.B. Obelisk) oder eines Stabes am kürzesten war, so war es Mittag. Die verschiedenen Orte der Schatten eines Obeliskens sind schon bei den Ägyptern zur Zeitmessung verwendet worden. Die Römer teilten die Zeit zwischen zwei Sonnenhöchstständen in 24 Stunden auf. Etwa 400 v. Chr. baute Aristarch von Samos die erste Sonnenuhr. Er versah die Ebene, die den Schatten aufnahm, mit einer Skalierung. In der Nacht oder bei bedecktem Himmel versagte allerdings die Sonnenuhr. Zunächst führte man kleinere Einheiten wie den Pulsschlag oder die Abbrennlänge einer Kerze ein. Etwas mehr Genauigkeit erreichte man schließlich durch Wasser- und Sanduhren ([2] Vieweg 1967).

Bei anderen Maßeinheiten wie Temperatur, Elektrizität und Lichtstärke ist die Entwicklung wesentlich jünger. Für die **Thermometrie** kann z.B. erst der italienische Universalgelehrte Galileo Galilei (1564 – 1642) als Erfinder des Thermometers angesehen werden. Die praktische Anwendung der **Elektrizität** erfolgte erst zum Beginn der Neuzeit ab dem 16. Jahrhundert.

3 Vereinheitlichungsbestrebungen, Frankreich als Vorreiter

So alt wie die Maße sind auch die Bemühungen um die Vereinheitlichung von Maß und Gewicht für größere geografische Gebiete. Dabei ist der Begriff „Maß und Gewicht“ immer schon als Sammelbegriff für alle Einheiten zu verstehen. Da jeder Herrscher die Maßeinheiten immer nur in seinem Herrschaftsbereich festlegte und er aus Prestige Gründen die Maße seines Nachbarn nicht anerkannte, entstand eine große Heterogenität.

In Zentraleuropa strebte Karl der Große in seiner „Admonitio generalis“ (lat.: „allgemeine Ermahnung“) von 789 unter anderem auch für das gesamte Reich verbindlich geltende Maßeinheiten an. Die Bestrebungen führten nicht zum Erfolg, unter seinen Nachfolgern verfielen die guten Ansätze. Im Gegensatz dazu hatte Britannien recht frühzeitig ein einheitliches Maßsystem. Es soll eine wichtige Voraussetzung für die frühe erfolgreiche Industrialisierung Großbritanniens im 18. Jahrhundert gewesen sein.

Inzwischen suchte die Naturwissenschaft nach einem festen und unveränderlichen Naturmaß, das zu jeder Zeit, sollte dessen Verkörperung einmal verloren gehen, sicher, genau und leicht aus der uns umgebenden Natur wieder bestimmt werden konnte. Außerdem sollte es als Grundlage eines Maßsystems dienen ([3] Trapp 1977).

Für die Geschichte des metrischen Systems muss man die Entwicklung in **Frankreich** kennen. Wie im zersplitterten Deutschland soll es auch im Frankreich des 18. Jahrhunderts mit seinen starren, feudalen Herrschaftsstrukturen ca. 250.000 verschiedene Messeinheiten gegeben haben. Erst die Französische

Revolution beseitigte diese Hemmnisse mit der Aufhebung der Feudalrechte im Jahre 1789. 1790 wurde in der Generalversammlung beschlossen, Einheit in Maß und Gewicht herzustellen. Nach langen Diskussionen, ob

- a) ein Teil des Erdäquators,
- b) ein aus dem Meridianquadranten abgeleitetes Maß oder
- c) die Länge des Sekundenpendels in 45 Grad Breite

als neues Naturmaß bestimmt werden sollte, beschloss man 1791 mittels Dekret „ $\frac{1}{4}$ eines Meridians“ als Basis zur Bestimmung der neuen Längeneinheit zu benutzen. ([4] Böger/Seibt 1999)

Isaac Newtons (1643 – 1723) Theorien zur Abplattung der Erde hatten 1735 die Pariser Akademie der Wissenschaften dazu bewogen, die Gradmessungsexpeditionen zur Vermessung der Meridianbogenlängen in Lappland und Peru 1735 – 1740 durchführen zu lassen. Während es hierbei noch allein um die Bestimmung der Gestalt der Erde ging, sollte die Gradmessung Dünkirchen – Paris – Barcelona allein zur Definition der Längeneinheit dienen. Die Triangulation der beiden Forscher Pierre-Francois-André Méchain und Jean-Baptiste-Joseph Delambre in den Jahren 1792 bis 1799 gestaltete sich wesentlich schwieriger als erwartet.

Inzwischen wurde für die schlechte Pariser Getreideversorgung die Vielfalt der französischen Maße und Gewichte verantwortlich gemacht. Da die Franzosen nicht länger warten wollten, beschlossen sie 1793 schon mal per Gesetz, nach den Ergebnissen einer Meridianmessung aus 1739/40 ein Meter und die Dezimalteilung einzuführen. Der dazugehörige Prototyp, ein Platinmaßstab, heißt „mètre provisoire“ (Provisorisches Meter) und wird auch als 1. Urmeter bezeichnet. Nach Beendigung der Gradmessung wurden die Verbündeten Frankreichs zur Auswertung der Messergebnisse eingeladen, um die definitive Bestimmung von Meter und Kilogramm vorzunehmen. Mit Gesetz vom 10.12.1799 hat Frankreich das „mètre vrai et définitif“ (wahres und endgültiges Meter – auch 2. Urmeter genannt) und das „Kilogramme des Archives“ (Urkilo) festgelegt. Die dazugehörigen Prototypen befinden sich noch heute im Tresor des Internationalen Büros für Maß und Gewicht (Bureau International des Poids et Mesures – BIPM) in Sèvres bei Paris ([5] Wolfram, 2004).

Urmeter: 10-Millionster Teil der Entfernung vom Nordpol zum Äquator mit dem dazugehörigen Prototyp aus einer Platinstange.

Urkilo: Masse eines Liters oder Kubikdezimeters Wasser bei einer Temperatur von 4 Grad Celsius mit dem dazugehörigen Prototyp aus einer Platinkugel.

Napoleon (1769 – 1821), der 1799 an die Macht kam, hielt nichts von den neufranzösischen Maßen, duldete sie, tat aber nichts zur Durchsetzung im Lande. Da das gemeine Volk das neue Maßsystem auch nicht wollte und Napoleon mehr mit kriegerischen Auseinandersetzungen (Vorbereitung zum Russlandfeldzug 1812) zu tun hatte, wurde im Februar 1812 per Dekret wieder der Gebrauch der altfranzösischen Maßeinheiten zugelassen. Erst 1837/38 wurde das metrische System in Frankreich verbindlich.

Mit dem Niedergang Napoleons verlor das französische metrische System auch in Deutschland an Bedeutung. Bestrebungen, die deutsche Maßfrage beim Wiener Kongress 1815 zu klären, scheiterten. ([6] Wang 2000)

4 Entwicklung des Eichwesens in Deutschland, insbesondere im Großherzogtum Hessen

Die meisten größeren deutschen Staaten befassten sich in den ersten zwei Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts mit der Maß- und Gewichtsregulierung (Maßunifikation) in ihrem Territorium.

Zur Zeit der napoleonischen Vorherrschaft vereinfachte sich die politische Landkarte Deutschlands. Die unzähligen zersplitterten Territorien wurden zu neuen Flächenstaaten, in denen allgemeine Reformen, so auch ein einheitliches Maß und Gewicht, notwendig waren. In vielen Staaten des Rheinbundes

(1806 – 1813) wurden bis in die heutige Zeit reichende Reformen in den Bereichen Staat, Verwaltung (z.B. Beamtentum), Justiz und Landwirtschaft begonnen. 1808 hatte Napoleon für die linksrheinischen Gebiete die Parzellarvermessung angeordnet, um das Grundsteuerkataster aufzubauen. In die gleiche Zeit fallen der Code civil in Frankreich (1804) oder die Stein-Hardenbergischen Reformen in Preußen um 1810.

Insbesondere Bestrebungen der süddeutschen Staaten Baden, Württemberg und Hessen-Darmstadt führten nicht zu einer einheitlichen Vorgehensweise im rheinbündischen Deutschland. Auch der Druck Napoleons zur Einführung des metrischen Systems fehlte.

- 1806 **Württemberg** führt durch königliches Generalrescript das alte „vaterländische Maß und Gewicht“ vom Jahre 1557 nach alten Normen wieder ein.
- 1809 **Bayern** erlässt die „Allgemeine Verordnung“ zur Einführung eines gleichen Maß-, Gewichts- und Münz-Fußes.
- 1810 **Baden** erlässt eine neue Maß- und Gewichtsordnung, die aber erst 1831 vollständig eingeführt wird.

Nach dem Niedergang Napoleons und der Neuordnung durch den Wiener Kongress 1815 verabschiedete **Preußen** am 16.05.1816 eine Maß- und Gewichtsordnung (MGO). Es wurde der neue preußische Fuß eingeführt, der auf die Sekundenpendellänge in Berlin normiert war. Es gab einige Sätze von Urnormalen für Maß und Gewicht, die „zur Erhaltung der mathematischen genauen Richtigkeit für alle folgenden Zeiten“ an verschiedenen Stellen (u.a. Akademie der Wissenschaft, Königliches Kammergericht) aufbewahrt wurden. Das Gesetz befasste sich vor allem mit der Organisation der Maß- und Gewichtsbehörden. Es wurden staatliche Mittelinstanzen mit Eichungskommissionen und kommunale Eichämter eingeführt. Eine Organisation, die bis 1912 – fast ein Jahrhundert – gegolten hat ([3] Trapp 1977 und ([6] Wang 2000).

Das **Großherzogtum Hessen**, auch Hessen-Darmstadt genannt, nahm eine etwas andere Entwicklung bezüglich des Messwesens. Es entstand 1806 aus der Landgrafschaft Hessen-Darmstadt und bekam nach dem Wiener Kongress die linksrheinische Pfalzgrafschaft bei Rhein dazu. Die linksrheinischen Gebiete waren von 1798 – 1814 in den französischen Staat eingegliedert. Großherzog Ludwig I. war ab 1816 Großherzog von Hessen und bei Rhein. Neben Darmstadt waren Mainz, Offenbach, Worms und Gießen wichtige Städte seiner Zeit.

Die Vereinheitlichung der Besteuerungsgrundlagen im Jahre 1806 erforderte auch gleichartige Längen-, Flächen- und Fruchtmaße im Großherzogtum. 1808 beschloss die großherzogliche Regierung die Einführung des neuen französischen Maß- und Gewichtssystems. Der Termin des „allgemeinen Gebrauchs“ wurde aber erst 1811 auf den 01.07.1812 festgelegt. Es wurden Vorbereitungen zur Einführung getroffen und das Meter wurde auch in einigen Katasterbüros und im Straßenbau gebraucht, aber insgesamt bewährte sich das Maßsystem nicht, weil „seine Einheiten für die Praxis nicht gut geeignet sind“ ([7] Wörner 1967). Die Entwicklung verlief somit parallel zu anderen Staaten der Rheinbundzeit. Die Einführung eines einheitlichen Systems unterblieb bis 1817. Die in der Zeit um 1815 verwendeten Maße und Gewichte waren sehr verschieden. Der Darmstädter Fuß hatte drei verschiedene Längen, 27,51 cm, 28,77 cm und 33,08 cm. In Offenbach war der Fuß 35,93 cm und in Dreieichenhain 45,08 cm lang. Weiterhin gab es 40 verschiedene Mutter-Ellen und ca. 100 verschiedene Ruten. Daraus leiteten sich verschiedene Flächenmaße ab. Man kannte den kleinen und großen Wald- und Feldmorgen. Bei den Gewichten war eine noch größere Vielfalt vorhanden. Der Metzger musste ein schwereres Gewicht verwenden als der Bäcker. Für Eisen, Messing und Butter waren im gleichen Laden schwerere Gewichte vorgeschrieben als bei anderen Waren. Durch die Verschiedenheit der Maße und Gewichte entstanden im Handel immer mehr Schwierigkeiten, die für die Bürger unerträglich wurden. Auch durch die Zunahme der Katasterarbeiten wurde die Notwendigkeit zur Maßreform im Großherzogtum dringender.

Christian Leonhard Philipp Eckhardt (1784 – 1866), der von 1804 bis 1816 umfangreiche Triangulationsarbeiten der Landesvermessung durchgeführt hatte, wurde Anfang 1817 als Mitglied der Hofkammer vom Großherzog beauftragt, ein neues hessisches Maß- und Gewichtssystem zu erarbeiten. Die Frage, ob das metrische System einzuführen sei oder nicht, musste entschieden werden. Bei der Entscheidung spielte eine große Rolle, dass die rheinhessischen Gebiete, die inzwischen zum Großherzogtum gehörten, forderten, das halbe Kilogramm als Pfund bei dem neu einzuführenden System beizubehalten. Rheinhessen hatte sich inzwischen an das französische metrische System gewöhnt. Eckhardt führte nicht im Gesetz das Meter ein, aber das metrische System, welches sich später als sehr gute Entscheidung herausstellen sollte.

Das Gesetz zum neuen Maß- und Gewichtssystem wurde am 10.12.1817 von „Ludewig von Gottes Gnaden Großherzog von Hessen und bei Rhein“ verabschiedet.

Der „Zoll“ wurde mit 25 mm bestimmt, 10 Zoll als Werkfuß mit 250 mm und 24 Zoll als Elle mit 600 mm.

Die Gewichtseinheit „Loth“ entsprach einem Würfel mit der Seitenlänge des Zoll (25 mm), der mit destilliertem Wasser gefüllt 15,625 g wog. 32 Loth ergaben somit das Pfund zu 500 g und 100 Pfund den Zentner.

Im Gesetz wurden eine staatliche Maß- und Gewichtskommission in der Residenz (Darmstadt) und staatliche Eichämter, die in verschiedenen Städten einzurichten sind, vorgeschrieben. Ab 01.07.1818 galten nur noch die neuen Maße. Zuwiderhandeln wurde unter Strafe gesetzt. Damit eine Manipulation jederzeit erkennbar ist, waren Sicherungstempel anzubringen. Die alten Gewichtsstücke konnten kostenlos in den Eichämtern umgetauscht werden. Und in § 31 stand: „Dieses Gesetz soll nicht nur wie gewöhnlich in die Zeitung eingerückt, sondern auch besonders gedruckt an öffentlichen Orten angeschlagen, in den Schulen gelehrt und bei versammelten Gemeinden verkündet werden.“

Der Geodät Christian Leonhard Philipp Eckhardt ist nicht nur der „Vater der hessischen Geodäsie“, sondern auch der „Vater, zumindest der Geburtshelfer, des staatlichen Eichwesens in Hessen“!

Christian Leonhard Philipp Eckhardt wurde der erste „Maß- und Gewichts-Commissär“ und unter der unmittelbaren Leitung des Staatsministeriums mit der Durchführung des Gesetzes beauftragt. Eckhardts spätere Einschätzung zum Gesetz ist in [1] Heckmann 2017 (Abschnitt 2.1 Seite 22) nachzulesen.

Dem Gesetz folgten 1819 zwei wichtige Verordnungen. einmal die „Fertigung, Stempelung und den Gebrauch der neuen Maße und Gewichte betreffend“ und die Verordnung „Gebühren für die gesetzlichen Maße und Gewichte“ ([7] Wörner 1967).

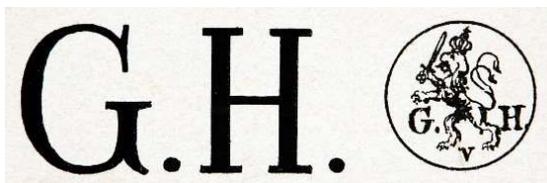


Abb. 3 (links): Eichzeichen des Großherzogtums Hessen

Den Nachbarstaaten gefiel die hessische Maßreform nicht. Sie prangerten an, dass nun keine Hoffnung mehr für ein einheitliches Vorgehen bestünde. Auch verstand man nicht, warum sich Hessen-Darmstadt nicht an das bestehende badische System, welches vergleichbar das metrische System verwendet hatte, angeschlossen hat. Mit dem hessischen Gesetz ging eine Periode der Vereinheitlichungsbestrebungen der deutschen Staaten zu Ende.

Kurz zu den anderen Ländern des heutigen Hessen: Im **Kurfürstentum Hessen** (Hessen-Kassel) waren bis 1860 weder die Maß- und Gewichtsverhältnisse noch das Eichwesen einheitlich. Observanzen (begrenzt Gewohnheitsrecht [Wikipedia]) und verschiedene Instruktionen von 1791 bis 1856 regelten das Maß- und Gewichtswesen. Erst ab dem Gesetz vom 09.05.1860 „betreffend die Einführung eines

allgemeinen Landesgewichts“ kann von einem geregelten Vorgehen im Kurfürstentum gesprochen werden.

Das **Herzogtum Nassau** hatte nach dem Gesetz zum Eichwesen vom 12.12.1851 und einer dazu ergangenen Instruktion von 1852 ein einheitliches Eichwesen mit kommunalen Eichanstalten.

Die oben beschriebenen Vereinheitlichungsbestrebungen am Anfang des 19. Jahrhunderts treffen auch auf das nur kurz existierende **Großherzogtum Frankfurt** (1810 – 1813) zu. Der Großherzog Karl Theodor von Dalberg (1744 – 1817) hatte sich selbst intensiv mit Maß und Gewicht beschäftigt. Nachdem er selbst Erkundigungen in Paris zur Konzeption der französisch-metrischen Maße eingeholt hatte, erfolgte am 16.08.1810 das Frankfurter Organisationspatent zur Einführung des metrischen Systems. Die im Organisationspatent angekündigte Instruktion zur Einführung des Systems wurde nie erlassen. Und als Frankreich selbst 1812 die vormetrischen Maßeinheiten wieder zuließ, war die Einführung des metrischen Systems wieder vom Tisch ([6] Wang 2000). Für die **Freie Stadt Frankfurt** (1815 – 1866) ist trotz der vielfältigen Handelsbeziehungen keine ordnende Gesetzgebung wie in den anderen süddeutschen Ländern bekannt. 1838 wurde für die Speck-, Mehl- und Malzwaage und 1839 für die Heuwaage ein einheitliches Gewicht vereinbart. Der Frankfurter Fuß war 284,610 mm, der Morgen 2025,07 m², ein Maß 1,8857 Liter, ein schweres Pfund 505,347 Gramm und ein leichtes Pfund 467,914 Gramm. Mit einem Senatsbeschluss von 1842 wurde das Eichen und Stempeln von Längenmaßen, Frucht- und Steinkohlemaßen geregelt.

Zur Zeit des Deutschen Bundes (1815 – 1866) hatten um 1840 von den großen Staaten somit Baden und Hessen-Darmstadt die metrischen Einheiten und Preußen, Württemberg und Bayern ihre alten Residenzeinheiten. Ein Überblick über die etwa 1840 angewandten Maße und Gewichte ist aus ([7] Wörner 1967) in der Anlage B zu sehen.

In den Folgejahren schaffte es auch der neu gegründete Deutsche Zollverein (ab 1833) nicht, die „Maßfrage“ zu klären; es wurden umfangreiche Vergleichstabellen verwendet. Der Zollverein schlug aber für den grenzüberschreitenden Verkehr das Zollpfund zu 500 Gramm und den Zollzentner zu 100 Zollpfund vor, das sog. „Zollgewicht“, das auf das metrische System zurückgreift.

Erst mit der Revolution 1848/1849 und der damit verknüpften Einigungsbewegung befand sich in der Verfassung der Frankfurter Nationalversammlung ein Artikel über einheitliche Bestimmungen zu Münze, Maß und Gewicht.

Unter dem Druck von Handel und Wirtschaft wurde zunächst intensiv die Einführung des bereits erwähnten „Zollgewichts“ diskutiert. Aufgrund der Dominanz Preußens schlossen sich fast alle deutschen Länder zwischen 1856 und 1861 (Frankfurt 1858, Hessen-Kassel 1860) dem preußischen Gesetz zur Einführung des Zollgewichts vom 17.05.1856 an. Hessen-Darmstadt und Baden waren von den Veränderungen nicht sonderlich betroffen, weil bei ihnen bereits metrische Zollgewichte in Handel und Verkehr üblich waren.

Acht Länder, darunter Kurhessen, Hessen-Darmstadt und Nassau (ohne Preußen), verlangten 1860 bei der Bundesversammlung in Frankfurt Verhandlungen über die Einführung gleichen Maßes und Gewichts. Das Gutachten einer Sachverständigenkommission empfahl im Juni 1861 „bei einer neuen und einheitlichen Regulierung des deutschen Maßwesens keine andere Einheit als das Meter zur Grundlage zu wählen“. Eine weitere Kommission wurde 1865 beauftragt, einen Gesetzentwurf zu erarbeiten. Es gab jahrelange Verhandlungen, bei denen Preußen immer wieder die Beibehaltung des metrischen Fußmaßes (zu 30 cm) und des Zollpfundes (zu 500 g) verlangte. Der im Februar 1866 der Bundesversammlung vorgelegte Entwurf zur Maß- und Gewichtsordnung wurde vor Auflösung des Deutschen Bundes im gleichen Jahr nicht mehr verabschiedet.

Nach der Eingliederung von Hannover, Kurhessen, Nassau, Frankfurt und Teilen Hessen-Darmstadts (einige nördlich des Mains gelegene Gebiete) in den preußischen Staat stieg die Bereitschaft Preußens zur zügigen Vereinheitlichung der einzelnen Landesmaße. In dem 1867 geschaffenen Norddeutschen Bund, in dem Preußen das Sagen hatte, wurde die Maß- und Gewichtsordnung vom 17.08.1868 (MGO)

verabschiedet. Bismarck hatte den 1865 noch hart umkämpften Dreidezimeterfuß und die Unterteilung des Pfundes in 30 oder 32 Lot zugunsten der dezimalen Unterteilung aufgegeben. Mit der Norddeutschen Maß- und Gewichtsordnung von 1868 fand praktisch ein jahrzehntelanges Ringen um Maß und Gewicht ein Ende. Nach der Übernahme der MGO von Bayern und Baden 1869 und Württemberg und Hessen-Darmstadt 1870 galt die MGO im gesamten neuen Deutschen Reich. Um die durch die Vereinheitlichung gewonnen Vorteile nicht zu gefährden, musste der Staat Maß und Gewicht sichern und kontrollieren. Und das geht nur durch eine funktionierende Eichverwaltung, die dann auch mit preußischer Akribie ab 1871 im gesamten Deutschen Reich aufgebaut wurde.

Die kaiserliche Normaleichungs-Kommission als technische Reichszentralbehörde in Berlin sorgte für die einheitliche Durchführung des Gesetzes. Das Gesetz überließ die Einrichtung von Eichämtern den Landesregierungen. Für die neue **Provinz Hessen-Nassau** wurde die „Königlich Preußische Eichungs-Inspektion zu Kassel“ und kommunale Eichämter in den Regierungsbezirken Kassel und Wiesbaden eingerichtet, im Großherzogtum Hessen die „Großherzogliche Hessische Eichungs-Inspektion zu Darmstadt“ mit staatlichen Eichämtern bzw. kommunalen Gemeindeabfertigungsstellen für Fässer. Die Umsetzung der neuen MGO machte in Hessen-Darmstadt mal wieder keine großen Probleme, weil viele Parallelen zur Gesetzgebung von 1817 gegeben waren.

Eine einschneidende Änderung brachte eine neue Maß- und Gewichtsordnung vom 30.05.1908, die am 01.01.1912 in Kraft trat. Die Eichämter wurden verstaatlicht. Aus den kommunalen 15 Ämtern des Bezirks Kassel und den 41 Ämtern des Bezirks Wiesbaden wurden 9 staatliche Ämter. Nur die Gemeindefassämter in den Weinbaugebieten durften auf Widerruf beibehalten werden. Im Großherzogtum Hessen war keine große Umorganisation erforderlich. Auch die Einführung der Nacheichung im gesamten Reich war im Großherzogtum kein Problem, kannte man sie doch schon seit dem Gesetz von 1817 ([7] Wörner 1967).

So erklärt sich auch die große Aufschrift „Aichamt“ an der Seite des Wiesbadener Rathauses, welches 1887 fertiggestellt wurde. Von 1870 bis 1911 gab es wie zuvor beschrieben ein kommunales Eichamt in Wiesbaden.



Abb. 4: Seiteneingang am Rathaus Wiesbaden

Ein neues Maß- und Gewichtsgesetz vom 13.12.1935 vereinigte eine Reihe von inzwischen erlassenen Sondervorschriften und unterwarf grundsätzlich alle Messgeräte der Eichpflicht, soweit daran ein öffentliches Interesse besteht. Dieses Gesetz hatte Gültigkeit bis zur ersten Neuregelung des gesetzlichen Messwesens nach dem Krieg im Jahr 1969.

Eine Verordnung vom September 1944 sah zur Vereinfachung des Eichwesens die Einrichtung einer Reichseichdirektion Frankfurt/Main vor. Das Landeseichamt des Volksstaates Hessen-Darmstadt und die Eichdirektion der Provinz Hessen-Nassau in Kassel sollten aufgelöst werden. Durch das Ende des

Deutschen Reiches 1945 kam es nicht mehr zur Umorganisation, die Verordnung wurde 1953 aufgehoben.

Nach Artikel 73 Grundgesetz (GG), Abs. 1, Nr. 4 hat in der **Bundesrepublik Deutschland** der Bund die ausschließliche Gesetzgebungsbefugnis über „das Währungs-, Geld- und Münzwesen, Maße und Gewichte sowie die Zeitbestimmung“. Die schnelle globale Entwicklung von Handel und Industrie sowie in den letzten Jahrzehnten die europäische Gesetzgebung haben immer wieder Neuregelungen des gesetzlichen Messwesens erforderlich gemacht. Neuen Gesetzen ab 1970 und 1990 folgte das aktuelle "Gesetz über das Inverkehrbringen und die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt, ihre Verwendung und Eichung sowie über Fertigpackungen (Mess- und Eichgesetz - MessEG)". Das Gesetz trat am 1. Januar 2015 in Kraft. Die Ausführung des Gesetzes obliegt den einzelnen Bundesländern als „Aufgabe nach Weisung“, in Hessen der Hessischen Eichdirektion.

Parallel zu den Eichgesetzen gibt es seit 1969 ein „Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung“, Einheiten- und Zeitgesetz (EinhZeitG), zuletzt geändert am 31.08.2015. Die Ausführung liegt bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB).

5 Entwicklung der Maßsysteme bis zum Internationalen Einheitensystem (SI)

Der aus dem Französischen stammende Begriff „metrisches System“, der vor der Zeit der französischen Revolution 1789/90 entstand, kann als erstes Einheitensystem zur Vereinheitlichung von Maß und Gewicht angesehen werden. Der sächsische Geheimrat Georg Wilhelm Beigel (1753 – 1837) definierte 1805 ein metrisches System als „*eine gesetzliche Reihe von Angaben, nach welchen aus der bekannten Länge des landesüblichen Fußes alle übrigen Längen-, Flächen- und Körpermaße sowie die Gewichte und folglich auch die Münzen nach ihren Verhältnissen unter sich bestimmt werden*“ ([6] Wang 2000).

Wegen des Erfolges der Einführung des metrischen Systems in vielen Ländern kam es 1870 in Paris zu einer internationalen Konferenz, die das Ziel hatte, einheitliche Gewichts- und Längeneinheiten festzusetzen und zu überwachen. Die Folgekonferenz 1875 führte zur Unterzeichnung der „Meterkonvention“, dem internationalen Abkommen über die Entwicklung und Nutzung eines metrischen Einheitensystems, durch 17 Staaten.

Das 2. Urmeter von 1799 wurde am 26. September 1889 von der Internationalen Generalkonferenz für Maß und Gewicht durch einen neuen Meterprototypen aus einer Legierung aus 90 % Platin und 10 % Iridium ersetzt. Der Meter wird auf diesem 102 cm langen Normal mit X-förmigem Querschnitt (20 mm × 20 mm) durch Strichgruppen festgelegt. Der Abstand der Mittelstriche dieser Strichgruppen definiert bei einer Temperatur von 0°C den Meter. Die Längendefinition dieses 3. Urmeters besaß eine Genauigkeit von 10^{-7} und war damit um drei Größenordnungen genauer als das 2. Urmeter. Vom Prototyp 1889 wurden 30 nummerierte Kopien hergestellt und an die Eichinstitute vieler Länder verteilt; dabei erhielt das Deutsche Reich die Kopie Nr. 18 und das Königreich Bayern die Kopie Nr. 7. In der deutschen Landesvermessung wurde der Unterschied zwischen dem (kürzeren) 3. Urmeter („Internationales Meter“) und dem (längeren) 2. Urmeter („Legales Meter“) übrigens mit 13,355 ppm berücksichtigt.

Der technisch-wissenschaftliche Fortschritt und die Globalisierung der Wirtschaft führten zum Internationalen Einheitensystem SI (Système International d'Unités). Es wurde 1960 von der 11. Generalkonferenz für Maß und Gewicht verabschiedet. Das SI umfasst sieben Basiseinheiten (Länge, Masse, Zeit, elektrische Stromstärke, Temperatur, Stoffmenge und Lichtstärke) sowie zahlreiche abgeleitete Einheiten. Die SI-Einheiten sind nach dem Einheiten- und Zeitgesetz vom 22.02.1985 in Deutschland verbindlich. Für die nationale und internationale Einheitlichkeit der Maße ist die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig und Berlin, das Metrologieinstitut Deutschlands, zuständig.

Bis auf die Masse / das Kilogramm sind alle Basiseinheiten im SI-System längst durch physikalisch-messtechnische Größen bestimmt, die durch Naturkonstanten in Abhängigkeit stehen. Die Definition

des Meters wird nicht mehr durch das Urmeter, den Platin-Iridium-Stab in Paris, bestimmt sondern durch „die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von 1/299.792.458 Sekunden durchläuft.

Für das Jahr 2018 steht eine grundlegende Neuausrichtung des SI an. Nachdem die Sekunde, der Meter und die Candela bereits über feste Naturkonstanten definiert sind, will man nun auch die Masse / das Kilogramm, das Ampere, das Kelvin und das Mol (Einheit der Stoffmenge) dadurch definieren, dass man sie über solche Konstanten miteinander verbindet ([8] Scharf und Middelman 2016).

Bezüglich des Kilogramms hat man bis 2003 versucht, mithilfe von natürlichem Silizium die sog. Avogadro-Konstante N_A zu bestimmen (benannt nach Amedeo Avogadro, italienischer Physiker und Chemiker 1776 – 1856). N_A gibt an, wie viele Atome eines Elements bzw. Moleküle einer Verbindung in einem Mol des jeweiligen Stoffes enthalten sind; das sind ungefähr $6,022 \cdot 10^{23}$ pro Mol.

Die geforderte Genauigkeit von 10^{-7} konnte aber nicht erreicht werden. Ab 2011 gelang es erstmals einem internationalen Konsortium aus Metrologie-Instituten unter Federführung der PTB, die Siliziumatome einer 1 kg schweren Siliziumkugel mit hoher Genauigkeit zu zählen. Inzwischen liegen Werte für die Avogadro-Konstante und die Planck-Konstante (die beide über eine sehr genau bekannte Beziehung miteinander verbunden sind) mit einer Genauigkeit von 2×10^{-8} vor. Es ist damit zu rechnen, dass das Kilogramm, die Masseinheit, kurz vor einer Neudefinition steht ([8] Scharf und Middelman 2016 sowie [9] Becker und Bettin 2016).

Die PTB-Mitteilungen Heft 2/2016 sind dem Schwerpunktthema „Experimente für das neue SI“ gewidmet. Dr. Dr. Jens Simon schreibt dazu in einem Vorwort: *„Der Herbst des Jahres 2018 wird, soviel ist heute schon sicher, für einen Eintrag in die Geschichtsbücher der Wissenschaft sorgen. Und es könnte sogar sein, dass nicht nur die Wissenschaftsgeschichte von dem Ereignis Notiz nimmt, sondern auch viel grundsätzlicher die Kulturgeschichte. Denn in jenem Herbst des Jahres 2018 soll etwas mit Brief und Siegel versehen werden, woran schon seit Jahren und Jahrzehnten mit höchster Messkunst in den Nationalen Metrologie-Instituten gearbeitet wird: an einer grundlegenden Revision des Internationalen Einheitensystems“.*

6 Hessische Eichverwaltung heute

Mindestens so spannend wie die Geschichte des Eichwesens und der Messsysteme sind die Aufgaben der heutigen Eichverwaltung in Hessen.

Die Verwaltung wird durch die einstufige Hessische Eichdirektion, die beim Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung angesiedelt ist, verkörpert. Ca. 120 Mitarbeiter sind in der Zentrale in Darmstadt und in fünf Außenstellen tätig. Privatisierungspläne der letzten zwei Jahrzehnte sind mit dem neuen Mess- und Eichgesetz von 2015 quasi „vom Tisch“. **Es hat sich die Einsicht durchgesetzt, dass Eichwesen und Marktüberwachung Kernaufgaben des Staates sind.**

Die Hessische Eichdirektion hat im Rahmen der diesjährigen Feierlichkeiten eine Festschrift „200 Jahre Eichwesen Hessen“ herausgegeben, in der die Leistungsfähigkeit der Hessischen Eichverwaltung umfassend dargestellt wird. Die Festschrift ist im Internet unter „www.hed.hessen.de“ abgelegt. Hier nur einige Stichpunkte, die das Interesse des Lesers für die Festschrift wecken sollen:

Regelmäßig zu überprüfen / eichen sind:

Im geschäftlichen Verkehr: Längen und Flächenmessgeräte, Behältnisse wie Fässer und Lagerbehälter in Raffinerien, Flüssigkeitszähler wie Zapfsäulen und Tankwagen (z.B. Überwachung aller Messanlagen zur Flugfeldbetankung am Frankfurter Flughafen), Waagen von 1 g bis 100 t, Dichtemessgeräte, Feuchtemessgeräte für Getreide, Temperaturmessgeräte, Taxameter und Wegstreckenzähler.

In der Versorgungswirtschaft: Elektrizitätszähler und -wandler, Gaszähler und Gasmessanlagen, Wasserzähler und Wärmezähler.

Im amtlichen Verkehr und Verkehrswesen: Messgeräte für Zoll und Steuer, Messgeräte zur Verkehrsüberwachung von Geschwindigkeit, Rotlicht und Abstand (Blitzer), Radlast, Reifendruckmessgeräte, Abgasmessgeräte, Strahlenschutzmessgeräte und Schallpegelmessgeräte.



Abb. 5 (links): Eichmarke



Abb. 6: geeichte Waage



Abb. 7: Jährlich zu prüfende „Blitzer“

Insgesamt werden jährlich ca. 30.000 Messgeräte durch die Bediensteten der Eichverwaltung überprüft. Im Bereich der Versorgungsmessgeräte Elektrizität, Gas, Wasser und Wärme wird die HED durch ca. 25 Staatlich anerkannte Prüfstellen (Beliehene Unternehmer i.d.R. bei den Energieleitungsunternehmen) unterstützt. Der HED obliegt die Bestellung und Überwachung.

Die HED ist „Benannte Stelle 0109“ (Notified Body), d.h. Konformitätsbewertungsstelle für das Inverkehrbringen von Messgeräten nach EU-Richtlinien.

Im Bereich der Marktüberwachung erfolgen im Jahr ca. 3.000 Kontrollen mit einer Überwachungssumme von ca. 200.000 Fertigpackungen. D.h. es wird i.d.R. beim Hersteller überprüft, ob in der Packung auch so viel drin ist, wie darauf steht. Hierzu erfolgen Schwerpunktaktionen, z.B. zur Spargel- und Erdbeerzeit.

Seit 2011 ist die HED für den Vollzug des „Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG), seit 2013 für das Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz (EnVKG) und seit 2016 für das Textilkennzeichnungsgesetz zuständig, alles Aufgaben im Bereich der Marktüberwachung aufgrund von EU-Richtlinien.

Natürlich verfügt eine moderne Behörde wie die HED über ein Qualitätsmanagementsystem. Seit 1992 gibt es die Funktion des Qualitätsmanagementbeauftragten. Regelmäßige Audits und Peeraudits (Begutachtung unter Gleichrangigen) finden inzwischen in allen Eichbehörden der Länder statt.

Die Ausbildung der Eichbeamten erfolgt für den theoretischen Teil zentral in der Gemeinschaftseinrichtung der Bundesländer bei der „Deutschen Akademie für Metrologie“ in München.

Die HED verfügt über akkreditierte Labore für Temperatur, Masse und nichtselbsttätige Waagen. Seit 1994 ist die HED durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiert (vorher Deutscher-Kalibrier-Dienst DKD). Temperaturen können von -196 bis $+660$ °C mit einer sehr hohen Genauigkeit bestimmt werden (Messungsgenauigkeit am Wassertripelpunkt = 3mK, entspricht 3/1000 °C. Die Massebestimmung erfolgt über den Messbereich von 1 mg bis 500 kg. Ein Massenormal der Klasse E1 wird z.B. verwendet bei der Eichung von Waagen mit einer Schrittzahl $> 1.000.000$. Nach der PTB hat die HED wohl eines der genauesten und modernsten Masselabore in Deutschland.



Abb. 8: Gewichtslabor



Abb. 9: Gewichtsnormale der HED

Seit 2008 gibt es einen Kooperationsvertrag zwischen dem Landesamt für Mess- und Eichwesen Rheinland-Pfalz und der HED. Die Kooperation wurde 2011 auf die Einbeziehung des Eich- und Beschusswesens Baden-Württemberg ausgedehnt. Der Schwerpunkt der Zusammenarbeit liegt bei der gemeinsamen Aus- und Fortbildung, Spezialprüfungen, Wahrnehmung von Ausschusssitzungen, Nutzung von Software und Prüfeinrichtungen. So werden Ressourcen eingespart, der Verbraucherschutz erhöht und ein weitgehend einheitlicher Vollzug sichergestellt.

Anlagen

A) Maße und Gewichte im frühen 19. Jahrhundert im Bereich des heutigen Hessen

Art der Maßgeräte	Großherzogtum Hessen	Herzogtum Nassau		Freie Reichsstadt Frankfurt	Landgrafschaft Hessen Homburg		Kurfürstentum Hessen				
	mit seinen Provinzen: Starkenburg; Ober- u. Rheinhessen: Einheitliches Maß- und Gewichtssystem.	Einheitlich für das Herzogtum. Die nicht angegebenen Maße u. Gewichte sind örtlich verschieden.	Die in der Landeshauptstadt Wiesbaden gebräuchlichen Maße u. Gewichte	Die in der freien Reichsstadt eingeführten Maß- u. Gewichtsgößen	Für das Amt Homburg gültig. Hier herrschte der Einfluß der Stadt Frankfurt.	In den übrigen Teilen der Landgrafschaft.	Einheitlich in einem großen Teil des Landes geltenden u. für die Stadt Kassel.	Eigene in untenstehenden Städten verwendeten Maße u. Gewichte.			
								Fulda	Hanau	Marburg	
Längenmaße in mm	1 Fuß	250,00	500,00	287,50	284,610	284,610	333,33	287,699	282,88	286,90	287,699
	1 Elle	600,00	—	555,50	547,300	547,300	600,00	570,400	565,76	543,80	570,400
	1 br. Elle	—	—	—	699,200	—	—	694,300	—	694,70	694,300
	1 Stab	—	—	—	1182,000	—	1200,00	—	—	—	—
Flächenmaße in m ²	1 Morgen	2500,00	2500,00	2500,00	2025,07	1906,465	2500,00	2386,53	1843,686	2038,613	2386,530
Flüssigkeitsmaße in l	1 Maß	2,00	—	1,8857	1,7928	1,7928	2,0	1,9495	1,7857	1,8654	1,8512
	Wein- u. Wirts- haus-Maß	—	—	1,6947	1,6080	1,6080	—	2,1845	—	1,6089	—
Fruchtmäß in l	Malter	128,00	—	109,06	114,74	114,74	100,00	160,738	175,57	122,12	415,136
Gewichte in g in kg	1 Pfund	500,00	—	470,686	—	—	500,00	—	509,92	—	—
	1 schweres	—	—	—	505,347	505,347	—	484,24	—	—	505,347
	1 leichtes	—	—	—	467,914	467,914	—	467,812	—	467,914	467,914
	1 Zentner schwer	50,00	—	49,893	—	—	50,00	—	50,992	—	—
	leicht	—	—	—	50,535	50,535	—	52,2979	—	—	50,535
		—	—	—	50,535	50,535	—	50,5237	—	50,535	50,535

Dieser Teilübersicht über Maße und Gewichte ist zu entnehmen, dass in den nicht zu dem früheren Großherzogtum gehörenden Gebieten des Landes Hessen bei den Messgeräten beachtliche Unterschiede anzutreffen waren. Obwohl gleiche Bezeichnungen, z.B. der Fuß, die Elle, der Morgen, das Maß, der Malter und das Pfund, überall gebraucht wurden, waren ihre zugehörigen Mess- und Gewichtseinheiten derart vielfältig, dass bei einem Vergleich heute noch Umrechnungstabellen unumgänglich sind.

B) Maß- und Gewichtssysteme um das Jahr 1840

Maßeinheiten	Großherzogtum Hessen	Großherzogtum Baden	Königreich Baiern	Königreich Hannover	Königreich Württemberg	Königreich Preußen	Wien	Großbritannien und Irland	Rußland	Vereinigte Staaten Nordamerika	Paris Alte Maße
100 Fuß in Meter	25,000	30,000	29,186	29,209	28,649	31,385	31,610	30,479	30,479	30,479	32,484
100 Ellen in Meter	60,000	60,000	83,301	58,419	61,424	66,694	77,919	(Yard) 91,438	(Arschin) 71,119	(Yard) 91,438	118,845
100 Quadratfuß in Quadratmeter	6,250	9,000	8,518	8,531	8,207	9,850	9,992	9,289	9,289	9,289	10,552
100 Morgen in Hektar	25,000	36,000	34,072	26,210	31,517	25,532	(Joch) 57,554	40,467	(Dessätine) 109,25	40,467	in Aren 1 Are 100 m ²
100 Maße in Liter	200,000	150,000	106,903	(Kannen) 194,698	(Helleichmaß) 183,705	(Quart) 114,503	141,502	(Gallons) 454,346	(Stoof) 122,989	(Gallons) 378,521	(Pinte) 93,131
100 Pfund in Kilogramm	50,000	50,000	56,000	46,771	46,773	46,771	56,001	45,359	40,952	45,359	48,950

Der Überblick über die bis etwa 1840 angewandten Maß- und Gewichtssysteme anderer Länder und Städte zeigt, dass seinerzeit lediglich die Großherzogtümer Hessen und Baden bereits das metrische System als Grundlage genutzt haben. Alle späteren Reformen waren in diesen Ländern viel einfacher umzusetzen.

Bildernachweis

Die Abbildungen 1 bis 3 und die Anlagen A – D sind der „Festschrift anlässlich des 150-jährigen Bestehens der Hessischen Eichbehörde“ aus dem Jahr 1967 entnommen. Die Abbildungen 4 bis 9 wurden von der HED zur Verfügung gestellt.

Quellenangaben

- [1] Heckmann, Bernhard: Zum 150. Todestag von Christian Leonhard Philipp Eckhardt, DVW-Mitteilungen Hessen/Thüringen Heft 1/2017, Seiten 20 – 38.
- [2] Vieweg, Richard: Messen und Eichen in kulturgeschichtlicher Schau, aus „Festschrift anlässlich des 150-jährigen Bestehens der Hessischen Eichbehörde“, 1967.
- [3] Trapp, Wolfgang: Die Entwicklung des Eichwesens in Deutschland vom Anfang des 19. Jahrhunderts bis zur Gegenwart, 1977, von der Deutschen Akademie für Metrologie München zur Verfügung gestellt.
- [4] Böger, Andree und Seibt, Knut: 200 Jahre französisches Urmaß, 130 Jahre metrisches Maßsystem in Deutschland, Mitteilungen Vermessung Brandenburg, Heft 1 1999.
- [5] Wolfram, Bernd, Die Einführung des metrischen Systems.
www.hs.uni-hamburg.de/DE/GNT/exk/pdf/metr-sys.pdf.
- [6] Wang, Victor: Die Vereinheitlichung von Maß und Gewicht in Deutschland im 19. Jahrhundert. 2000, Scripta Mercaturae Verlag, ISBN 3-89590-105-9.
- [7] Wörner, Wilhelm: Der Weg zum einheitlichen Maß und Gewicht 1817 – 1945 im Herzogtum Hessen, aus „Festschrift anlässlich des 150-jährigen Bestehens der Hessischen Eichbehörde“, 1967
- [8] Scharf, Rainer und Middelmann, Thomas: Paradigmenwechsel im Internationalen Einheitensystem (SI), PTB-Mitteilungen 126, Heft 2/2016.
- [9] Becker, Peter und Bettin, Horst: Planck'sches Wirkungsquantum & Avogadro-Konstante - Atome zählen für Masse und Stoffmenge. PTB-Mitteilungen 126, Heft 2/2016.

Anschrift des Verfassers

Rainer Göbel
Leiter der Hessischen Eichdirektion a.D.
Gudrunweg 8
65193 Wiesbaden

(Manuskript: November 2017)